

Afrique durable 2030

Une revue d'Africa 21 sur la mise en œuvre de l'Agenda 2030 de développement durable en Afrique et une plateforme d'échange entre praticiens et chercheurs du Sud et du Nord

N°11

2024-2025

LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE EN AFRIQUE *ENTRE IMPÉRATIF DE DÉVELOPPEMENT ET NÉCESSITÉ DE DURABILITÉ*



Afrique durable 2030

Une revue du Think & Do tank Africa 21

LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE EN AFRIQUE *ENTRE IMPÉRATIF DE DÉVELOPPEMENT ET NÉCESSITÉ DE DURABILITÉ*



Rédaction

Association Africa 21
C/o Maison Kultura
Rue des Savoises 15
1205 Genève - Suisse

Email: info@africa21.org

Site Internet: <http://www.africa21.org>

Équipe éditoriale

Julien Chambolle
Sébastien Jan
Didier Bebada

Comité de relecture (peer-review)

Julien Chambolle
Sébastien Jan
Didier Bebada
Alejandro Gomez
Rafal Baranowski

Tous les numéros de la revue et des publications précédentes sont disponibles sur le site Internet de l'association: <http://www.africa21.org>

Pour participer à nos publications vous pouvez nous contacter à info@africa21.org

Les opinions émises dans notre revue n'engagent que leurs auteurs. Africa 21 n'est pas responsable des manuscrits qui lui sont confiés et se réserve le droit de modifier les articles pour des raisons éditoriales.

Crédit photo de couverture : Ronaldo Lourenço, « Icaraizinho de Amontada »,
sur Unsplash : <https://unsplash.com/>

ISSN 2673-7396. Titre clé : Afrique durable 2030. Titre clé abrégé (selon norme ISO 4) : Afr. durable 2030

SOMMAIRE

Afrique durable 2030 - n°11, 2024-2025

Introduction: Inscrire la question énergétique au cœur du développement durable de toute l'Afrique, par Mègnon Didier Bébada	p. 6
La question énergétique en Afrique. Entre impératif de développement et nécessité de durabilité par Davy Pouaty Nzembialela	p. 11
La sécurité énergétique post-Covid de l'Afrique à l'épreuve de la convergence des crises mondialisées : quels enjeux, pour quel avenir par Samuel R. Zang	p. 27
L'effet des réformes structurelles et réglementaires sur le secteur de l'électricité : une analyse en Afrique subsaharienne par Honoré Bidiassé, Marius Bendoma et Franky B.A. Kogueda	p. 41
Algérie-Nigéria : La difficile transition des géants pétroliers et gaziers vers les énergies vertes par Frank Kodbaye	p. 60
Energy Under Siege: Increasing the Resilience in Nigeria's Electrical Infrastructure in the Face of Islamic State West Africa Province (ISWAP) by Liam Carnes-Douglas	p. 77
Harnessing the Potential of Green Hydrogen for Sustainable Development in Africa by Brian Kithinji, Elijah Bakari, Loraine Kabaka, Sylvia Wachira	p. 87
Accès à l'énergie et au capital humain : un défi pour l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne par Patrice Nnuka Tsekane, Olivier Dimala et Sinclair Medjo Nna	p. 96
Résumés	p. 122
Nos auteurs	p. 128
À propos d'Africa 21	p. 133

Introduction: Inscrire la question énergétique au cœur du développement durable de toute l'Afrique

Par Mègnon Didier Bébada

Cela peut paraître anecdotique mais pour qui a fait l'expérience de survoler nuitamment l'Afrique, il est saisissant de constater le noir complet dans lequel est plongée la majeure partie du continent. Si dans les villes, on note un effort constant d'amélioration de l'éclairage public, dans les milieux ruraux, il est quasi inexistant. Le déficit en matière d'installations électriques est abyssal, alors que les besoins vont croissant. Et cette question d'éclairage public illustre à souhait la problématique de l'énergie en Afrique : sur l'énergie comme pour toutes les grandes questions ayant trait au développement durable de l'Afrique, tout est à (re)penser et à (re)faire. C'est à la fois un défi monumental et une opportunité inouïe.

En effet, si on inventorie le potentiel énergétique de l'Afrique, on peut dire que Prométhée le « transmetteur du feu » a bien doté le continent : hydrocarbures, soleil, eau, vent *etc.* Pourtant, les populations vivent une précarité énergétique indicible, les entreprises ont tout le mal du monde à s'implanter et à prospérer et les pays peinent à s'industrialiser faute, entre autres, d'une énergie suffisante. Cette situation paradoxale constitue la toile de fond de tous les enjeux de développement en Afrique.

Du point de vue historique, le développement économique a toujours pris appui sur la maîtrise de l'énergie et les révolutions industrielles sont là pour l'attester. Sans une énergie fiable, stable, suffisante et accessible pour tous les acteurs, le développement industriel n'est pas possible. C'est cette équation qui a du mal à imprégner le développement de l'Afrique qui doit affronter, sur toutes les grandes questions de son évolution, une complexité singulière faite de multiples paradoxes. L'un de ces paradoxes est justement la fameuse malédiction des ressources naturelles et son lien direct avec la question énergétique.

Il n'est plus à démontrer que l'Afrique est un continent immensément riche en matières premières (hydrocarbures et autres ressources minières, ressources forestières et maritimes, terres arables et terres rares *etc.*). Malgré tout ce potentiel, le continent peine à s'industrialiser et à assurer son développement économique. Il est là, le paradoxe toujours déploré et difficile à résorber malgré les efforts consentis ; la question énergétique est éclairante à ce propos.

Selon la Commission économique pour l'Afrique des Nations unies, en 2021, 600 millions de personnes en Afrique n'avaient pas accès à l'électricité, plus de 900 millions n'avaient pas accès à un combustible de cuisson propre, et 24 des 55 pays que compte le continent avaient un taux de couverture énergétique inférieur à 50%. Or, la demande énergétique de l'Afrique ira croissante au regard de l'explosion démographique du continent. C'est en partant de cette situation de précarité énergétique profonde que l'Afrique doit s'industrialiser et se développer, tout en tenant compte de la crise climatique planétaire qui la frappe plus que n'importe quel autre continent.

C'est pourquoi l'Agenda 2030 et l'Accord de Paris sur le changement climatique, qui portent en leur cœur la question énergétique, ont un écho particulier pour l'Afrique. Vu la régression de certains pays en matière de trajectoire énergétique, on craint que l'ODD 7 (« énergie propre et à un coût abordable ») ne soit pas atteint d'ici 2030. D'après la CEA, il faudrait 40 milliards de dollars d'investissements par an pour répondre au besoin des pays africains. Si on articule énergie et climat, selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), l'Afrique aurait besoin de 190 milliards de dollars d'investissements par an entre 2026 et 2030, dont deux tiers dans les énergies propres.

Conscient de la situation, le Conseil exécutif de l'Union africaine a défini en juillet 2022 la stratégie globale de développement énergétique du continent en adoptant la Position commune africaine sur l'accès à l'énergie et la transition juste. L'objectif est d'améliorer le mix énergétique africain pour un accès universel de toutes les populations africaines à une électricité abordable et fiable.

L'enjeu, c'est la sécurité énergétique de l'Afrique et une transition juste vers le développement durable : nouvelles économies, emplois verts, autonomisation des femmes, des enfants et des jeunes, éducation universelle, santé durable, protection sociale inclusive et résilience climatique.

Alors après avoir exploré l'agriculture durable, la question des minorités, l'économie verte, les questions migratoires, l'habitat durable, la biodiversité ou encore l'économie circulaire, ce numéro d'Afrique Durable 2030 revient à la problématique de base des enjeux environnementaux : la maîtrise d'une énergie propre et abondante.

Le numéro s'ouvre naturellement par le diagnostic de la situation énergétique de l'Afrique en reposant l'équation sans cesse ressassée: comment articuler l'impératif de développement et l'exigence de durabilité. Il s'agit de définir des politiques économiques qui prennent en compte les fondamentaux du développement économique, l'accès des populations à de l'énergie suffisante tout en intégrant les enjeux liés aux changements climatiques. C'est pourquoi le premier article proposé par Davy Pouaty Nzembialela, commence par l'état des lieux des ressources énergétiques en Afrique, puis montre comment les politiques publiques prennent en compte les exigences de développement durable avant d'examiner les mécanismes de financement innovants et les initiatives locales financées par les Banques Internationales et Régionales qui soutiennent la transition écologique et énergétique en Afrique.

L'articulation entre ce premier tableau et les crises mondiales comme la COVID-19 ou encore le conflit russo-ukrainien traduit une exacerbation des défis énergétiques de l'Afrique, en amplifiant les vulnérabilités structurelles d'un système énergétique originellement défaillant. C'est pourquoi le deuxième article, celui de Samuel R. Zang travaille sur la sécurité énergétique du continent, en explorant les stratégies permettant aux pays africains de répondre à leurs besoins énergétiques de manière autonome et durable, en mettant l'accent sur le rôle des acteurs communautaires en synergie avec leurs partenaires régionaux et internationaux. Pour ce faire, les spécificités énergétiques de cinq pays africains (Afrique du Sud, Cameroun, Maroc, Kenya, Sénégal) sont examinées, afin d'illustrer les défis communs et les particularités locales. Des recommandations sont faites pour permettre une gouvernance synergique et une coopération renforcée en matière d'énergie.

On ne peut pas dire que ces défis n'ont pas été pris en compte par les gouvernements africains puisque dès les années 1980-1990, dans la vague des réformes menées sur les services publics, plusieurs ont concerné la question énergétique. Plus précisément, de nombreuses réformes structurelles et réglementaires ont concerné le secteur de l'électricité. Alors, pour permettre d'aller plus loin, Honoré Bidiassé, Marius Bendoma et Franky B.A. Koguedale, à travers le troisième article, nous proposent une analyse de ces réformes en Afrique subsaharienne en mettant l'accent sur trois indicateurs de performance : la couverture du service, l'efficacité des opérateurs et la part des énergies renouvelables.

C'est une analyse qui mérite de s'appliquer spécifiquement aux deux grands géants de l'énergie en Afrique, que sont le Nigéria et l'Algérie. Si les deux pays ont une forte dépendance vis-à-vis des énergies fossiles, ils ont plutôt des destins croisés en termes de transition énergétique. L'Algérie, qui a un taux d'électrification proche de 100%, vit une évolution plutôt lente de son mix énergétique alors même que le Nigéria, qui fait face à d'importants défis en matière d'électrification, fait des progrès significatifs en matière de renouvelables. Les deux pays doivent, dans tous les cas, accélérer leur transition, en misant sur les atouts considérables dont ils disposent pour développer leurs secteurs des énergies renouvelables. Selon Frank Kodbaye qui a consacré son analyse, dans l'article 4, à la difficile transition de ces deux géants pétroliers et gaziers vers les énergies vertes, l'Algérie et le Nigéria doivent renforcer leur cadre réglementaire, attirer davantage d'investissements privés, intensifier la coopération régionale et internationale, assurer la formation de la main-d'œuvre locale et le développement d'une industrie nationale des énergies renouvelables pour réussir véritablement leur transition énergétique.

Pour revenir au cas spécifique du Nigéria, il y a une préoccupation particulière liée à l'impact des actions des groupes terroristes sur le système énergétique du pays. C'est la problématique posée par Liam Carnes-Douglas dans le 5ème article qui étudie l'état de siège imposé au secteur de l'énergie au Nigéria par un groupe terroriste en particulier : l'Islamic State West Africa Province (ISWAP), Province de l'État islamique en Afrique de l'Ouest. Face à l'instabilité électrique et à l'insécurité énergétique, l'auteur prône la résilience du système nigérian. Cela passe à la fois par des réponses durables aux causes profondes du terrorisme et une politique spécifique de sécurisation des réseaux énergétiques.

Parlant de réponses durables, Brian Kithinji, Elijah Bakari, Loraine Kabaka et Sylvia Wachira proposent dans l'article 6 que l'Afrique saisisse l'opportunité d'exploiter le potentiel de l'hydrogène vert pour son développement durable. Le diagnostic est clair : alors que l'hydrogène représente une opportunité cruciale dans la transition énergétique et que les grandes nations font de substantiels efforts pour décarboner leur économie, l'Afrique rencontre encore de nombreux obstacles à l'adoption de l'hydrogène à grande échelle. Pour y remédier, les auteurs invitent les gouvernements, le secteur privé, les organisations multilatérales et les instituts de recherche à coordonner leurs efforts afin de réduire les coûts, d'augmenter les capacités de production et de mettre en place des cadres réglementaires solides. C'est à ce prix que l'Afrique pourra favoriser l'accès à une énergie propre pour toutes ses populations, notamment les femmes. Ainsi, dans le 7ème et dernier article, Patrice Nnuka Tsekane, Olivier Dimala et Sinclair Medjo Nna posent l'accès à l'énergie et au capital humain comme un défi pour l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne. Pour les auteurs, l'Afrique subsaharienne se trouve à un tournant crucial de son développement et doit faire face à un défi majeur : assurer un accès universel aux services énergétiques modernes. Dans ce défi, la condition des femmes est à relever comme un sujet majeur, puisque les disparités en matière d'accès à l'énergie impactent l'autonomisation des femmes à travers des éléments constitutifs du capital humain que sont la santé et l'éducation.

En se posant la question de savoir comment l'impact sexospécifique de la pauvreté énergétique se manifeste dans les différentes dimensions du capital humain, notamment l'éducation, les soins de santé et la participation économique, les auteurs de l'article démontrent que les implications de la pauvreté énergétique se répercutent sur diverses dimensions de la vie des personnes, entravant la réussite scolaire, limitant les opportunités économiques et compromettant le bien-être général.

D'où la nécessité de travailler à réduire la pauvreté énergétique, notamment pour les femmes, cœur battant des ménages. Cela permettrait non seulement de favoriser l'autonomisation économique des femmes, mais aussi de contribuer à l'amélioration des conditions de vie de toutes les familles, à la réduction de la mortalité infantile et à une meilleure éducation des enfants.

Au total, le diagnostic étant largement partagé, il revient à tous les acteurs en Afrique de reposer la question énergétique au cœur du projet de développement durable de toute l'Afrique.

La question énergétique en Afrique. Entre impératif de développement et nécessité de durabilité

Par Davy Pouaty Nzembialela

Introduction

L'accès à l'énergie pour tous en Afrique demeure un problème majeur sur le continent. Elle nécessite des investissements colossaux et des politiques publiques clairement définies qui prennent en compte le diagnostic réel dans le secteur de l'énergie, l'implication des acteurs et de toutes les parties prenantes, et la valorisation du potentiel du marché africain des énergies renouvelables. Ainsi, la thématique soumise à notre appréciation nous oblige à nous interroger de la manière suivante : comment l'Afrique peut-elle concilier les enjeux de la transition verte et de la transition énergétique tout en conciliant les impératifs de développement durable ? et peut-on définir des politiques économiques qui prennent en compte les aspects de développement en Afrique et l'accès à l'énergie pour les populations africaines, tout en intégrant les enjeux liés aux changements climatiques ?

En effet, l'économie politique est un outil qui peut aider les pays à comprendre le processus de transition et les conflits qui opposent la politique traditionnelle, l'économie et les politiques environnementales. C'est un processus continu que les pays doivent adopter dans les stratégies de mise en œuvre de leurs politiques publiques. De plus, notre analyse portera sur un examen de plusieurs sources documentaires, à savoir : les rapports et les études des organisations internationales, des instituts de recherche, les articles divers, les thèses de doctorat ainsi que la webographie, *etc.* Ces dernières années, les études de la Communauté Économique Africaine (CEA), des Organisations Internationales et de certains instituts de recherche ont pu aider les États africains à adopter et à mettre en œuvre des politiques et stratégies d'économie verte. Ainsi, notre article traitera d'abord de l'état des lieux des ressources énergétiques en

Afrique, puis nous montrerons comment les politiques publiques prennent en compte les exigences de développement durable. Enfin, nous examinerons les mécanismes de financement innovants et les initiatives locales financés par les Banques Internationales et Régionales afin de soutenir la transition écologique énergétique en Afrique.

1. L'état des lieux des ressources énergétiques en Afrique¹

Cette première partie fera un état des lieux non exhaustif des principales ressources énergétiques en Afrique.

Les ressources énergétiques non renouvelables

Le pétrole brut : l'Afrique possède 7,5 % des réserves mondiales de pétrole brut qui sont concentrées en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest, et ces réserves représentent 10,6 % de la production mondiale. Elle détient 3,6 % des capacités de raffinage installées dans le monde, et cela l'a conduit à exporter les trois quarts de sa production de pétrole. Ces réserves ont augmenté depuis la fin des années 1990 et sont passées de 75 milliards de barils à 126 milliards durant la période 1997-2017, soit une croissance de 68%. La production de pétrole brut s'est élevée à 8 millions de barils par jour en 2017 et a constitué près de 8,7% de la production mondiale. Les principaux producteurs de pétrole en Afrique sont le Nigéria et l'Angola qui représentent près de 45% de la production africaine totale et 4% de la production mondiale totale².

Le gaz naturel : il est souvent utilisé en association avec d'autres combustibles pour la production d'électricité. Les ressources de gaz naturel de l'Afrique sont estimées à 7,1% des réserves mondiales. Ces réserves sont localisées en Afrique de l'Ouest notamment au Nigéria qui dispose de 38% des ressources africaines et en Afrique du Nord précisément en Algérie (31%), en Égypte (13%) et en Libye (10%).

¹ Rim Berahab, Energies renouvelables en Afrique : Enjeux, défis et opportunités, Policy Center for the New, PP-19/06 South, Rabat, mai 2019, pages 7 à 25.

² Idem p.8.

La consommation de gaz en Afrique a atteint 141 milliards de mètres cubes. Elle a ainsi enregistré un taux de croissance annuel moyen de 4,3 % durant la période 2006-2016 et a augmenté de 6,8 % en 2017. La production d'électricité est le principal moteur de la croissance de la consommation du gaz tant en Afrique du Nord qu'en Afrique subsaharienne.

- **Le charbon** : l'Afrique du Sud possède 90% des réserves africaines de charbon et se situe au neuvième rang mondial en matière de potentiel avec 5% des réserves mondiales après les États-Unis (25% des réserves mondiales), la Russie (16%) et la Chine (11,6%). Elle se situe au troisième rang s'agissant des exportations. Les combustibles traditionnels représentent plus de la moitié du bilan énergétique primaire et final de l'Afrique.

- **L'énergie nucléaire** : l'énergie nucléaire est produite à partir de l'uranium ou du plutonium. L'Afrique comprend trois des dix plus grands détenteurs de ressources brutes en uranium au monde : la Namibie, le Niger et l'Afrique du Sud. Le continent fournit une part importante de la production mondiale d'uranium (18%), répartie comme suit : la Namibie (8,2%), le Niger (7,7%), le Malawi (1,2%) et l'Afrique du Sud (1,1%). L'Afrique du Sud est le seul pays à disposer d'une capacité de production d'énergie nucléaire qui est estimée à 14 202 gigawattheures (GWh) produits en 2013, et a annoncé son intention de l'étendre. Les autres pays africains tels que le Kenya et la Namibie ont manifesté leur intérêt d'intégrer l'énergie nucléaire à leur mix énergétique domestique. Cependant, l'introduction de l'énergie nucléaire pose de nombreux défis liés à des investissements initiaux indispensables, à la nécessité de développer des capacités techniques en formant des ingénieurs et des techniciens hautement qualifiés, à la réglementation et à des défis environnementaux importants (production de déchets radioactifs).

- **L'énergie nucléaire** : l'énergie nucléaire est produite à partir de l'uranium ou du plutonium. L'Afrique comprend trois des dix plus grands détenteurs de ressources brutes en uranium au monde : la Namibie, le Niger et l'Afrique du Sud. Le continent fournit une part importante de la production mondiale d'uranium (18%), répartie comme suit : la Namibie (8,2%), le Niger (7,7%), le Malawi (1,2%) et l'Afrique du Sud (1,1%). L'Afrique du Sud est le seul pays à disposer d'une capacité de production d'énergie nucléaire qui est estimée à 14 202 gigawattheures (GWh) produits en 2013, et a annoncé son intention de l'étendre.

Les autres pays africains tels que le Kenya et la Namibie ont manifesté leur intérêt d'intégrer l'énergie nucléaire à leur mix énergétique domestique. Cependant, l'introduction de l'énergie nucléaire pose de nombreux défis liés à des investissements initiaux indispensables, à la nécessité de développer des capacités techniques en formant des ingénieurs et des techniciens hautement qualifiés, à la réglementation et à des défis environnementaux importants (production de déchets radioactifs).

Les ressources énergétiques renouvelables

La bioénergie : elle constitue une source d'énergie renouvelable importante et elle est générée par la conversion des produits solides, liquides et gazeux dérivés de la biomasse. En Afrique, la bioénergie domine le mix³ énergétique. Elle constitue près de 49% de la demande d'énergie primaire en 2017, dépassant ainsi la part du pétrole (22%) et du gaz (15%). Elle est une source de déforestation. L'utilisation de la biomasse traditionnelle⁴ prédomine en Afrique où elle est brûlée directement, soit à des fins de cuisson et d'éclairage dans le secteur résidentiel ou dans le secteur industriel. Cette situation engendre des conséquences néfastes pour la santé des populations et pour l'environnement. Concernant l'utilisation de la bioénergie moderne pour la production d'électricité et de chaleur, elle ne représente qu'une très petite part en Afrique. La capacité installée est estimée à 1,3 GW en 2017, dont 40 mégawatts (MW) pour le biogaz⁵. La consommation de ce dernier enregistre cependant une croissance annuelle moyenne de 2% pour la période 2000-2016.

L'énergie hydroélectrique : c'est la source la plus importante d'électricité renouvelable au monde, et elle produit environ 16% de l'électricité mondiale à partir de plus de 1200 gigawatts (GW) de capacités installées. En Afrique, l'énergie hydroélectrique est un élément important dans les nombreux systèmes électriques existants, et son potentiel technique sur le continent est colossal. Il est estimé à 350 GW et pourrait générer près de 1200 térawattheures (TWh) par an, soit 3 fois le niveau de consommation actuelle de l'Afrique subsaharienne.

³ Rim Berahab, Energies renouvelables en Afrique : Enjeux, défis et opportunités, Policy Center for New South, Rabat (Maroc), mai 2019, page 12.

⁴ Idem page 12

⁵ Idem, page 13 (source : IRENA).

Le bassin du Congo représente 40% du potentiel total hydroélectrique et comprend des pays tels que le Congo, la République Démocratique du Congo et le Cameroun. Des opportunités importantes existent également dans le bassin du Nil en Éthiopie et en Égypte. En Afrique australe, plus précisément en Angola, en Afrique du Sud, et en Afrique de l'Ouest, particulièrement en Guinée et au niveau des fleuves du Niger et du Sénégal. Cependant, plus de 90% de ce potentiel demeure inexploité. Actuellement, 35 GW de capacités hydroélectriques sont installées en Afrique, soit un dixième⁶ de son potentiel identifié.

La production d'électricité à partir de cette ressource en Afrique a connu une croissance annuelle moyenne de 3,1% durant la période 2006-2017, et la consommation a suivi une tendance similaire. Cependant, elle demeure toujours en dessous de son potentiel, et la consommation d'hydroélectricité a connu une croissance importante de l'ordre de 3,2 % en moyenne par an durant la période 2000-2017, ce qui témoigne des efforts des pays africains pour investir dans cette technologie.

L'énergie solaire : c'est la source d'énergie renouvelable la plus propre et la plus abondante, et son utilisation reste limitée en comparaison avec celle de l'énergie hydroélectrique. L'énergie solaire produit environ 2% de l'électricité mondiale à partir de 403 GW de capacités installées. Les options de production d'électricité à partir de l'énergie solaire incluent les installations de grandes tailles de type photovoltaïques (PV) et concentrées (CSP) ainsi que les installations de petites tailles qui sont plus adaptées à la production d'énergie *off-grid*⁷. Les utilisations de l'énergie solaire comprennent la production de chaleur pour des usages domestiques ou des activités industrielles non intensives, ainsi que pour le refroidissement. L'Afrique est riche en énergie solaire, et la majeure partie du continent bénéficie en moyenne de plus de 320 jours de soleil par an, soit le double du niveau moyen en Allemagne. Par ailleurs, la distribution du niveau d'irradiance est relativement uniforme et est estimée à près de 2000 kilowattheures (kWh) par mètre carré (kWh/m²) par an.

⁶ Idem, page 14 (source : IRENA).

⁷ Idem, page 15 (source IRENA). Un système *off-grid* est un système qui n'est pas raccordé au réseau de distribution d'électricité. Le système fonctionne donc de manière autonome. L'énergie des panneaux solaires est stockée dans des batteries pour être utilisée quand le soleil ne brille pas. Un système *on-grid* signifie que l'installation d'énergie renouvelable (panneaux solaires, éolienne etc.) est raccordée au réseau d'électricité. Ce qui est le cas pour la plupart des habitations. Et le système *semi-off-grid* est la possibilité d'alimenter les installations électriques *off-grid* par un réseau de distribution, la transition entre les modes *on-grid* et *off-grid* doit se faire selon le principe « break-before-make ». Le mécanisme comprend un verrouillage qui permet d'éviter en toutes circonstances un raccordement simultané au réseau de distribution (*on-grid*) et à l'alimentation alternative (*off-grid*). Le temps minimum d'interruption au cours du basculement du réseau de distribution vers l'alimentation alternative ou vice-versa est de 50 ms (50 millisecondes).

L'énergie éolienne : elle est l'une des sources d'énergie renouvelable avec la croissance la plus rapide au niveau mondial. En 2017, sa capacité cumulative a atteint 515 GW, répartie entre 497 GW pour l'éolien terrestre et 18 GW pour l'éolien offshore. L'énergie éolienne représente près de 4% de la production mondiale d'électricité. En Afrique, son potentiel est estimé à 1300 MW, mais il est moins uniformément réparti que les ressources solaires.

Les ressources éoliennes de qualité moyenne se trouvent dans la majeure partie de l'Afrique du Nord. Le potentiel existe aussi dans la région du Sahel, dans les régions montagneuses de l'Afrique australe (Afrique du Sud, Lesotho, Malawi, Zambie) et dans certaines régions de l'Afrique de l'Est, notamment dans la Corne de l'Afrique et le long de la vallée du Grand Rift (Érythrée, Djibouti, Somalie, Éthiopie, Kenya et Tanzanie). Malgré le potentiel éolien élevé de certains pays africains, la production d'électricité d'origine éolienne est encore limitée, avec une capacité installée estimée à 4,5 GW en 2017⁸. La consommation d'électricité issue de l'énergie éolienne en Afrique a connu une croissance de 20% durant la période 2006-2016. Les cinq plus grands marchés de l'énergie éolienne à l'origine de cette croissance sont l'Afrique du Sud, le Maroc, l'Égypte, l'Éthiopie et le Kenya qui possèdent plus de 90% de la capacité installée.

La géothermie : elle produit du chauffage, du refroidissement et de la production d'électricité à base de ressources hydrothermales à haute température, de systèmes aquifères à basses et moyennes températures et de ressources de roches chaudes. En Afrique, les technologies géothermiques ne représentent qu'une petite fraction de l'alimentation électrique mais peuvent constituer une option attrayante. La production d'électricité issue de la géothermie a ainsi connu une forte croissance durant la période 2000-2016 en enregistrant un taux annuel moyen de 17%. Les ressources géothermiques sont concentrées dans la vallée du Rift en Afrique de l'Est, avec un potentiel total estimé entre 10 GW et 15 GW. Le coût de la production est compétitif par rapport aux combustibles fossiles et l'énergie géothermique n'est pas caractérisée par les problèmes de variabilité associés à certaines énergies renouvelables. Le Kenya⁹ a une capacité géothermique installée d'environ 250 MW et 280 autres sont en cours de développement. L'Éthiopie¹⁰ a développé ses ressources géothermiques sous l'égide du projet énergétique Corbetti qui vise à accroître sa capacité de 1GW au cours de la prochaine décennie.

⁸ Idem, page 16 (source IRENA).

⁹ Annexe.

¹⁰ Annexe.

2. Les enjeux¹¹ et les déterminants des énergies renouvelables en Afrique

Les enjeux des énergies renouvelables en Afrique consistent à garantir la sécurité de l'approvisionnement en énergie afin de favoriser la dynamique du développement économique de ce marché et des activités liées.

La volatilité des prix des hydrocarbures, la dépendance à l'égard des combustibles fossiles et les perturbations dans leur approvisionnement sont susceptibles d'entraver les activités économiques dans les secteurs à forte densité d'énergie. Ainsi, la chute des prix du pétrole en 2014 a eu des répercussions négatives sur les économies des pays producteurs de pétrole de l'Afrique, à l'instar du Nigéria dont la croissance du PIB a chuté de 6,3% en 2014 à 2,5% en 2015. L'autre enjeu est celui de l'accès à une énergie qui soit abordable et fiable. Une part importante de la population en Afrique, environ 600 millions d'individus, disposent d'un accès inexistant à l'électricité en 2017 et ceux qui y ont accès souffrent de coupures de courant fréquentes. Le taux moyen d'électrification est de 52% pour le continent et il cache en réalité d'importantes disparités régionales : il est de 100% en Afrique du Nord et 84% en Afrique du Sud alors qu'il est de 26% en Afrique centrale. S'y ajoute la décarbonisation du mix énergétique. L'Afrique est considérée comme le continent le plus vulnérable aux effets du changement climatique, bien que sa contribution aux émissions de dioxyde de carbone soit faible, en comparaison avec d'autres pays en développement. Il devient nécessaire de limiter la part des combustibles fossiles dans le mix énergétique africain et de mettre en place des stratégies d'atténuation et d'adaptation climatique. De ce fait, le déploiement des énergies renouvelables en Afrique serait bénéfique pour les pays du continent grâce à l'amélioration de l'indépendance et de la sécurité énergétique, à travers la contribution aux actions climatiques et au développement économique soutenable et durable.

Le développement de l'économie africaine, l'accroissement de sa population et l'urbanisation rapide exercent une pression forte sur sa demande en énergie qui est en augmentation constante. En 2040, elle devrait avoisiner 1299 Mtep¹² soit un taux de croissance annuel moyen de 2% : l'un des plus élevés parmi les régions du monde après l'Asie du Sud-Est et le Moyen-Orient.

¹¹ Idem, page 17.

¹² Millions de tonnes équivalent pétrole.

Cette demande peut être satisfaite à travers des sources d'énergie traditionnelles, et des sources d'énergies renouvelables ou d'une combinaison des deux. Le progrès des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité est une réalité en Afrique. Elle démontre l'impact fructueux des politiques publiques sur le déploiement et la réduction des coûts des technologies renouvelables, les rendant ainsi plus compétitives dans plusieurs pays. Au niveau mondial, les modules photovoltaïques solaires sont 80% moins chers qu'en 2009. En 2023, le tarif de l'électricité en Afrique est d'environ 0,235 dollar le Kilowatt par heure. Un constat similaire est observé pour l'éolien terrestre, dont le coût moyen a chuté de 22% durant la période 2010-2017 pour s'établir à 0,06 \$/kWh. En Afrique, les coûts des technologies renouvelables diminuent rapidement, et selon la base de données IRENA Costing Alliance, le coût de revient total des projets d'énergie solaire en Afrique en 2013 et en 2014 ont varié entre 0,13 et 0,26 USD par kilowattheure (kWh). Au niveau continental, les coûts moyens de production d'électricité pour l'hydroélectricité et l'éolien terrestre se situent déjà dans la fourchette des coûts des énergies fossiles. Les coûts pour la géothermie et le solaire PV¹³ s'en rapprochent tandis que le solaire CSP¹⁴ demeure nettement plus cher¹⁵. Rappelons que le coût moyen de la production d'électricité n'est pas le seul indicateur de la compétitivité entre les combustibles fossiles et les énergies renouvelables. Les décisions d'investissement dans les nouvelles capacités de production d'énergie impliquent un processus décisionnel complexe qui prend en compte divers risques et avantages et dépend fortement du cadre des marchés et des réglementations spécifiques.

3. L'élaboration des politiques publiques intégrant les exigences du développement durable

Cette partie présente succinctement les différentes stratégies qui ont permis aux pays africains d'élaborer des programmes économiques de transitions vertes ou écologiques.

¹³ Photovoltaïque.

¹⁴ Les technologies *d'énergie solaire thermique à concentration* (CSP) peuvent être utilisées pour produire de l'électricité en convertissant l'énergie du soleil pour alimenter une turbine mais, les mêmes technologies de base peuvent être utilisées pour fournir de la chaleur à diverses applications industrielles comme le dessalement de l'eau, l'amélioration du pétrole, la valorisation ou la transformation agroalimentaire etc.

¹⁵ Idem, p.24 (source : IRENA Renewable Cost Database).

Les stratégies¹⁶ en matière d'économie verte en Afrique

Les stratégies des pays africains en matière d'économie verte portent sur les différents secteurs prioritaires. Les innovations sociales réalisées en Afrique de l'Est et en Afrique centrale visent à relever les défis du développement durable tels que la sécurité alimentaire, les énergies renouvelables et l'atténuation des effets des changements climatiques. Certains pays ont investi dans des parcs technologiques, notamment le Ghana, le Kenya, le Nigéria et la Tunisie. L'adoption en septembre 2015 du *Mécanisme de facilitation des technologies de l'ONU en faveur des technologies propres et écologiquement rationnelles* devrait contribuer à réduire l'écart technologique entre les pays du Nord et du Sud. En outre, la coopération internationale s'intensifie pour améliorer la capacité des pays les moins avancés à disposer de technologies mises au point ailleurs et leur capacité à déposer des brevets (UNESCO, 2015). Le manque de volonté politique pour mettre en œuvre au niveau national les politiques ayant des effets à long terme est le principal obstacle à la croissance et à la transformation de l'Afrique. Les stratégies d'économie verte ne peuvent aboutir que si elles sont mises en œuvre dans le cadre d'un engagement à long terme en faveur de la transformation et appuyées par tous les acteurs, notamment les gouvernements, la finance, la société civile et le secteur privé. Au Rwanda, l'objectif de la Stratégie nationale sur le changement climatique et le développement à faible émission de carbone (2011-2050) est de passer d'une économie agricole de subsistance à un pays à revenu intermédiaire. Les trois principales sources d'émissions de gaz à effet de serre au Rwanda (agriculture, énergie et transports) sont visées dans les « gains importants » de l'atténuation. Cette stratégie est fondée sur une vision à long terme ayant pour but de faire du Rwanda une économie développée, résiliente aux changements climatiques et à faibles émissions de carbone à l'horizon 2050. Le pays a défini 14 programmes d'action sectoriels spécifiques et 5 grands piliers axés sur la gouvernance, les finances, les capacités, l'innovation et la planification. La deuxième Stratégie nationale pour la transformation du Rwanda 2024-2029 (NST2), d'une durée de cinq ans, reposera sur des plans sectoriels orientés vers la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies. Certains pays ont adopté des stratégies et des politiques d'économie verte qui sont intégrées dans l'architecture nationale de planification du développement.

¹⁶ Économie politique d'une transition vers l'économie verte en Afrique, Commission économique pour l'Afrique, Addis-Abeba, Éthiopie, 2020, p.8.

L’Afrique du Sud, le Burkina Faso, le Gabon, le Ghana, le Kenya, le Maroc, le Mozambique et la Tunisie etc., Ont opté pour l’écologisation¹⁷ de leurs économies.

La conciliation du décollage économique de l’Afrique avec la limitation de son empreinte carbone

L’Afrique est la dernière région à assurer son décollage économique, et son empreinte¹⁸ carbone est limitée par rapport aux autres continents. Les émissions de GES¹⁹ par habitant en Afrique restent inférieures à celles de l’Asie de l’Est et de l’Europe et décroissent depuis 20 ans. Les engagements de l’Accord de Paris exigent une moyenne mondiale de 2,9 tCO₂/habitant en 2030. Certains pays ont globalement respecté cette exigence (Madagascar, Maroc) alors que les autres sont en dessous de ce seuil (Comores, Kenya) ou se maintiennent à un niveau élevé d’émissions par habitant (Afrique du Sud, Nigéria). Les Contributions Nationales Déterminées (CDN) africaines font clairement ressortir une forte conditionnalité des engagements souscrits aux soutiens extérieurs, spécialement financiers. Une analyse prospective montre que l’Afrique dispose de plusieurs atouts pour éviter une trajectoire hautement carbonée comme celle observée en Asie. Le continent dispose de plusieurs sources d’énergie primaire abondantes et renouvelables. Bien que l’Afrique affiche le plus fort potentiel d’énergie solaire au monde, seuls 5GW de solaire photovoltaïque y étaient installés en 2019, soit moins de 1 % de la capacité mondiale (Agence internationale de l’énergie, 2019). L’Afrique dépend encore à 40 % de la bioénergie (bois énergie, charbon de bois) pour son énergie primaire, avec en corollaire un accès à l’électricité encore très faible bien qu’en voie d’amélioration (45 % en Afrique subsaharienne). Les énergies renouvelables devront représenter 76% du mix électrique africain d’ici 2040 (contre 21% en 2019) afin d’assurer l’alignement avec l’Accord de Paris (*Sustainable Development Scenario* de l’Agence internationale de l’énergie : 2°C). Cela nécessitera l’installation de 26 GW par an d’énergies renouvelables d’ici 2040, contre 3GW entre 2018 et 2019. Ce besoin d’investissements considérable doit passer par des programmations sectorielles qui intègrent les objectifs de décarbonation et une meilleure mobilisation du secteur privé pour investir localement dans ces nouvelles capacités.

¹⁷ Économie politique d’une transition vers l’économie verte en Afrique, Commission économique pour l’Afrique, Addis-Abeba, Éthiopie, 2020, p.12.

¹⁸ François-Xavier Bellocq, François-Xavier Duporge, Mathilde Gauthier, Annabelle Laferrère et Bertrand Reyssset, Enjeux climat : réussir la transition en Afrique, Policy paper N°9, Edition AFD, octobre 2021, page 6.

¹⁹ Source : *Climate Watch* (CAIT) 2021. GES : Gaz à Effets de Serre.

En matière d'habitat et de logement, des politiques d'aménagement sont nécessaires pour l'adaptation des espaces d'habitation. Chaque année, près d'un demi-million d'habitants sont affectés par les inondations issues de la montée des eaux et de l'érosion côtière en Afrique de l'Ouest uniquement. Deux tiers des villes africaines sont dans une situation de risque extrême d'inondation du fait d'infrastructures de qualité médiocre et du manque de planification spatiale (Megan Rowling, 2018). Cette planification devra également permettre d'améliorer la sobriété énergétique des villes en forte croissance. La croissance démographique urbaine appelle par ailleurs des gains de productivité dans les secteurs de l'agriculture et de l'élevage pour assurer l'approvisionnement alimentaire et réduire la pression sur les surfaces boisées. Or, le changement climatique induit des chocs qui dégradent l'ensemble des filières (production, transformation, accès au marché) et impliquent une volatilité récurrente des prix et de la production alimentaire (inondations, salinisation, désertification, pertes alimentaires, sécurité alimentaire et climat). De ce fait, il faudrait renforcer la résilience aux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes pour l'ensemble de la filière agroalimentaire, c'est-à-dire du champ à l'assiette. Les gains de productivité nécessiteront un accès facilité à l'énergie qui devra rester peu carbonée. Ces éléments de résilience au niveau des filières se retrouvent à l'échelle territoriale, en milieu rural où l'agriculture demeure une composante sociale et économique majeure.

Les opportunités d'une trajectoire de développement sobre et résiliente

La transition bas-carbone peut renforcer la compétitivité et la résilience économique dans les pays où la croissance et la stabilité financière sont dépendantes du cours des hydrocarbures. Certains pays comme l'Éthiopie, dont le mix énergétique repose très largement sur les énergies renouvelables, sont engagés sur une trajectoire de transition. Globalement, les prix sont favorables aux énergies renouvelables (ENR) et faciliteront les transitions : en 2019, le kWh produit en énergie renouvelable était 56% moins cher que l'énergie fossile la plus économique disponible et le solaire était la source énergétique la plus économique depuis 2019 selon l'International Renewable Energy Agency, 2020. Lors de la COP15 (2009, Copenhague), le continent s'est joint à la communauté internationale dans son engagement à maintenir la température moyenne du globe sous le seuil de 1,5 °C et a pris des engagements forts en assumant sa part de responsabilité dans la riposte internationale aux changements climatiques.

Les États africains ont tous soumis leurs contributions déterminées au niveau national (CDN) à l'occasion de la COP15 et ont ratifié l'Accord de Paris. Notons qu'en dépit de la grande diversité de profils climatiques des pays africains, le continent a développé depuis une dizaine d'années une véritable diplomatie climatique panafricaine. Elle est incarnée par l'Union Africaine (UA) et portée par les délégations africaines lors des négociations climatiques. En vue de l'Accord de Paris, une position commune africaine a été arrêtée en juin 2015, prônant la stabilisation de la température moyenne mondiale à un niveau nettement inférieur à 1,5 °C, un équilibre entre atténuation et adaptation ainsi que des financements sûrs et durables. En janvier 2016, une nouvelle position commune a appelé les États africains à ratifier l'Accord de Paris et à élaborer une stratégie maximisant ses avantages pour l'Afrique.

L'Agenda 2063 de l'UA (cadre²⁰ stratégique de 50 ans) incarne cette vision africaine d'un continent prospère et résilient au changement climatique, et d'un développement durable à long terme. Les objectifs pour 2023 comprennent : l'augmentation de la part des énergies renouvelables (éolienne, solaire, hydraulique, biomasse et géothermique) dans la production totale d'énergie d'au moins 10%; la certification de l'efficacité énergétique d'au moins 10 % de tous les bâtiments urbains et les transports en commun urbains alimentés par des carburants à faibles émissions, constituant au moins 15 % de l'ensemble des transports urbains.

4. Les mécanismes de financement innovants : les initiatives locales financées par les Banques Internationales et Régionales pour soutenir la transition écologique et énergétique en Afrique.

Cette partie présentera un aperçu des mécanismes de financement innovants à travers la promotion des investissements dans les énergies renouvelables en Afrique, ainsi que les principaux défis qui entravent l'accroissement de ces investissements.

²⁰ Document de référence industriALL, Recherche menée par l'Institut de recherche sur le travail et le développement économique du Zimbabwe, Industri Global Union et Trade Union Competence Center for Sub-Saharan Africa, p.12.

La promotion des investissements dans les énergies renouvelables en Afrique

Les engagements en faveur des infrastructures globales en Afrique sont estimés à 160,7 milliards de dollars entre 2021 et 2030²¹. Bien qu'il s'agisse d'une hausse importante par rapport à l'année précédente où ces engagements se sont établis à 66,9 milliards de dollars, cela demeure insuffisant pour répondre aux besoins du continent. Le secteur de l'énergie est le deuxième destinataire des investissements en infrastructures après le secteur du transport. En 2017, les engagements pour le secteur de l'énergie ont atteint 24,7 milliards de dollars, réalisant une hausse importante par rapport aux 20,6 milliards de dollars de l'année précédente mais ils sont toujours au-dessous des 33,5 milliards de dollars enregistrés en 2015. La croissance des engagements en faveur du secteur de l'énergie est due à la hausse des financements chinois, des investisseurs privés et des États africains. Ainsi, les financements des États africains sont passés de 4,4 milliards de dollars en 2016 à 5,6 milliards de dollars en 2017²². L'Afrique de l'Ouest était la région qui a reçu le plus d'engagements pour ses infrastructures énergétiques, toutes sources²³ confondues, représentant 34% du total, soit 8,5 milliards de dollars. Elle est suivie par l'Afrique du Nord (19,7%), l'Afrique australe (15%) et l'Afrique de l'Est. En ce qui concerne les investissements dans les énergies renouvelables, ils ont totalisé 9 milliards de dollars, entièrement dédiés à l'électricité. L'Égypte s'est positionnée en tant que leader africain, en enregistrant 2,6 milliards de dollars d'investissements en 2017. Il est donc nécessaire pour les pays africains de résoudre les défis liés au financement afin d'accroître les investissements pour les projets en énergies renouvelables.

L'accroissement des investissements dans les énergies renouvelables en Afrique

Les projets d'énergie renouvelable nécessitent d'importantes ressources financières et une longue période de construction et de retour sur investissement. La mobilisation des fonds qui peuvent être investis dans de tels projets demeure un défi de taille pour l'Afrique.

²¹ Idem, p.25 (source : Consortium pour les infrastructures en Afrique).

²² Idem, p.25.

²³ Idem, p.25.

Un premier défi réside dans la compétition des projets d'énergies renouvelables avec les projets portant sur les énergies fossiles. C'est le cas pour les projets portant sur les énergies solaires et éoliennes. Bien que leurs prix aient considérablement diminué ces dernières années, leurs coûts de production à l'heure actuelle restent plus chers que ceux des combustibles fossiles. Cette situation s'explique par le fait que les parties prenantes ne prennent pas en compte les coûts implicites associés aux projets d'énergie fossiles dans leurs évaluations, telles que les coûts sociaux et environnementaux (pollution, dégradation des sols, effets néfastes sur la santé). C'est pourquoi les projets d'énergies solaire et éolienne sont moins chers par rapport aux projets d'énergies fossiles. L'autre désavantage réside dans les subventions aux combustibles fossiles que la plupart des pays africains accordent, ce qui leur confère un avantage concurrentiel encore plus grand par rapport aux énergies renouvelables aux yeux des investisseurs. En effet, les projets d'énergie renouvelable nécessitent des investissements importants en amont, bien que leurs coûts d'exploitation soient ensuite réduits. Les investisseurs doivent être convaincus que le projet sera rentable et réalisera les performances proposées pendant la période de financement. Or, les marchés obligataires et les marchés de capitaux en Afrique sont relativement peu développés, et les marchés de capitaux étrangers sont difficiles à exploiter étant donné que les notations de crédit souverain de la plupart des gouvernements africains sont médiocres. Par conséquent, les risques du financement sont beaucoup plus élevés pour les projets d'énergies renouvelables, puisque les investisseurs sont exposés à un risque plus élevé si le projet échoue dans sa phase initiale. Par ailleurs, une part importante des dépenses d'investissement comme les salaires et les dépenses des travailleurs étrangers est souvent libellée dans une ou plusieurs monnaies étrangères tandis que les recettes, les dépenses de fonctionnement et les salaires des travailleurs locaux sont exprimés en monnaie locale. Ainsi, lorsque les monnaies locales dans lesquelles sont perçus les revenus de l'emprunteur se déprécient, le respect des obligations de l'emprunteur en devises telles que le dollar peut devenir encore plus difficile. De plus, l'orientation des flux financiers vers l'investissement de transition bas-carbone est un enjeu majeur impliquant les banques commerciales et les structures de supervision et de régulation, et cette orientation met également en jeu les stratégies de politiques publiques. Notons ici que la forte croissance des instruments obligataires est dédiée à la transition bas-carbone sur le continent africain.

En 2021, les émissions d'obligations vertes étaient de plus de 500 milliards de dollars US. Le marché a connu sa première contraction en 2022. En 2023, 600 milliards de dollars d'obligations vertes pourraient être émis. Il a continué de se diversifier, tant en matière de taille d'opérations qu'en nombre d'émetteurs, de pays et de continents d'origine. Si l'Europe, les États-Unis et la Chine se taillent la part du lion (78% du marché mondial pour la Chine), la plus forte croissance récemment enregistrée se situe en Afrique. Selon l'Initiative sur la politique climatique, l'Afrique aurait besoin de plus de 250 milliards USD par an de financements verts. Les émissions d'obligations vertes en Afrique subsaharienne ont atteint un montant record de 1,44 milliard USD en 2023, ce qui marque une hausse de 126% par rapport à l'année 2022. L'Afrique du Sud a ainsi émis l'obligation verte la plus importante en 2019 avec la mobilisation de 2,2 milliards USD (Nedbank et Acwa Power), suivie de celles du Nigéria (North South Power Company Limited, 136 millions USD) et du Kenya (Acorn Holdings, 40 millions USD). Ces émissions serviront à financer des investissements dans les énergies renouvelables (parcs éoliens et solaires), l'accès à l'eau durable ou l'efficacité énergétique des bâtiments.

La conciliation des enjeux sociaux et climatiques pour une transition équitable en Afrique

L'investissement dans des projets de lutte contre le changement climatique peut également être un vecteur du progrès social fondé sur l'accès à des services de base, à un emploi décent et à la réduction des inégalités, réalisant ainsi la conciliation de l'agenda climatique avec celui des ODD. En 2020, l'AFD a ainsi formulé sa perception de la transition juste comme la prise en compte systématique des dimensions sociales dans la conception et la mise en œuvre des projets et des politiques de transition écologique ainsi que les dimensions écologiques dans la conception et la mise en œuvre des projets et des politiques de transition sociale, tout en recherchant des modèles de développement et des trajectoires permettant conjointement d'assurer le développement humain dans le respect des limites écologiques.

Conclusion

En somme, l'accès à la diversité des sources d'énergie moderne est un enjeu de développement majeur pour les pays africains. L'Afrique possède des réserves d'hydrocarbures abondantes, des sources d'énergies renouvelables telles que le solaire, l'éolien, l'hydroélectricité et la géothermie, ce qui offre au continent une diversité de ressources énergétiques. Rappelons que la bioénergie traditionnelle et les énergies fossiles étaient des ressources privilégiées, et aujourd'hui les énergies renouvelables sont mises en avant. L'Afrique a le potentiel pour développer son marché des énergies renouvelables en jouant un rôle primordial dans l'électrification du continent. Ainsi, l'association des sources énergétiques diverses en Afrique et la hausse de l'utilisation des énergies renouvelables se justifient par des considérations économiques car les technologies des énergies renouvelables sont des sources d'énergie non polluantes et elles ont le potentiel d'attirer des investissements importants, de contribuer à la création d'emplois et à la croissance des économies locales. Sachant que le secteur de l'énergie accuse du retard dans les pays africains à cause d'un cadre juridique inapproprié et de l'inexistence d'incitations et de soutien au développement du secteur privé, l'intervention des gouvernements et des institutions financières internationales est indispensable afin de définir un cadre de travail ou un partenariat avec les secteurs de l'industrie dans le but d'accélérer les investissements. Les gouvernements africains doivent assainir le climat des investissements dans ce domaine afin d'instaurer un environnement favorable qui serait régi par un cadre juridique cohérent et approprié.

La sécurité énergétique post-Covid de l'Afrique à l'épreuve de la convergence des crises mondialisées : quels enjeux, pour quel avenir ?

Par Samuel R. Zang

Introduction

L'Afrique est un continent très riche en ressources naturelles²⁴. C'est un truisme que de l'affirmer. Toutefois, la plupart des pays africains sont, paradoxalement, toujours confrontés, depuis plusieurs décennies déjà, à des défis majeurs en matière de sécurité énergétique, à l'instar de leur forte dépendance aux importations de combustibles fossiles²⁵. Cette situation les expose, par conséquent, aux chocs extérieurs tels que ceux causés par la crise sanitaire mondiale récente et ses corollaires, autant que par le conflit russo-ukrainien.

La pandémie de Covid-19, en tant que prodrome d'une convergence des crises mondialisées, a exacerbé ces défis africains. Elle a mis en péril la sécurité humaine globale, non seulement en dégradant les conditions de vie des populations du fait d'une décélération du système productif et de l'érosion du capital social des États, mais également en réduisant les investissements et en perturbant les chaînes d'approvisionnement dans le secteur énergétique.

²⁴ L'Afrique détient environ 30 % des réserves de ressources minérales mondiales, y compris celles énergétiques, tous minerais confondus (plus de 60 types de minerais différents) : 40 % de l'or disponible, 90 % des réserves de chrome et de platine, 60% pour le cobalt, 80% pour le coltan, 70% pour le tantale, 46% pour le diamant, 25% pour l'uranium, 10 à 12 % des réserves de pétrole, 8 % de celles de gaz naturel ainsi que plusieurs autres ressources minérales essentielles pour les technologies d'énergie propre, telles que le lithium, le graphite, le cobalt, etc. En outre, l'Afrique concentre à elle seule 65 % des terres arables et 10 % des sources continentales d'eau douce renouvelable à l'échelle mondiale. Cf. Isabelle Ramdoo, « L'Afrique des ressources naturelles », *International Institute for Sustainable Development*, novembre 2019 in : <https://www.iisd.org/system/files/publications/afrique-ressources-naturelles-vanguardia-fr.pdf>

²⁵ Cf. Banque africaine de développement, *L'Afrique face aux défis de la sécurité énergétique : Impacts et perspectives*, Rapport annuel 2023 sur le développement en Afrique, Abidjan, 2023 et Union africaine, *Étude sur l'état de la sécurité énergétique en Afrique*. Département des Infrastructures et de l'Énergie, UA. Addis-Abeba, 2020.

Quant au conflit russo-ukrainien, il a accentué l'hybridation des menaces et déstabilisé le marché de l'énergie, entre autres. Cette instabilité géoéconomique mondiale a notamment mis en évidence les inégalités d'accès à l'énergie et la fragilité des infrastructures dans ce domaine.

C'est l'ampleur de tous ces défis qui justifie la nécessité, pour le continent africain, d'agir rapidement afin d'y remédier. En effet, dans un contexte où la transition énergétique s'accélère dans le monde, sous la contrainte des changements climatiques et des bouleversements géopolitiques, l'Afrique ne dispose-t-elle pas ainsi paradoxalement d'une opportunité unique de repenser son modèle énergétique et, par conséquent, d'investir dans la recherche de solutions durables qui contribueraient à la consolidation de sa reprise économique post-Covid ? Mais, pour ce faire, comment peut-elle concrètement renforcer son autonomie stratégique dans ce domaine ? avant toute chose, quels sont les contours actuels des enjeux et défis de la sécurité énergétique de l'Afrique ? et quel a été l'impact de la convergence des crises mondialisées sur cette dernière ? quelles sont les voies et mesures à privilégier en vue d'un renforcement de l'autonomie énergétique des pays africains et leur développement durable ? quelles sont les bonnes pratiques à encourager et à promouvoir dans ce domaine ? quelles actions concrètes, pour quel avenir ?

Cet article a justement pour but, en filigrane, de contribuer à une meilleure appropriation de l'ODD7 de l'Agenda 2030 des Nations Unies, qui vise à « *garantir l'accès de tous à une énergie propre, fiable, durable et à un coût abordable pour tous* », en tenant compte de l'ODD13 qui recommande de « *prendre des mesures d'urgence contre les changements climatiques et leurs répercussions.* » C'est dans une telle optique que nous nous proposons²⁶, par conséquent, d'indiquer les grandes lignes des stratégies et politiques qui permettraient aux pays africains de répondre, de manière autonome, à leurs besoins énergétiques propres, en mettant l'accent sur le rôle des acteurs communautaires locaux, en synergie avec leurs partenaires régionaux et internationaux. Cette orientation précise tire parti d'une approche globale, qualitative et méso-économique²⁷, pour mettre en exergue la nécessité, pour lesdits pays, de renforcer leur sécurité énergétique, tout en diversifiant leurs sources d'approvisionnement.

²⁶ En plus d'une clarification des concepts-clés, nous mettons l'accent sur le rôle crucial des communautés locales dans le renforcement de l'autonomie énergétique, et proposons, à titre d'illustration, une étude de cas, couplée à l'identification de bonnes pratiques en la matière. Cf. Detlef Müller-Mahn and Eric Kioko, "Rethinking African Futures after COVID-19", *Africa Spectrum*, February, 25, 2021. et Ibitoye, F.I., "Rethinking energy security in Africa in a post-Covid-19 world", *Energy Policy*, vol. 173, 2023.

²⁷ Jacques de Bandt, « Approche méso-économique de la dynamique industrielle », *Revue d'économie industrielle*, vol. 49, 3e trimestre 1989. pp. 1-18 ; Justine Ballon et Sylvain Celle, « Une lecture méso-économique d'écosystèmes coopératifs, comme leviers d'innovation sociale et de changement institutionnel », *Revue Interventions économiques*, 05 novembre 2023.

1. Enjeux et défis de la sécurité énergétique de l'Afrique : un bref survol

L'énergie est l'un des éléments centraux du développement²⁸. Elle permet les investissements, les innovations et la création de nouvelles industries, qui stimulent l'emploi, la croissance pour tous et le bien-être économique. Elle revêt une importance particulière en raison de sa corrélation directe avec la réduction de la pauvreté, l'amélioration des conditions de vie et la promotion du développement durable. Or, l'Afrique se trouve à un carrefour critique de son développement, où la nécessité de diversifier ses sources d'énergie et d'améliorer son efficacité énergétique est plus pressante que jamais. Par conséquent, cette situation nécessite une approche intégrée qui prend en compte non seulement le potentiel des énergies renouvelables, mais aussi les implications socio-économiques d'une amélioration de l'accès à une énergie propre et abordable pour tous.

Tel est le cœur des enjeux de la sécurité énergétique de l'Afrique, confrontée à une série de défis transversaux, qui vont de la dépendance aux énergies fossiles importées à la transition énergétique, en passant par l'accès limité à l'électricité, la faible efficacité énergétique, la fragilité des infrastructures, le manque de financements adaptés et les contraintes systémiques. Autant de données factuelles qui témoignent d'une vulnérabilité accrue sur le continent africain en quête de plus d'autonomie, dans le cadre d'une transition énergétique juste et inclusive.

Dépendance aux énergies fossiles importées, inégalités d'accès à l'énergie et vulnérabilités structurelles. Avec une population en forte croissance²⁹, le continent africain peine à répondre à ses propres besoins énergétiques essentiels, en dépit de l'abondance de ses ressources minérales. En effet, alors qu'il abrite près de 18% de la population mondiale, sa consommation d'énergie primaire ne représente qu'environ 6,2% de la consommation mondiale en 2022³⁰, soit l'une des plus faibles par habitant, comparée aux autres continents.

²⁸ Yann Doignon, « Energie – Vue d'ensemble », *Groupe de la Banque mondiale*, 13 juin 2024 in <https://www.banque mondiale.org/fr/topic/energy/overview>

²⁹ Une population d'environ 1,4 milliards en 2022 et une estimation de 2,5 milliards d'habitants en 2050 (avec une demande énergétique qui devrait quasiment doubler d'ici à 2050). Cf. United Nations, *World Population Prospect 2022*, UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *Online Edition*, Rev.1

³⁰ Une consommation d'énergie primaire d'environ 900 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2022 pour l'Afrique, contre 14 500 Mteps pour le monde entier. Cf. British Petroleum, *bp Energy Outlook 2024 Edition*, BP, London, 2023.

Il fait même face à une dépendance écrasante aux importations de combustibles fossiles, malgré un potentiel immense en énergies renouvelables³¹. La part des énergies fossiles dans la consommation énergétique primaire de l'Afrique est de 80% en 2022, un chiffre légèrement inférieur à la moyenne mondiale qui est de 82%³². La part des énergies renouvelables (hors hydroélectrique) dans la consommation énergétique primaire, durant la même année, est d'environ 3% seulement, tandis que le potentiel en énergies renouvelables équivaut à environ cinquante fois la demande d'électricité prévue d'ici 2040-2050³³.

Ce potentiel renouvelable, estimé à plus de 2 431 765 TWh/an, est symbolisé notamment en grande partie par l'énergie solaire, estimée à 1 449 742 TWh/an par l'IRENA³⁴, et qui est pratiquement illimitée sur l'ensemble du continent. Selon le scénario « *Sustainable Africa* »³⁵, la prépondérance des énergies fossiles importées dans le mix énergétique africain aurait dû déjà commencer à diminuer avec pour horizon 2030, avec une montée en puissance de l'hydroélectricité, de l'éolien et du solaire photovoltaïque.

L'Afrique, grâce à ses nombreux fleuves comme le Nil, le Zambèze ou le Congo, dispose en effet, d'un **potentiel hydroélectrique** représentant 10 % du potentiel mondial. À cet égard, l'Éthiopie, l'Angola, l'Afrique du Sud, l'Égypte et la République démocratique du Congo (RDC) font logiquement partie des cinq premiers pays en matière de production hydroélectrique en Afrique. Cependant, en raison des investissements financiers très élevés requis pour la construction des centrales hydroélectriques, seulement 8 % de ce potentiel est actuellement exploité sur le continent³⁶.

³¹ Énergie hydroélectrique, énergie éolienne, énergie solaire, biomasse et géothermie. Malgré ce potentiel, les énergies renouvelables ne représentent que 1 % du mix énergétique de l'Afrique. Cf. Agence Internationale de l'Énergie, *Données et statistiques sur l'énergie en Afrique*, AIE, Paris, 2023.

³² En 2021, ce chiffre s'élevait à 90% pour l'Afrique contre 83% pour l'ensemble du monde. Cette année-là, le continent africain n'avait généré que 3,8 % des émissions de Co2 liées à l'énergie. Cf. Francis Perrin, « Afrique: un très faible poids sur la scène énergétique mondiale », *Policy Center For The New South*, 29 août 2022 in <https://www.policycenter.ma/publications/afrique-un-tres-faible-poids-sur-la-scene-energetique-mondiale> et Agence Internationale de l'Énergie, *Données et statistiques sur l'énergie en Afrique*, op. cit.

³³ International Renewable Energy Agency, *Renewable Energy Market Analysis : Africa and its Regions*, IRENA, Abou Dhabi, 2022..

³⁴ International Renewable Energy Agency, op. cit.

³⁵ Le scénario « *Sustainable Africa* » propose une transition vers des énergies renouvelables et locales réduisant la dépendance aux énergies fossiles importées. Il a été élaboré par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans son rapport *Africa Energy Outlook 2021*, en se basant sur des analyses et projections concernant le développement énergétique du continent africain. Il envisage un avenir où l'Afrique adopte des pratiques énergétiques durables et favorisant l'efficacité énergétique ainsi que l'accès à des solutions renouvelables d'ici 2030. Cf. Agence internationale de l'énergie, *Perspectives mondiales de l'énergie 2022*, AIE, Paris, 2022.

³⁶ Ces investissements coûtent environ 50 % de plus que les centrales thermiques à charbon ou à gaz pour une installation de 100 MW. Cf. International Renewable Energy Agency, *Renewable Energy Market Analysis : Africa and its Regions*, op.cit. et Agence internationale de l'énergie, *Perspectives énergétiques mondiales*, AIE, Paris, 2021.

L'Afrique dispose, en outre, d'un **potentiel éolien** estimé à 59.000 gigawatts (GW), soit environ 90 fois la capacité globale actuelle. Les côtes africaines, avec des vents d'au moins 6 m/s, sont propices à l'énergie éolienne, notamment en Afrique du Sud, en Égypte, au Maroc, en Éthiopie et au Kenya. Ce potentiel inexploité couvrirait environ 250 fois la demande énergétique du continent³⁷. En ce qui concerne **l'énergie solaire**, le continent africain bénéficie d'une irradiation solaire naturelle, avec un ensoleillement annuel pouvant atteindre 5-7 kWh/m² par jour en Afrique subsaharienne³⁸, et un potentiel de 10 TW. Bien que le coût de production ait baissé, le continent n'exploite qu'une infime partie de ce potentiel, avec seulement 2,1 GW installés. La production solaire est pourtant une solution clé pour les zones rurales, où le coût de raccordement élevé limite l'accès à l'électricité.

Dans les zones rurales, **la biomasse** représente environ 60 % de l'énergie utilisée par les populations africaines³⁹. Ce potentiel est évalué à environ 1,2 milliard de tonnes par an, tiré de déchets agricoles, forestiers et urbains, ce qui pourrait jouer un rôle clé dans la transition énergétique⁴⁰. Cependant, bien que la biomasse soit largement exploitée, des sources renouvelables telles que l'énergie solaire et éolienne, évoquées précédemment, offrent des perspectives de croissance encore plus prometteuses. **Le potentiel géothermique** du continent africain est également considérable, avec des estimations indiquant qu'il pourrait atteindre plus de 20 000 MW, notamment dans la région de l'Afrique de l'Est⁴¹, qui abrite la vallée du Grand Rift qui est une zone géologiquement active où les conditions sont favorables à la production d'énergie géothermique. Toutes ces ressources énergétiques sont réparties de manière hétérogène⁴²

³⁷ Conseil mondial de l'énergie éolienne, *Rapport mondial sur l'énergie éolienne 2020*, GWEC, Bruxelles, 2020.

³⁸ Agence internationale pour les énergies renouvelables, *Renewable Power Generation Costs in 2020*, IRENA, Abou Dhabi, 2020.

³⁹ Banque mondiale, *Programme d'aide à la gestion du secteur énergétique*, GBM, Washington, 2021.

⁴⁰ Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, *La situation de l'alimentation et de l'agriculture*, FAO, Rome, 2022.

⁴¹ Le Kenya reste le leader en matière de production géothermique en Afrique, avec une capacité installée de 1 193 MW en 2020 laquelle a atteint 15 GW en 2023, marquant une augmentation de près de 40 % au cours de la dernière décennie. Le pays vise à étendre sa capacité de production d'énergie géothermique à 5 000 MW d'ici 2030. L'Éthiopie progresse également dans le développement de ses ressources géothermiques, avec un projet de 1 GW en cours de développement par Reykjavik Geotherma, nécessitant un investissement d'environ 4,4 milliards de dollars. Cf. Energynews, « Kenya : 40% de la croissance mondiale en géothermie en dix ans », *Energynews*, 19 décembre 2024 in <https://energynews.pro/kenya-40-de-la-croissance-mondiale-en-geothermie-en-dix-ans/> et Olivier Caslin, « Afrique de l'Est : la géothermie à toute vapeur », *Jeune Afrique*, 21 février 2013 In <https://www.jeuneafrique.com/21843/economie-entreprises/afrique-de-l-est-la-geothermie-toute-vapeur>

⁴² C'est-à-dire : énergies fossiles (gaz en Afrique du Nord, pétrole dans le Golfe de Guinée et charbon en Afrique australe) ; bassins hydrauliques en Afrique centrale ; gisements d'uranium et potentialités d'énergie solaire à profusion dans les pays sahéliens ; capacités géothermiques en Afrique de l'Est, etc. Cette disparité géographique rend difficile l'exploitation optimale desdites ressources. Cf. Sylvie Douzou, *Les enjeux énergétiques en Afrique : Ressources, développement et géopolitique*, Presses Universitaires de France, Paris, 2021.

Sur le continent africain, et restent largement sous-utilisées⁴³ ou non exploitées de manière optimale⁴⁴, qu'il s'agisse des énergies renouvelables ou des ressources énergétiques fossiles. Si l'on prend, par exemple, le cas du pétrole, c'est en raison de la faiblesse des capacités de transformation locales que les trois quarts de sa production sont destinées à l'exportation⁴⁵. Il en va de même pour le gaz naturel. Ainsi, la majorité des pays africains, qu'ils soient producteurs ou non, se retrouvent dépendants des importations de produits pétroliers et gaziers.

En somme, la dépendance aux importations des énergies fossiles alourdit considérablement les contraintes macroéconomiques de l'Afrique, tout en engendrant des implications environnementales substantielles et délétères. Ce faisant, elle la maintient dans une position de vulnérabilité permanente face aux fluctuations erratiques du marché mondial de l'énergie. À l'instar de cette dépendance paradoxale, l'accès limité à l'électricité et la faible efficacité énergétique mettent également en péril la sécurité énergétique des pays africains.

Accès limité à l'électricité et faible efficacité énergétique

L'accès à l'énergie reste l'un des plus grands défis auxquels est confronté le continent africain. Selon le rapport 2023 de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), plus de 600 millions d'Africains, soit environ 40% de la population, n'ont toujours pas accès à l'électricité⁴⁶. Pour la Banque mondiale, le constat est le même, malgré l'inversion de perspective, 59% de la population africaine avaient accès à l'électricité en 2020, avec de fortes disparités, non seulement entre zones urbaines et zones rurales – où l'accès à l'électricité dans les pays d'Afrique de l'Ouest était de 51,3% en moyenne⁴⁷ à cette date, avec, comme

⁴³ Toutefois, l'Afrique du Nord connaît moins de difficultés pour leur valorisation que l'Afrique subsaharienne. Cf. Jean-Pierre Favennec, *Géopolitique de l'énergie en Afrique*, Éditions Technip, Paris, 2022..

⁴⁴ Tout cela est dû à des facteurs économiques, politiques et techniques (à savoir : manque d'investissements adéquats, absence de mécanismes de financement accessibles, instabilité dans certaines régions, conflits internes, politiques gouvernementales fluctuantes, accès insuffisant aux technologies modernes et à des compétences techniques avérées pour développer et gérer efficacement les projets énergétiques, etc). Cf. **B. K Sovacool**, *Transitions énergétiques : perspectives mondiales et nationales*, Palgrave Macmillan, Londres, 2017 et **J. A. Akinwumi**, *Énergie et croissance économique en Afrique*, Routledge, Abingdon, 2019.

⁴⁵ Agence Internationale de l'Énergie, *Africa Energy Outlook 2022*, AIE/OCDE, Paris, 2022.

⁴⁶ Agence Internationale de l'Énergie, *Tracking SDG7 : The Energy Progress Report 2023*, AIE, Paris, 2023 et Agence internationale pour les énergies renouvelables, *Renewable Energy Market Update 2022*, IRENA, Abou Dhabi, 2022.

⁴⁷ Ces taux allaient de 18,7% au Niger et 19% au Burkina Faso à 93,7% au Cap-Vert et 86,3% au Ghana, soit largement en deçà de la moyenne mondiale qui était de 91,4%. Cf. A. Gouze, et I. Guiberteau, « Quel modèle énergétique pour les pays d'Afrique de l'Ouest ? », *Note de la Direction générale du Trésor*, Ministère de l'économie, des finances, de la souveraineté industrielle et numérique, 21 mars 2024 in <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/fbcf75af-9006-4452-94dd->

dans toutes les autres sous-régions africaines, un taux d'accès à l'électricité en zone rurale largement inférieur à celui correspondant à celui rencontré dans les zones urbaines⁴⁸.

Ce déficit énergétique affecte particulièrement les populations rurales, qui dépendent des sources d'énergie traditionnelles, souvent polluantes, et qui souffrent des effets du changement climatique sur l'agriculture et les ressources en eau. Cette situation entrave gravement les perspectives de développement économique du continent, tout en limitant également la capacité des usagers à investir dans des solutions durables.

Bien que les taux d'électrification aient légèrement progressé ces dernières années, l'Afrique subsaharienne continue d'afficher l'un des plus faibles taux d'électrification, qui se situe entre 50% et 55% en 2022, contre une moyenne mondiale de 90%⁴⁹. Certaines régions isolées demeurent largement dépourvues d'un accès fiable à l'électricité, affectant ainsi gravement le développement des services de base comme la santé et l'éducation, voire la création d'emplois décents.

Ce contraste souligne l'urgence d'un redoublement des efforts en vue d'une amélioration, en particulier dans les zones rurales reculées, qui font face à de multiples défis logistiques et économiques majorés comparativement à ceux des zones urbaines. C'est également dans ces zones reculées que l'accès à des solutions de cuisson propre pour la cuisine est particulièrement préoccupant⁵⁰.

Malgré une demande locale croissante, la consommation annuelle moyenne par habitant en Afrique subsaharienne n'atteint que 496 kWh, ce qui constitue un contraste frappant avec les 6 944 kWh en France ou les 12 972 kWh aux États-Unis. Cette consommation limitée est directement liée à la faible capacité de production d'énergie sur le continent, qui ne s'élève qu'à 160 000 MW, un chiffre inférieur à

e3bc778de3fa/files/f44c037b-ccbb-4e62-ba2b-ecd66215f5

⁴⁸ À titre d'exemple, ce taux d'accès à l'électricité, qui était de 97% en zone urbaine au Mali en 2021, ne s'y élevait en zone rurale qu'à 18%, une disparité commune à la plupart des pays africains. Cf. A. Gouze et I. Guiberteau, *op. cit.*

⁴⁹ Près de 53 millions de personnes supplémentaires ont pu accéder à l'électricité entre 2021 et 2022. Dans le même temps, la population mondiale a toutefois augmenté de 63 millions de personnes. Par conséquent, la population sans accès à l'électricité a augmenté dans le monde en 2022, atteignant en fin d'année près de 685 millions de personnes (soit environ 10 millions de personnes en plus qu'à fin 2021).. Cf. Agence Internationale de l'Énergie, *Tracking SDG7 : The Energy Progress Report 2022*, AIE, Paris, 2022.

⁵⁰ En Afrique subsaharienne, 18% seulement de la population a accès à des combustibles de cuisson propres (gaz, biomasse en granulés, électricité) contre 70% au niveau mondial. Cf. United Nations Conference on Trade and Development, *Commodities at a Glance, Special Issue on Access to Energy in Sub-Saharan Africa*, N° 17, UNCTAD, Geneva, 2024.

celui de la seule Allemagne, par exemple (environ 220 000 MW)⁵¹.

Notons également qu'en Afrique, les coûts d'accès et d'utilisation sont parmi les plus élevés au monde, avec des usagers qui font face, en outre, à tous les autres problèmes liés à la fiabilité énergétique⁵².

La fiabilité énergétique dépend également de l'efficacité du système : un système énergétique inefficace entraîne des pertes de ressources, des interruptions de service intempestives et une instabilité dans l'approvisionnement. Cette situation entrave la croissance et impacte négativement la qualité de vie des citoyens. Dans des secteurs clés tels que l'industrie, le bâtiment et le transport, l'inefficacité énergétique empêche les énergies renouvelables de s'imposer pleinement, laissant ainsi un potentiel de transformation économique inexploité.

La faiblesse de l'efficacité énergétique en Afrique se présente, par conséquent, comme un autre défi majeur à relever pour lutter contre la vulnérabilité énergétique du continent. Le dernier rapport de l'AIE révèle la stagnation préoccupante de cette donnée énergétique en Afrique subsaharienne, avec une intensité énergétique ne progressant que de 1,1 % par an entre 2010 et 2021⁵³. Cette lenteur du progrès souligne les défis persistants auxquels la région est confrontée dans ce domaine. Par ailleurs, toujours selon l'Agence, le potentiel d'économies d'énergie en Afrique subsaharienne est tout de même estimé à 30% d'ici 2040⁵⁴, grâce notamment à des mesures d'amélioration de l'isolation des bâtiments et d'optimisation des processus industriels.

Cependant, malgré quelques initiatives prometteuses, les efforts actuels demeurent insuffisants pour satisfaire les besoins énergétiques croissants et atteindre les Objectifs de développement durable. En l'absence d'une action concertée et d'investissements substantiels, le continent risque de rester piégé dans un cycle de dépendance aux combustibles fossiles, compromettant ainsi son avenir économique et social. Il est par conséquent impératif de revitaliser les efforts en matière d'efficacité énergétique. En somme, le secteur énergétique en Afrique est marqué par une vulnérabilité accrue, résultant non seulement de l'accès limité à l'électricité et de la faible efficacité énergétique, mais également de l'obsolescence des infrastructures énergétiques.

⁵¹ Cf. British Petroleum, *bp Energy Outlook 2024 Edition*, BP, London, 2023.

⁵² C'est-à-dire l'obsolescence des installations électriques, inefficacité des réseaux de distribution, technologies obsolètes, etc. Cf. Moussa P. Blimpo et Malcolm Cosgrove-Davies, *op. cit.*

⁵³ Agence internationale de l'énergie, *Perspectives énergétiques mondiales 2024*. AIE, Paris., 2024.

⁵⁴ Agence internationale de l'énergie, *Perspectives énergétiques pour l'Afrique*. AIE, Paris, 2022.

Vulnérabilité des infrastructures énergétiques et risques climatiques

Les infrastructures énergétiques en Afrique, souvent vieillissantes et mal adaptées, sont particulièrement vulnérables aux événements climatiques extrêmes tels que sécheresses et inondations. Cette situation souligne l'interaction complexe entre les risques climatiques et les infrastructures, qui doivent s'ajuster à des conditions imprévisibles tout en fournissant une énergie durable et accessible.

L'infrastructure énergétique actuelle est généralement obsolète, avec des réseaux électriques fragmentés et mal entretenus, entraînant des pertes d'énergie significatives. De plus, l'intégration des énergies renouvelables est entravée par ces infrastructures inadaptées, conçues pour des sources conventionnelles, ce qui engendre des pertes élevées et une mauvaise qualité de l'approvisionnement. La modernisation des infrastructures, notamment des 43 000 MW d'hydroélectricité installés, est cruciale pour stabiliser et accroître la production d'énergie.

La faiblesse des infrastructures d'approvisionnement en électricité constitue un obstacle à l'introduction d'énergies renouvelables variées et peu coûteuses. Cette vulnérabilité se manifeste par des pannes fréquentes, exacerbées par des facteurs comme le changement climatique et un manque de compétences techniques. Les risques climatiques perturbent gravement l'approvisionnement en électricité, touchant de manière disproportionnée les populations vulnérables et exacerbant les inégalités.

En outre, 30 % de la production d'électricité en Afrique subsaharienne dépend de l'hydroélectricité, une ressource sensible aux variations climatiques, comme en témoigne la sécheresse de 2020 en Afrique de l'Est, qui a réduit la production de 40 %. Les faiblesses liées aux ressources humaines, notamment le manque de formation technique, entravent la gestion des infrastructures énergétiques et contribuent à leur vétusté, entraînant d'énormes pertes financières pour les entreprises publiques.

Toutes ces vulnérabilités énergétiques créent un contexte où les besoins croissants en énergie ne peuvent être entièrement satisfaits, compromettant ainsi le développement socio-économique durable du continent. Elles rendent également d'autant plus pressante la nécessité d'accélérer la transition énergétique. Par conséquent, cette vulnérabilité structurelle s'accompagne d'une vulnérabilité systémique, alimentée, outre la dépendance aux importations des énergies fossiles et les inégalités d'accès à l'électricité, par un financement inadéquat, par des contraintes systémiques, ainsi que par un dilemme complexe entre le développement et la transition énergétique.

2. Financement inadéquat, contraintes systémiques et dilemme de la transition énergétique

Financement insuffisant et inadapté des projets énergétiques

Le financement des projets énergétiques en Afrique constitue un autre enjeu majeur. Le manque de financement reste un obstacle à l'expansion des capacités de production et de distribution d'électricité en Afrique. En général, ce financement est insuffisant et inadapté.

D'une part, les investissements dans le secteur énergétique africain ne représentent qu'une proportion très faible des investissements mondiaux, entravant sérieusement le développement du potentiel énergétique du continent. D'autre part, les financements disponibles, souvent axés sur des prêts à court terme et des rendements élevés, ne sont pas alignés avec la nature à long terme et les retours sur investissement plus modestes des projets énergétiques, en particulier dans les énergies renouvelables.

En 2020, les investissements dans les énergies renouvelables en Afrique ont chuté de 12 % à environ 7,7 milliards de dollars US⁵⁵. En 2021, seulement 2,6 milliards de dollars US ont été investis dans les énergies renouvelables en Afrique, soit 0,6% des investissements mondiaux, ce qui constitue une chute alarmante de 35% par rapport à l'année précédente, avant de rebondir à 11,3 milliards en 2022⁵⁶. Toutefois, en 2023, le continent africain n'a reçu que 3% des investissements mondiaux dans l'énergie⁵⁷. Les investissements annuels requis pour réaliser le potentiel des énergies renouvelables d'ici 2030 sont pourtant estimés entre 45 et 70 milliards de dollars US. Cette inadéquation s'explique par plusieurs facteurs, notamment le coût élevé du capital, l'absence d'incitations fiscales et une perception défavorable du risque.

⁵⁵ Banque mondiale, *Rapport sur les investissements dans les énergies renouvelables en Afrique*, GBM, Washington D.C., 2022.

⁵⁶ Cf. BloombergNEF, *Energy Transition Investment Trends 2022*, Bloomberg Finance LP, New York, 2022 et Le Monde avec AFP, « En Afrique, les énergies renouvelables à la peine malgré un potentiel énorme », *Le Monde Afrique*, 10 novembre 2022, in https://www.lemonde.fr/afrique/article/2022/11/10/en-afrique-les-energies-renouvelables-a-la-peine-malgre-un-potentiel-enorme_6149309_3212.html

⁵⁷ Adrien Pécout, « L'Afrique n'attire que 3% des investissements mondiaux dans l'énergie », *Le Monde Afrique*, 06 septembre 2023, in https://www.lemonde.fr/afrique/article/2023/09/06/l-afrique-n-attire-que-3-des-investissements-mondiaux-dans-l-energie_6188036_3212.html

Les taux d'intérêt en Afrique varient entre 7,75 % et 29,5%, ils sont donc bien plus élevés que ceux des pays de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE)⁵⁸.

De plus, les investissements se concentrent dans quelques pays seulement : Afrique du Sud, Égypte, Kenya et Maroc, représentant près des trois quarts du total depuis 2010. Pour surmonter ces défis, des initiatives comme le sommet de Nairobi et l'initiative *Global Gateway* de l'Union européenne ont été lancées, mais restent insuffisantes. Une collaboration concertée entre gouvernements, secteur privé et communauté internationale est impérative pour transformer le potentiel énergétique de l'Afrique en réalité durable. Une réévaluation des stratégies de financement s'impose, ainsi qu'une approche plus inclusive pour garantir que les investissements atteignent les régions et les projets qui en ont le plus besoin. Cependant, pour que ces investissements soient efficaces, il est également essentiel de prendre en compte les contraintes réglementaires et institutionnelles qui peuvent entraver leur mise en œuvre. Ces défis structurels doivent être abordés parallèlement aux questions de financement afin de créer un environnement propice à un développement énergétique durable et inclusif.

Contraintes réglementaires et institutionnelles

Les contraintes systémiques entravent considérablement la sécurité énergétique en Afrique, principalement parce qu'elles freinent les investissements dans les énergies renouvelables. L'instabilité réglementaire et l'incertitude politique dissuadent les investisseurs, comme le souligne la Banque africaine de développement⁵⁹. Les taux d'intérêt prohibitifs rendent les projets d'énergies renouvelables peu attractifs comparés aux pays plus avancés. L'absence d'incitations fiscales et le manque de données de marché précises amplifient la perception du risque pour les investisseurs privés.

C'est donc dire que l'instabilité réglementaire et l'incertitude influent négativement sur l'attractivité des pays. Quand les politiques énergétiques sont mal définies, instables ou mal appliquées, cela crée un manque de confiance chez les investisseurs.

⁵⁸ Ces taux se situent souvent autour de 1 % à 3 % dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE). Cf. Banque mondiale, *Rapport sur le développement mondial 2021*, Banque mondiale, Washington, D.C., 2021 et International Renewable Energy Agency, *Renewable Energy Statistics 2024*, IRENA, Abou Dhabi, 2024.

⁵⁹ Banque africaine de développement, *Rapport sur le développement économique en Afrique*, BAD, Abidjan., 2021.

Des réglementations complexes et des procédures bureaucratiques peuvent également ralentir le développement de projets énergétiques.

Par ailleurs, la faiblesse institutionnelle entrave l'efficacité des politiques énergétiques. Les infrastructures vétustes et les connexions illégales engendrent des pertes financières pour les entreprises publiques d'électricité. L'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux existants se heurte souvent à des obstacles techniques majeurs. Les défis systémiques en matière de réglementation et d'institutions représentent des obstacles significatifs à la sécurité énergétique en Afrique, cela impactant directement les investissements dans les énergies renouvelables. L'instabilité réglementaire et l'incertitude politique sont des facteurs dissuasifs majeurs pour les investisseurs. Ces éléments créent un environnement où les décisions d'investissement deviennent risquées, entraînant une fuite des capitaux vers des marchés plus stables. En effet, les investissements dans les énergies renouvelables en Afrique ont chuté à environ 8 Milliards de dollars en 2020, bien en dessous de l'objectif nécessaire de 45 à 70 milliards de dollars par an pour réaliser le potentiel énergétique du continent d'ici 2030⁶⁰.

Pour surmonter ces défis, il est impératif d'établir un cadre réglementaire clair et transparent. Cela permettra non seulement d'attirer les investissements nécessaires, mais aussi d'assurer une transition vers un système énergétique plus résilient et durable en Afrique. Une approche collaborative entre les gouvernements, le secteur privé et les organismes internationaux est essentielle pour créer un environnement propice à l'innovation et à l'expansion des énergies renouvelables sur le continent.

Conclusion et recommandations

Tout au long de cet article, nous avons mis en évidence la nécessité d'un renforcement de la sécurité énergétique post-Covid de l'Afrique en réponse aux effets dévastateurs de la convergence des crises mondialisées, après avoir rappelé les défis auxquels le continent est confronté dans ce domaine (dépendance aux importations d'énergie, fragilité des infrastructures et accès inégal à l'électricité, etc.).

⁶⁰ International Renewable Energy Agency, *Renewable Capacity Statistics 2021*, IRENA, Abu Dhabi, 2021.

Pour rompre ce cycle, et afin de réduire leur dépendance aux importations d'énergies fossiles, il est crucial, pour tous les pays africains concernés, d'adopter, de manière coordonnée, des politiques énergétiques cohérentes, intégrées, pertinentes et à long terme, qui favorisent la diversification des ressources énergétiques et le développement des énergies renouvelables. Ils doivent, en outre, élaborer un cadre réglementaire attractif pour les investissements, opérer une réforme des entreprises du secteur public de l'énergie en faveur de plus de transparence, améliorer l'accès à l'électricité pour tous et promouvoir l'efficacité énergétique.

Cela nécessite des investissements considérables dans des infrastructures énergétiques plus résilientes, dans les nouvelles technologies et la recherche, grâce à des mécanismes de financement innovants, tirant parti d'une coopération régionale revitalisée et axée sur un renforcement des capacités locales.

À cet égard, l'implication des communautés locales semble être la clé de la durabilité. Le rôle crucial des systèmes décentralisés à base d'énergies renouvelables pour l'électrification des zones rurales a été largement souligné, en même temps que l'importance des partenariats stratégiques public-privé dans la mobilisation des investissements en leur direction. Les perspectives d'avenir concernant le renforcement de l'autonomie énergétique africaine post-Covid demeurent, par conséquent, prometteuses. Toutefois, elles pourraient être optimisées grâce à l'observance, par toutes les parties prenantes, des propositions de recommandations suivantes, libellées sous la forme d'un décalogue :

1. **Adopter des politiques énergétiques cohérentes, pertinentes et à long terme**, en concertation permanente avec l'ensemble des parties prenantes.
2. **Accélérer la diversification du mix énergétique en favorisant massivement les énergies renouvelables**, et ce, afin de réduire la dépendance aux importations d'énergies fossiles.
3. **Développer des programmes ambitieux d'efficacité énergétique**, notamment dans les secteurs résidentiel, industriel et des transports.
4. **Promouvoir une électrification universelle en milieu rural et urbain**, tout en privilégiant des solutions adaptées aux contextes locaux.
5. **Renforcer les capacités techniques et institutionnelles des acteurs nationaux et locaux en vue d'une meilleure gouvernance du secteur énergétique** (gouvernance synergique).

6. **Impliquer activement les communautés locales** dans la conception, la gestion et l'entretien des projets énergétiques, pour en assurer la durabilité, par le biais d'une approche ascendante (« *Bottom Up Approach* »), c'est-à-dire participative ou collaborative.
7. **Encourager l'entrepreneuriat et l'innovation dans les technologies énergétiques propres**, en soutenant judicieusement les startups, Très petites entreprises (TPE), Entreprises de taille intermédiaire (ETI) et autres Petites et moyennes entreprises (PME) du secteur, conformément au « *Projet de résolution sur le renforcement de la sécurité énergétique et la mise en œuvre d'une transition énergétique juste en Afrique* » initié par la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique.
8. **Mettre en place des mécanismes de financement innovants en vue de l'accroissement des investissements dans les infrastructures « vertes »**, en mobilisant des partenariats public-privé (PPP) et en optimisant l'accès aux financements climatiques internationaux ; étant entendu que le coût initial très élevé de tels projets énergétiques constitue un obstacle majeur.
9. **Développer des infrastructures énergétiques résilientes et interconnectées à l'échelle régionale**, en misant sur des solutions décentralisées et intelligentes.
10. **Renforcer les interconnexions énergétiques régionales** afin d'optimiser l'allocation des ressources et sécuriser les approvisionnements.

L'effet des réformes structurelles et réglementaires sur le secteur de l'électricité : une analyse en Afrique subsaharienne

Par Honoré Bidiassé ; Marius Bendoma ; Franky B.A. Kogueda

Introduction

Au cours de la période 1980-1990, le monde a connu la propagation d'une vague de réformes des services publics à caractère commercial. C'est le cas du secteur de l'électricité où ces dernières années, les gouvernements ont appliqué des réformes réglementaires et de restructuration. Le motif principal de la déréglementation était une amélioration des performances et de l'efficacité de l'industrie électrique^{61 62}. L'échec de l'application du modèle standard de déréglementation conseillé par les organisations internationales en Afrique, à l'instar de la Banque Mondiale, a entraîné la mise en exécution dans divers pays de modes de dérégulation hybrides^{63 64}. Face à la vétusté du secteur de l'électricité et à la couverture insuffisante du service, certaines réformes réglementaires et structurelles sont appliquées en priorité par les décideurs publics en Afrique subsaharienne (ASS). Quatre axes de réformes sont prioritairement appliqués dans les modèles hybrides notamment la restructuration du secteur électrique dans ses segments et l'organisation de la concurrence comme réformes structurelles d'une part, et d'autre part, l'intervention d'une autorité de réglementation et la participation des opérateurs privés comme réformes réglementaires. Le tableau 5 en annexe présente la situation actuelle des pays d'ASS par axe de réforme⁶⁵.

⁶¹ P. L. Joskow. 2008. « Lessons learned from electricity market liberalisation. » *Energy J.*, 9–43.

⁶² EIA. 2000c. *International energy outlook 2000. Report DOE/EIA-0484(2000)*.

⁶³ K. N. Gratwick et A. Eberhard. 2008. « Demise of the standard model for power sector reform and the emergence of hybrid power markets. » *Energy Policy*, 3948- 60.

⁶⁴ H. Le Picard,. 2022. « Nouveau paradigme de l'électrification en Afrique Subsaharienne. Comment les systèmes hybrides décentralisés changent-ils la donne. ».

⁶⁵ Banque Africaine de Développement (BAD). 2020. *Revue des Réformes du Secteur de l'Electricité en Afrique*. Département du Développement du Secteur Electrique.

Malgré l'application de ces réformes, la situation du secteur de l'électricité n'est guère reluisante en ASS⁶⁶. Sur le milliard de personnes dans le monde qui n'ont pas accès à l'électricité, près de 600 millions sont subsahariennes⁶⁷. En effet, la couverture du service électrique est faible dans plusieurs pays. La déréglementation a entraîné l'augmentation du taux moyen d'accès à l'électricité. Par contre, le prix du service a augmenté de façon plus que proportionnelle par rapport au revenu moyen des populations. De surcroît, des disparités dans les performances d'offre d'électricité sont à déplorer.

Au niveau des zones, on observe une persistante fracture énergétique entre les populations rurales et urbaines⁶⁸. Les zones rurales sont sous-électrifiées malgré un potentiel important en énergies renouvelables.

Par exemple, en Afrique australe, près de la moitié de la population a accès à l'électricité contre près de 40 % en Afrique centrale malgré le potentiel en ressources naturelles de la région.

La distribution par les opérateurs est caractérisée par des pertes d'électricité importantes et des parcs en énergies renouvelables limités qui compromettent l'atteinte des objectifs de développement durable (ODD)⁶⁹ en général et l'ODD 7 en particulier. Alors que l'Afrique contribue pour seulement 3 à 4 % des émissions CO₂, le continent est largement plus impacté par les effets du changement climatique que les pays développés⁷⁰. Entre 2000 et 2021, la part des énergies renouvelables a très peu évolué dans la sous-région : de 43 % à 45 % des approvisionnements en électricité⁷¹. Malgré les programmes de transformation énergétique appliqués par les institutions internationales, la production de l'électricité dépend toujours des sources de production primaires⁷². En effet, les sources hydrauliques et solaires souffrent durant les changements de périodes intersaisons, ce qui entraîne des phénomènes de « *dispatching* » de la capacité produite de la part des autorités de régulation⁷³. À cela s'ajoute le niveau élevé des pertes d'électricité, faisant de l'Afrique la région du monde championne en la matière⁷⁴.

⁶⁶ Banque Mondiale. 2019. *Repenser la réforme du secteur de l'énergie dans un monde avide d'électricité*. (Washington DC).

⁶⁷ Banque Mondiale. 2021. *Rapport sur le développement dans le monde 2021*. (Washington DC).

⁶⁸ M. Gérard, Y. Maigne, E. Sauvage et S. Vignoles. 2019. *Electrifier l'Afrique rurale un défi économique, un impératif humain*. Fondation Energies pour le Monde.

⁶⁹ A. Eberhard et G. Dyson. 2019. « Revisiting Reforms in the Power Sector in Africa. » *African Development Bank Group*: 72

⁷⁰ African Union (UA), et African Energy Commission (AFREC). 2023b. *Building robust systems for Africa energy*.

⁷¹ ---. 2023a. *Key Africa Energy Statistics 2023*.

⁷² Banque Africaine de Développement (BAD). 2023. *Financer l'action climatique en Afrique*.

⁷³ F. B. Kogueta A. 2022. « Effet de la régulation asymétrique sur le secteur de l'électricité au Cameroun. » Mémoire académique, Faculté des sciences économiques et de gestion appliquée, Université de Douala.

⁷⁴ Banque Mondiale, Energy Sector Management Assistance Program. 2021. *Regulatory Indicators for Sustainable Energy*.

L'efficacité de l'autorité de régulation varie selon les pays, avec des performances disparates du secteur de l'électricité en ASS. Malgré un potentiel électrique diversifié sur le point d'être mieux exploité dans les années à venir, ces pays n'arrivent toujours pas à satisfaire les consommateurs avec un service universel qui couvre la demande de façon efficace.

Le faible niveau régional, l'hétérogénéité des indices de performance et l'application hybride des modèles de dérégulation dans les pays d'ASS nous incitent à évaluer l'effet des réformes réglementaires et structurelles sur les indices de performance des secteurs de l'électricité.

Face à l'état de la littérature^{75,76,77,78} sur la question, l'originalité de notre approche porte sur la prise en compte des réformes structurelles dans l'évaluation positive de la déréglementation dans les pays d'ASS. À notre connaissance, des études se sont limitées à l'évaluation de l'effet de la mise en place d'une autorité de régulation sur la couverture de service d'électricité en ASS^{79,80}. Par ailleurs, l'accent est mis en particulier sur trois indicateurs de performance : la couverture du service, l'efficacité des opérateurs et la part des énergies renouvelables. Dans le cadre de notre approche par l'analyse positive de la théorie politique de la réglementation⁸¹, nous avons choisi d'utiliser un modèle de régression Tobit⁸² à effets aléatoires sur les données de 25 pays d'Afrique entre 2000 et 2021. Les données utilisées dans cette étude proviennent principalement de la Banque Mondiale, de l'Union Africaine et de la Banque Africaine de Développement. Les parties suivantes portent respectivement sur le cadre théorique et méthodologique

⁷⁵ S. Amin, T. Jamasb et R. Nepal. 2021. « Regulatory reform and the relative efficacy of government versus private investment on energy consumption in South Asia. » *Economic Analysis and Policy* 69: 421-33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.019>.

⁷⁶ T. Ahmed et A. Ali Bhatti. 2019. « Do power sector reforms affect electricity prices in selected Asian countries? » *Energy Policy* 129: 1253-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.012>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519301752>.

⁷⁷ M. De Halleux, A. Estache et T. Serebrisky. 2020. « Governance choices and policy outcomes in the Latin American and Caribbean electricity sector. » *Utilities Policy* 67: 101105.

⁷⁸ P. Twesigye. 2022b. « Structural, governance, & regulatory incentives for improved utility performance: A comparative analysis of electric utilities in Tanzania, Kenya, and Uganda. » *ibid.* 79: 101419.

⁷⁹ A. Asantewaa, T. Jamasb et M. Llorca. 2023. « Electricity sector reforms and cost efficiency: The case of small electricity systems in Sub-Sahara Africa. » *Economic Analysis and Policy* 80: 880-93. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.09.001>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592623002084>.

⁸⁰ M. I. Imam, T. Jamasb et M. Llorca. 2019. « Sector reforms and institutional corruption: Evidence from electricity industry in Sub-Saharan Africa. » *Energy Policy* 129: 532-45.

⁸¹ G. Stigler et C. Friedland. 1962. « What can regulators regulate? The case of electricity. » *The Journal of law and economics*.

⁸² A. Celen. 2013. « Efficiency and Productivity (TFP) of the Turkish Electricity Distribution Companies: An Application of Two-Stage (DEA & Tobit) Analysis. » *Energy Policy*, Vol., 300-10.

de l'étude, puis, sur les résultats obtenus. Enfin, l'étude conclut en proposant des recommandations.

1. Cadre théorique de l'étude

L'amélioration des services de fourniture d'électricité est une condition nécessaire au développement économique. En outre, l'accès à un service universel issu des approvisionnements en énergies renouvelables est d'une importance capitale pour le développement durable. D'un point de vue théorique, on distingue différents types de réformes, avec pour objectif commun d'améliorer la performance des services de réseaux.

La mise en place d'une autorité de régulation indépendante⁸³ et la privatisation des opérateurs⁸⁴ ont été proposées pour limiter l'intervention inefficace des États et le manque d'investissement du secteur public. La restructuration de l'infrastructure avec la libéralisation et le dégroupage (dans le sens de la rupture avec le fonctionnement des sociétés nationales comme des monopoles) est proposée pour améliorer les mécanismes incitatifs de la régulation⁸⁵ et limiter l'asymétrie de l'information⁸⁶, afin de rendre les opérateurs plus efficaces.

Au niveau empirique, quelques travaux ont évalué l'effet de la déréglementation sur les secteurs électriques.

En Asie par exemple, une étude a montré que la mise en place d'une autorité de régulation indépendante (IRA) a un effet sur l'offre de service électrique en matière de couverture et d'efficacité⁸⁷. Les auteurs

⁸³ G. Tullock. 1978. « Achieving deregulation-A public choice perspective. » *Regulation*.

⁸⁴ R. Bacon. 1995. « Privatization and reform in the global electricity supply industry. » *Annual Review of Energy and the Environment*, 119–43.

⁸⁵ W. Baumol, J. Panzar et R. D. Willig. 1982. *Contestable markets and the theory of industrial structure*. Harcourt-Brace-Jovanovich Publishers.

⁸⁶ A. Perrot. 1997. *Réglementation et Concurrence*. Paris: Economica.

⁸⁷ T. Ahmed et A. Ali Bhatti. 2019. « Do power sector reforms affect electricity prices in selected Asian countries? » *Energy Policy* 129: 1253-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.012>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519301752>.

démontrent, par ailleurs, que la réforme structurelle affecte positivement le niveau d’approvisionnement en énergie renouvelable.

Dans cette optique, une autre étude⁸⁸ montre que la régulation indépendante affecte positivement le niveau d’investissement dans les secteurs électriques et couvre la consommation en énergie des populations de certains pays en Asie. Par contre, les auteurs développent l’idée que l’environnement réglementaire ne permet pas aux IRA de réduire les pertes d’électricité et d’améliorer la qualité du service de distribution d’électricité. Les régulateurs en Asie sont très éloignés de la conception théorique de la réglementation indépendante et de la norme législative, particulièrement ceux en développement⁸⁹.

Dans les pays d’Amérique latine, une étude a montré que la mise en place d’une IRA a eu un effet sur l’offre de 250 compagnies du secteur électrique⁹⁰. La gouvernance réglementaire indépendante a affecté la couverture de service et l’énergie vendue par ces compagnies. La durée de l’activité de régulation a également affecté positivement la couverture du service et le tarif résidentiel de l’électricité. Plusieurs travaux viennent corroborer les résultats obtenus^{91, 92} mais montrent également que la restructuration du secteur a une relation positive avec la qualité technique du secteur de l’électricité.

Les résultats obtenus sont renforcés par le fait que la mise en place d’une IRA augmente le niveau d’accès au service électrique⁹³. La régulation indépendante a un effet positif sur l’accès au service et, par le biais du dégroupage, sur la consommation, en contrepartie d’une hausse des prix. En outre, le manque de transparence dans le processus de réforme contribue au mécontentement des populations, ce qui

⁸⁸ S. Amin, T. Jamasb et R. Nepal. 2021. « Regulatory reform and the relative efficacy of government versus private investment on energy consumption in South Asia. » *Economic Analysis and Policy* 69: 421-33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.019>.

⁸⁹ S. Kumar. 2022. « Taking root: Independent Regulatory Agency model of regulation in Indian electricity sector. » *Energy Policy* 164: 112863. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112863>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142152200088X>.

⁹⁰ L. Andres, J. L. Guasch et S. L. Azumendi. 2009. « Regulatory governance and sector performance: methodology and evaluation for electricity distribution in Latin America. » Dans *Regulation, Deregulation, Reregulation*. : Edward Elgar Publishing.

⁹¹ L. Balza, R. Jimenez et J. Mercado. 2013. « Privatization, institutional reform, and performance in the Latin American electricity sector. » *IDB Technical Note TN-599. Inter-American Development Bank, Washington, DC*.

⁹² M. De Halleux, A. Estache et T. Serebrisky. 2020. « Governance choices and policy outcomes in the Latin American and Caribbean electricity sector. » *Utilities Policy* 67: 101105.

⁹³ A. Sakharova. 2023. « Electricity Sector Reforms and Perceptions: Assessing the Impact of the Reforms on Consumers in Developing Countries. », Ohio University. http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ohiou1682693965265086.

corrobore le constat selon lequel une faible qualité institutionnelle peut altérer considérablement les résultats des réformes.

En Afrique, a été évalué empiriquement l'effet de la mise en place de l'IRA sur la performance du secteur de l'électricité de 45 pays⁹⁴. Les auteurs, appuyés par d'autres chercheurs,⁹⁵ ont montré que la mise en place d'une IRA a un effet positif sur la couverture du service. Dans cette optique, une étude consacrée à l'environnement réglementaire en Tanzanie, au Kenya et en l'Ouganda, a démontré que l'autorité de régulation affecte positivement les indicateurs sectoriels du secteur de l'électricité⁹⁶. La réforme qui s'est révélée avoir engendré ces résultats positifs a reposé sur la mise en place d'un régulateur sectoriel, tandis que le dégroupage et la participation du secteur privé se sont avérés problématiques et négativement corrélés aux performances d'accès⁹⁷. Par contre, il a été démontré que les réformes réglementaires ont un effet inverse sur le niveau d'efficacité des opérateurs de réseaux en termes de perte en électricité produite⁹⁸. En effet, les marchés concurrentiels de détail ou de gros de l'électricité nécessitent des infrastructures institutionnelles et financières sophistiquées⁹⁹. Afin d'atténuer le risque d'investissement dans des environnements institutionnels faibles, les Investisseurs Publics-Privés (IPP) concluent souvent des accords d'achat d'électricité avec les acheteurs historiques et exigent des garanties gouvernementales en incluant des clauses d'arbitrage international des litiges. Par ailleurs, pour exploiter le potentiel des énergies renouvelables, ces derniers optent pour des contrats d'exclusivité d'approvisionnement avec le régulateur¹⁰⁰. En effet, pour assurer sa place sur le marché, un opérateur peut négocier avec les

⁹⁴ M. I. Imam, T. Jamasb et M. Llorca. 2019. « Sector reforms and institutional corruption: Evidence from electricity industry in Sub-Saharan Africa. » *Energy Policy* 129: 532-45.

⁹⁵ A. Asantewaa, T. Jamasb et M. Llorca. 2023. « Electricity sector reforms and cost efficiency: The case of small electricity systems in Sub-Sahara Africa. » *Economic Analysis and Policy* 80: 880-93.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.09.001>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592623002084>.

⁹⁶ P. Twesigye. 2022b. « Structural, governance, & regulatory incentives for improved utility performance: A comparative analysis of electric utilities in Tanzania, Kenya, and Uganda. » *Utilities Policy* 79: 101419.

⁹⁷ P. Twesigye. 2022a. « Understanding Structural, Governance & Regulatory Incentives for Improved Utility Performance: The Case of Uganda and Its Umeme Ltd. » *Governance & Regulatory Incentives for Improved Utility Performance: The Case of Uganda and Its Umeme Ltd.*

⁹⁸ A. Asantewaa, T. Jamasb et M. Llorca. 2022. « Electricity Sector Reform Performance in Sub-Saharan Africa: A Parametric Distance Function Approach. » *Energies* 15 (6): 2047. <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/6/2047>.

⁹⁹ A. Eberhard, M. Gratwick et K. E. Antma. 2016. « Independent power projects in Sub-Saharan Africa; lessons from five key countries. » *Directions in Development World Bank*.

¹⁰⁰ W. Kruger et A. Eberhard. 2023. « The impact of competition, trust and capital on renewable energy auction outcomes in sub-Saharan Africa: Analysing auctions in South Africa, Zambia and Namibia. » *Energy Policy* 178: 113572.

institutions pour se spécialiser dans la production de l'électricité issue d'une source d'énergie dont il a l'expertise.

Après un bref état des lieux, la partie suivante porte sur l'effet des réformes structurelles et réglementaires sur l'offre efficace et durable d'électricité. Dans la présente étude, nous considérons la mise en place d'une IRA, la mise en place d'une autorité d'électrification rurale et la propriété des opérateurs comme des réformes réglementaires. La mise en place d'une autorité d'électrification rurale survient pour stimuler l'augmentation de la couverture de service dans les milieux ruraux. Le dégroupage de l'infrastructure de l'électricité est considéré comme une réforme structurelle. Nous évaluons l'effet de ces modes de déréglementation des secteurs électriques sur la couverture de service au niveau national et en milieu rural, la part des approvisionnements durables d'électricité et les pertes en électricité. L'hypothèse défendue est celle d'un effet positif des réformes sur le service en matière de couverture, d'efficacité et de durabilité.

2. Cadre empirique de l'étude

Cette section est répartie en trois étapes. Nous présentons d'abord le modèle empirique, puis les données et les variables utilisées, et enfin la méthode d'estimation.

Modèle empirique

Pour tester l'hypothèse de cette étude, nous utilisons un modèle probabiliste à propriété linéaire. Le modèle Tobit est utilisé pour évaluer l'efficacité des systèmes administratifs, industriels et agricoles. N'ayant pas les informations sur les coûts et les caractéristiques techniques des infrastructures électriques, nous ne pouvons pas utiliser une équation de frontière stochastique. Le modèle Tobit, développé par l'économiste James Tobin et défini comme le modèle censuré dans lequel les informations appartenant à la variable dépendante n'existent que pour certaines observations, est une alternative non paramétrique à la régression des moindres carrés¹⁰¹. Puisqu'il s'agit d'une extension du modèle probit, il

¹⁰¹ T. F. Liao. 1994. *Interpreting probability models: Logit, probit, and other generalized linear models*. Vol. 101: Sage.

a été nommé pour la première fois Tobit¹⁰² à partir de la combinaison des noms Tobin et Probit.

Le modèle de base est présenté comme suit :

$$y_i^* = x_i \beta + u_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$y_i = c, \quad \text{si } y_i^* > 0$$

[1]

Comme nous le constatons dans l'équation 1, Y_i existe dans le cas où la valeur expliquée est positive et le terme de l'erreur obéit à une distribution normale. Par contre, la différence avec un modèle de régression linéaire est la prise en compte des valeurs manquantes, car l'estimation est probabiliste et utilise la méthode du maximum de vraisemblance pour chaque individu i de l'échantillon.

La littérature contemporaine utilise le modèle Tobit dans des cas d'évaluation de l'efficacité d'un système comme un modèle de solution « de coin »¹⁰³. Dans cette perspective, le modèle propose un traitement probabiliste avancé des modèles de régression censurés standards¹⁰⁴.

Par conséquent, la nouvelle modélisation considère une valeur minimale et maximale de Y_i qui définit l'intervalle d'efficacité d'un système. En considérant, dans un panel de données, un intervalle temporel t , nous obtenons le modèle suivant.

$$y_i^* = \max(0, x_{it} \beta + u_{it}), \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$y_i^* = y_i, \quad \text{if } \begin{cases} y_i & \text{si } a < y_i < b \\ a & \text{si } y_i \leq a \\ b & \text{si } y_i \geq b \end{cases}$$

$$u_{it} | X_{it} \sim N(0, \sigma^2)$$

[2]

¹⁰² T. Amemiya. 1984. « Tobit models: A survey. » *Journal of econometrics* 24 (1-2): 3-61.

¹⁰³ A. Sánchez-Peñalver. 2019. « Estimation methods in the presence of corner solutions. » *The Stata Journal* 19 (1): 87-111.

¹⁰⁴ L. Liu, H. R. Moon et F. Schorfheide. 2023. « Supplement to 'Forecasting with a panel Tobit model. » *Quantitative Economics Supplemental Material* 14: 105-42.

où a est la limite inférieure de censure et b est la limite supérieure de censure. Le modèle Tobit suppose que le terme d'erreur est normalement distribué¹⁰⁵ $N(0, \sigma^2)$.

En fonction du problème rencontré, la quantité d'intérêt dans un modèle Tobit peut être le résultat censuré. Dans notre cas d'étude, nous évaluons des indicateurs compris en 0 et 1.

Données et Variables

Les données utilisées dans cette étude proviennent de diverses sources. Les données sur la performance des secteurs électriques proviennent principalement de la base des indices de développement de la Banque Mondiale et sont complétées par les rapports des statistiques de l'énergie de l'Union Africaine. Celles sur les réformes proviennent des rapports¹⁰⁶, de la base Africa Energy Portal (AEP) de la Banque Africaine de Développement (BAD). Enfin, celles des variables de contrôle proviennent des indices de développement et de la gouvernance de la Banque Mondiale, de la base de gouvernance digitale des Nations Unies et de l'Africa Infrastructure Knowledge Program de la BAD. Le tableau 1 présente les variables de l'étude, leur mesure et la source des données. Les indicateurs de performance du secteur de l'électricité sont les variables expliquées. Les variables de contrôles sont sélectionnées conformément à la littérature^{107,108}. Seul le respect des droits de propriété n'est pas utilisé dans la littérature, nous justifions ce choix en connaissance des litiges persistants dans les pays pour l'exploitation des terres riches en ressources naturelles.

¹⁰⁵ R. Cong. 2001. « Marginal effects of the tobit model. » *Stata Technical Bulletin* 10 (56).

¹⁰⁶ BAD. 2020. *Revue des Réformes du Secteur de l'Electricité en Afrique*. Département du Développement du Secteur Electrique.

¹⁰⁷ M. I. Imam, T. Jamasb et M. Llorca. 2019. « Sector reforms and institutional corruption: Evidence from electricity industry in Sub-Saharan Africa. » *Energy Policy* 129: 532-45.

¹⁰⁸ E. Brousseau et C. G. Regalado. 2021. « Comparative analysis of regulatory governance regimes in the OECD. ».

Tableau 1 : Aperçu des variables et des sources de données

Type	Code	Libellés	Mesure	Source	
Variable expliquée	ACCES	Taux d'accès à l'électricité	En pourcentage	WDI	
	ADUR	Taux d'énergie renouvelable		WDI, AFREC	
	EFIC	Taux de l'électricité perdu		WDI	
Variables d'intérêt	Réformes réglementaires	REG	1 en cas de mise en place et 0 dans le Cas contraire	Auteurs	
		AER			Autorité d'électrification rurale
	Réformes structurelles	PRIV	La propriété des opérateurs	$PRIV = \begin{cases} 1 - \text{Opérateur public} \\ 2 - \text{Opérateur privé} \\ 3 - \text{Opérateurs privé et public} \end{cases}$	AEP/BAD
		DEGP	Dégrouper le secteur de l'électricité	$DEGP = \begin{cases} 1 - \text{Monopole intégré} \\ 2 - \text{dégrouper à la production} \\ 3 - \text{dégrouper à deux segments} \\ 4 - \text{dégrouper complet} \end{cases}$	AEP/BAD
Variables de contrôle	RRN	Richesse en ressources naturelles	Part des recettes liées aux ressources naturelles dans le PIB	WDI	
	RPR	Respect du droit de propriété	Indice composite de la Banque Mondiale	WGI	
	DF	Développement financier	Part du volume de crédits dans le PIB	WGI	
	PSDF	Indice de performance des infrastructures	Indice composite de la BAD	AIDI	
	IDE ENT	Investissements directs étrangers	Part des IDE dans le PIB	WDI	
	Corrup	Contrôle de la corruption	Indice composite de la Banque Mondiale	WGI	
	EGOV	Gouvernance publique digitale	Indice composite des Nations Unies	ONU	
	TM	Taille du marché	Revenu moyen par tête	WDI	
	REG	Indice de régulation de l'État	Indice composite de la Banque Mondiale	WGI	
SP	Indice de stabilité politique	Indice composite de la Banque Mondiale	WGI		

Source : Auteurs

Notre échantillon est composé de 40 pays d'Afrique présentés en annexe (tableau 4). Le nombre de pays est conditionné par la disponibilité des données et les informations concernant les secteurs électriques sur les réformes. Les données sont collectées pour la période allant de 2000 à 2021. Le choix de la période est justifié par la disponibilité des données sur la part de l'électricité produite issue des ressources renouvelables. Les statistiques descriptives des variables sont présentées dans le tableau 6 en annexe.

Méthode d'estimation

Le modèle Tobit peut être divisé pour une estimation en trois possibilités : une estimation Tobit d'analyse de séries chronologiques, une estimation Tobit transversale et des estimations en panneau de commande Tobit avec les modalités algorithmiques. Cependant, cette étude ne présente pas des limites en matière de disponibilité des données pour utiliser l'approche Tobit par les séries chronologiques car elle sert

principalement à corriger les données manquantes, et des recherches supplémentaires ne sont pas possibles pour explorer le sujet de manière plus approfondie, notamment en utilisant des données plus complètes des secteurs électriques et des techniques de modélisation plus avancées dans un panneau de commande du type modèle Tobit. Par conséquent, nous utilisons une estimation Tobit transversale conformément à l'équation suivante :

$$y_{it}^* = \sum X_{it} \beta + \sum Z_{it} \delta + u_i + \varepsilon_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$y_i^* \begin{cases} y_i = y_{it}^* & \text{si } y_{it}^* \geq 0 \\ y_i = y_{it}^* & \text{si } y_{it}^* \leq 1 \\ y_i = 0 & \text{si } y_{it}^* < 0 \end{cases}$$

[3]

Où X_{it} est le groupe des réformes de déréglementation et Z_{it} le groupe des variables de contrôle de l'étude à l'année t pour le pays i . Y_{it} est le pourcentage obtenu compris entre 0 et 1 pour l'indicateur de performance du secteur électrique évalué. Pour nous assurer de la qualité de notre estimation, nous effectuons le test d'inflation de la variance (VIF) pour les variables en vue de nous assurer du manque de multicolinéarité. Le tableau 6 en annexe présente les résultats du test.

En effet, on parle de multicolinéarité¹⁰⁹ lorsque le coefficient moyen VIF est supérieur à 5. Ce test est privilégié au test de multicolinéarité avant l'usage des méthodes probabilistes. Les résultats présentés dans le tableau en annexe montrent qu'il n'y a pas de multicolinéarité puisque le coefficient moyen VIF est proche de 2 et qu'aucune des valeurs de réponse pour chacune des variables indépendantes n'est inférieure ou égale à 0,2 (1/VIF). Nous retirons néanmoins l'indice de la qualité de la régulation publique de l'État à cause de son coefficient supérieur à 5.

En effet, la qualité de régulation peut être corrélée aux réformes de déréglementation évaluées.

¹⁰⁹ P. Bressoux. 2008. *Modélisation statistique appliquée en sciences sociales*. Bruxelles: De Boeck.

3. Résultats de l'étude

Étant donné l'objectif d'examiner l'effet des réformes de déréglementation sur l'offre d'électricité efficace et durable, l'analyse des résultats de l'étude est présentée pour quatre indicateurs : la part de la population totale ayant accès à l'électricité, la part de la population rurale ayant accès à l'électricité, la part de l'électricité produite issue des ressources renouvelables, la part des pertes d'électricité sur la production totale. Nous présentons les résultats de l'estimation du modèle Tobit (tableau 2) et les effets marginaux des différentes réformes (tableau 3).

L'observation du tableau 2 montre qu'aucune réforme n'a un effet significatif sur l'ensemble des indicateurs évalués. L'autorité de régulation a un effet significatif sur l'accès à l'électricité de toute la population. La présence d'une autorité de régulation dans un pays africain entraîne une augmentation de 0,3 % de la couverture de service

électrique en moyenne par an. Le résultat obtenu corrobore ceux obtenus dans la littérature¹¹⁰. Cependant, l'autorité de régulation n'a pas d'effet sur l'accès à l'électricité en milieu rural, la part d'approvisionnement durable d'électricité et l'efficacité des opérateurs.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans la littérature¹¹¹ mais les effets marginaux de la régulation sur l'efficacité et l'accès à l'électricité en milieu rural sont négatifs. En effet, l'autorité de régulation ne peut pas assurer l'ensemble de ces objectifs de façon efficace. Par conséquent, la délégation de la gestion et le monitoring de l'électrification dans les zones rurales à une autorité d'électrification rurale a les effets escomptés.

¹¹⁰ M. I. Imam, T. Jamasb et M. Llorca. 2019. « Sector reforms and institutional corruption: Evidence from electricity industry in Sub-Saharan Africa. » *Energy Policy* 129: 532-45.

¹¹¹ A. Sakharova. 2023. « Electricity Sector Reforms and Perceptions: Assessing the Impact of the Reforms on Consumers in Developing Countries. », Ohio University. http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ohiou1682693965265086.

Tableau 2 : Résultats de l'estimation

VARIABLES	ACCES (1)	ACCES(R) (2)	ADUR (3)	EFIC (4)
REG-Elec	0,00327* (0,00762)	-0,00785 (0,00878)	-0,0102 (0,0138)	-0,0122 (0,0169)
AER	0,0266*** (0,00820)	0,00759*** (0,00944)	-0,00749 (0,0148)	0,0129 (0,0192)
PRIV	0,0196*** (0,00413)	0,0118** (0,00476)	-0,0113 (0,00749)	0,0256*** (0,00853)
DEGP-Elec	0,00748 (0,00540)	0,00443 (0,00619)	0,0259*** (0,00979)	0,0139 (0,0110)
EGOV	0,419*** (0,0399)	0,369*** (0,0458)	-0,127* (0,0721)	0,221** (0,104)
RRN	-0,110** (0,0430)	-0,100** (0,0495)	0,217*** (0,0782)	0,283*** (0,101)
RPR	0,0313*** (0,00881)	0,0655*** (0,0101)	0,0222 (0,0160)	-0,00682 (0,0276)
I_TM	0,0718*** (0,00723)	0,0602*** (0,00814)	-0,0289** (0,0130)	-0,0479*** (0,0155)
DF	0,255*** (0,0376)	0,218*** (0,0428)	0,0623 (0,0697)	-0,00733 (0,0671)
IDE ENT	-0,0272** (0,0128)	-0,0237 (0,0147)	0,0189 (0,0231)	-0,0299 (0,0283)
PSDF	0,00127** (0,000533)	0,00103* (0,000613)	0,000915 (0,000968)	0,000463 (0,000955)
CORRUP	-0,0420*** (0,0113)	-0,0231* (0,0128)	-0,0594*** (0,0206)	0,0465* (0,0253)
SP	-0,0183*** (0,00583)	-0,0121* (0,00667)	0,0148 (0,0106)	-0,0110 (0,0156)
Constant	-0,467*** (0,0520)	-0,588*** (0,0574)	0,562*** (0,100)	0,466*** (0,110)
Observations	878	880	880	345
Number of EconomyName	40	40	40	23

Écart-type entre parenthèses. *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1

Source : Auteurs

La présence d'une autorité d'électrification rurale dans un pays africain entraîne une augmentation moyenne par an de 2 % et 0,8 % de la couverture de service électrique respectivement pour l'ensemble de la population et pour les populations des zones rurales. En effet, les autorités d'électrification rurales permettent la mise en place des projets d'électrifications et d'opérateurs décentralisés de production¹¹². En moyenne, la privatisation des opérateurs entraîne une augmentation moyenne de 1 % de la couverture de service par an.

¹¹² G. Madon, Y. Maigne, E. Sauvage et S. Vignoles. 2019. *Electrifier l'Afrique rurale Un défi économique, un impératif humain*. Fondation Energies pour le Monde.

Les opérateurs décentralisés sont pour la plupart des entreprises privées qui exploitent le potentiel en ressources diverses des pays pour apporter des solutions d'électrification.

Pour améliorer la part d'approvisionnement en énergie renouvelable, les réformes structurelles sont majeures. Le dégroupage de l'infrastructure électrique permet d'exploiter les différents modes de production d'électricité dans le parc énergétique du pays. Le dégroupage du secteur entraîne une augmentation moyenne de 2,5 % de la part des ressources durables dans les approvisionnements de production d'électricité. À l'opposé, les autres réformes ont des effets marginaux négatifs. Ce résultat permet d'encourager l'initiative des institutions internationales et des bailleurs de fonds dans le financement des projets dans le secteur de l'électricité qui permettent de restructurer les marchés avec l'entrée des nouveaux opérateurs. Il est fort utile de constater que le dégroupage est la seule réforme qui a un effet marginal positif sur tous les indicateurs.

La privatisation a un effet positif sur l'efficacité des opérateurs. Les opérateurs privés ont des difficultés à couvrir les coûts de services et les mécanismes incitatifs des régulateurs sont très peu développés pour les entrainer à l'efficacité^{113,114}. En revanche, la participation du secteur privé est un impératif car les opérateurs historiques à propriété publique dans les pays africains manquent de capital humain pour exploiter les infrastructures électriques et limiter l'impact de la vétusté des installations sur l'efficacité énergétique¹¹⁵. Néanmoins, l'autorité de régulation a un effet marginal négatif sur les pertes d'énergie. Il est important de mettre en exergue l'amélioration des mécanismes incitatifs dans les pays africains avec la mise en place des technologies de collecte de l'information sur l'efficacité des opérateurs. Par ailleurs, le dégroupage permet l'usage des effets de corrélation entre les concurrents pour les inciter à plus d'efficacité.

¹¹³ C. P. Trimble, M. Kojima, I. P. Arroyo et F. Mohammadzadeh. 2016. « Financial viability of electricity sectors in Sub-Saharan Africa: quasi-fiscal deficits and hidden costs. » *World Bank Policy Research Working Paper* (7788).

¹¹⁴ BAD. 2020. *Revue des Réformes du Secteur de l'Electricité en Afrique*. Département du Développement du Secteur Electrique.

¹¹⁵ A. Eberhard et G. Dyson. 2019. « Revisiting Reforms in the Power Sector in Africa. » *African Development Bank Group*: 72

Tableau 3 : Les effets marginaux de réformes

VARIABLES	ACCES		ACCES(R)		ADUR		EFIC	
	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(4)
REG-Elec	0,00327*		-0,00785		-0,0102		-0,0122	
	(0,00762)		(0,00878)		(0,0138)		(0,0169)	
AER	0,0266***		0,0079***		-0,00749		0,0129	
	(0,00820)		(0,00944)		(0,0148)		(0,0192)	
PRIV	0,0196***		0,0118**		-0,0113		0,0256***	
	(0,00413)		(0,00476)		(0,00749)		(0,00853)	
DEGP-Elec	0,00748		0,00443		0,0259***		0,0139	
	(0,00540)		(0,00619)		(0,00979)		(0,0110)	
sigma_u		0,141***		0,130***		0,340***		0,185***
		(0,0164)		(0,0153)		(0,0385)		(0,0285)
sigma_e		0,0616***		0,0711***		0,111***		0,0784***
		(0,00151)		(0,00174)		(0,00272)		(0,00310)
Constant	-0,467***		-0,588***		0,562***		0,466***	
	(0,0520)		(0,0574)		(0,100)		(0,110)	
Observations	878	878	880	880	880	880	345	345
Number of	40	40	40	40	40	40	23	23
EconomyName								

Écart-type entre parenthèses. *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1

Source : Auteurs

L'effet non significatif ou marginalement négatif de la mise en place d'une autorité de régulation n'empêche néanmoins pas que les autres réformes affectent positivement les performances du secteur électrique en Afrique subsaharienne. Par ailleurs, les autres réformes sont pour la plupart des initiatives des régulateurs indépendants. En effet, la participation du secteur privé ou la privatisation des opérateurs est la principale cause de la mise en place des autorités de régulations¹¹⁶. Les régulateurs facilitent la mise en place des nouveaux opérateurs et des stratégies de facilité essentielle pour encourager la concurrence. Malgré des doutes sur l'efficacité et l'indépendance des autorités de régulation, leur présence entraîne une dynamique de déréglementation favorable aux secteurs électriques sur le continent africain. La richesse en ressources naturelles a un effet négatif sur l'accès à l'électricité.

¹¹⁶ Mondiale, Banque. 2009. *Monitoring Performance of Electric Utilities: Indicators and Benchmarking in Sub-Saharan Africa, The Energy Sector Management Assistance Program*. The World Bank (Washington D.C.).

Ce résultat confirme l'hypothèse de la malédiction des ressources naturelles dans les services d'utilité publique¹¹⁷. En effet, les pays en développement (PED) plus riches en ressources naturelles ont des difficultés à se développer et dans le cas échéant à augmenter le niveau de couverture de l'électricité. Cependant, cette richesse a un effet positif sur la part des approvisionnements en ressources naturelles. Le respect du droit de propriété permet de limiter les contentieux avec les populations locales dans les IDE liés dans les secteurs de réseaux. Par conséquent, il a un effet positif sur la couverture du service électrique. La taille du marché, le développement financier et la performance des secteurs des réseaux ont un effet positif sur la couverture du service électrique. Par contre, la taille du marché a un effet négatif sur la part des approvisionnements durables. Une grande taille de marché entraîne une grande demande d'électricité, or l'offre obtenue des approvisionnements durables est faible en termes de capacité. Couvrir une grande demande en électricité est plus efficient avec les énergies fossiles qu'avec les énergies renouvelables.

Cette situation interpelle une nouvelle fois sur l'arbitrage entre la protection de l'environnement et le développement¹¹⁸.

L'importance du financement de l'infrastructure de distribution d'électricité a déjà été démontrée¹¹⁹. Une disponibilité diversifiée des moyens de financement permet aux entreprises d'investir dans le secteur électrique et d'améliorer le niveau d'accès et la qualité de service. Par ailleurs, le développement financier permet de faciliter le financement des projets ruraux d'électrification par les particuliers et d'améliorer le niveau de l'électrification rurale. Par contre, l'attractivité et la réalisation des investissements dépendent de la qualité de la gestion du foncier dans le pays. Cette dépendance explique l'effet positif de la qualité de la gestion foncière sur l'accès à l'électricité. Au-delà de la gestion foncière, la qualité institutionnelle joue un rôle important dans la couverture de service électrique dans les pays africains. En effet, la qualité des institutions joue un rôle important dans l'amélioration de la régulation des secteurs de réseaux en Afrique.

¹¹⁷ H. Atangana Ondo. 2019. « Natural resources curse: A reality in Africa. » *Resources policy* 63: 101406.

¹¹⁸ N. Van Tran, Q. Van Tran, L. Thi Thuy Do, L. Hong Dinh, et H. Thi Thu Do. 2019. « Trade off between environment, energy consumption and human development: Do levels of economic development matter? » *Energy* 173: 483-93.

¹¹⁹ A. Makochekanwa. 2020. *The Impact of Regulations on Investment in Mobile Telephone Infrastructure in Southern African Development Community Countries*. AERC.

Les autorités de régulation doivent fonctionner dans des environnements institutionnels peu corrompus, fortement réglementés et efficaces pour limiter l'interférence des acteurs publics dans les politiques de régulation et la capture de la réglementation.

Conclusion

Dans un contexte de déréglementation, cette étude a pour objectif d'examiner l'effet des réformes structurelles et réglementaires sur le secteur de l'électricité en Afrique subsaharienne. Pour ce faire, nous avons utilisé une méthode de régression Tobit en Panel sur les données de 40 pays entre 2000 et 2021. Les résultats obtenus montrent que l'autorité de régulation affecte faiblement le taux d'accès à l'électricité dans les pays, mais n'a pas d'effet significatif sur l'accès à l'électricité des populations rurales. Par contre, c'est l'autorité d'électrification rurale qui affecte significativement le taux d'accès à l'électricité dans le pays et dans les zones rurales. La participation du secteur privé a un effet positif sur l'accès à l'électricité par le biais de la mise en concurrence et la décentralisation des opérateurs au segment de la production. En revanche, les mécanismes incitatifs des régulateurs ne permettent pas d'améliorer l'efficacité des opérateurs privés qui ont des difficultés à couvrir leurs charges dans le marché africain. Le dégroupage du secteur est la seule réforme qui affecte significativement la part d'approvisionnement en énergie renouvelable dans la production d'électricité.

Nous recommandons la mise en place d'autorités de régulation et d'autorités d'électrification rurale dans les pays pour limiter la fracture énergétique dans la couverture de service. Par ailleurs, nous encourageons la mise en place d'une dynamique de déréglementation dans les pays pour améliorer l'efficacité et la durabilité de l'offre d'électricité. En plus des perspectives des institutions internationales, développer les secteurs financiers et améliorer la qualité institutionnelle sont également d'une importance capitale dans l'amélioration de l'offre de l'électricité dans l'agenda 2063 de l'Union Africaine. Nous reconnaissons en droite ligne de la littérature le manque d'insistance des travaux sur l'inefficacité des réformes en matière d'incitations sur les activités des opérateurs. Nous proposons ainsi de s'attarder davantage par la suite sur les difficultés rencontrées par les réformes dans le contexte africain.

Annexes

Tableau 1 : Les pays de l'échantillon

Afrique australe [Angola, Botswana, Eswatini, Lesotho, Madagascar, Maurice, Mozambique, Namibie, Afrique du Sud, Zambie, Zimbabwe] ;
Afrique centrale [Cameroun, RCA, Tchad, Rép. du Congo Dém., Rép. du Congo, Gabon, Guinée équatoriale] ;
Afrique de l'Est [Burundi, Comores, Éthiopie, Kenya, Rwanda, Soudan, Tanzanie, Ouganda] ;
Afrique de l'Ouest [Bénin, Burkina Faso, Cap-Vert, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Togo]

Source : Auteurs

Tableau 5 : Matrice de réforme du secteur de l'électricité en Afrique Subsaharienne/

Structure du marché	Participation et Propriété privée	Régulation	Modèle de marché concurrentiel
Verticalement intégré	Génération Kenya, Zimbabwe, Côte d'Ivoire, Uganda, Nigéria, Ghana, Cameroun, Zambie, Nigéria, Kenya, Uganda, Zimbabwe	Régulateurs indépendants existent Cameroun, Nigéria, Uganda, Côte d'Ivoire, Sénégal, Kenya, Gabon, Botswana, Burkina Faso, Mali, Guinée, Rwanda, Afrique du Sud, Togo, Lesotho, Angola, Ghana, Nigéria, Kenya, Uganda, Zimbabwe	Acheteur unique monolithique Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Sénégal, Cameroun,
Dégroupage vertical partiel	Transmission Côte d'Ivoire, Zambie		Acheteur célibataire dégroupé Ghana, Ouganda, Kenya, Nigéria, Zimbabwe,
Dégroupage vertical intégral	Distribution Cameroun, Ouganda, Côte d'Ivoire, Uganda, Nigéria, Zambie		Monopole Libéria, Lybie, Mauritanie, Chad, RDC, Congo, Niger, Guinée-Bissau
			Vente en gros concours Mali, Sénégal, Guinée, Togo, Bénin, Mozambique

Source : Conçue par les auteurs avec les données de la BAD [2020] et MIRA [2017]

Tableau 6 : Statistiques descriptives et test d'inflation de la variance

Variable	Statistiques descriptives					Test d'inflation de la variance	
	Obs	Moyenne	Écart-type	Min	Max	VIF	1/VIF
ACC	878	0,377	0,246	0,013	1	4,221	0,237
ACC R	880	0,202	0,233	0,005	1	3,848	0,26
ADUR	880	0,479	0,367	0	1	1,415	0,707
EFIC	385	0,245	0,193	0,024	0,88	1,581	0,632
REGElec	880	0,548	0,498	0	1	1,942	0,515
AER	880	0,44	0,497	0	1	1,934	0,517
PRIV	880	1,843	0,942	1	3	2,106	0,475
DEGPElec	880	1,616	0,849	1	4	1,998	0,501
ATC	880	0,634	0,482	0	1	1,657	0,603
EGOV	880	0,273	0,127	0	0,72	3,547	0,282
RRN	880	0,111	0,104	0	0,587	1,628	0,614
RPR	880	2,836	0,636	1	4	3,464	0,289
I TM	880	6,921	0,985	40,705	9,363	3,767	0,265
DF	880	0,2	0,225	0	1,424	2,711	0,369
IDEENT	880	0,161	0,201	-0,682	1,678	1,121	0,892
PSEL	880	7,952	7,645	0,38	38,394	1,666	0,6
CORRUP	880	-0,627	0,615	-1,581	1,245	4,924	0,203
QRP	880	-0,629	0,576	-2,202	1,197	5,515	0,181
SP	880	-0,57	0,884	-2,699	1,224	2,734	0,366
Moyenne						2,725	

Source : Auteurs

Algérie-Nigéria : La difficile transition des géants pétroliers et gaziers vers les énergies vertes

Par Frank Kodbaye

Introduction

L'aube du XXI^e siècle marque un tournant décisif dans le paysage énergétique mondial. Face à l'urgence climatique et à la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, les énergies renouvelables s'imposent comme une solution incontournable. En 2024, elles représentaient plus de 30% de la production électrique mondiale, une progression fulgurante par rapport aux 20% de 2010.

Dans ce contexte, l'Objectif de développement durable 7 (ODD 7)¹²⁰ des Nations Unies vise à « *garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable* » d'ici 2030. Cet objectif s'aligne parfaitement avec l'Agenda 2063¹²¹ de l'Union africaine, qui ambitionne de transformer l'Afrique en une puissance mondiale, en mettant l'accent sur le développement durable et l'innovation technologique. L'accès universel à une énergie propre et abordable est considéré comme un pilier essentiel de cette transformation. L'Algérie et le Nigéria, deux géants énergétiques africains, se trouvent à la croisée des chemins. Ces pays, traditionnellement dépendants des hydrocarbures, font face à des défis similaires mais disposent également d'opportunités considérables avec le développement des énergies renouvelables.

¹²⁰ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/energy/>

¹²¹ https://au.int/sites/default/files/documents/36204-doc-agenda2063_popular_version_fr.pdf

L'Algérie, avec ses vastes étendues désertiques¹²², bénéficie d'un potentiel solaire exceptionnel. Le pays a initié des programmes ambitieux visant à porter la part des énergies renouvelables à 27% de son mix électrique d'ici 2030. Cependant, en 2024, cette part ne dépassait guère les 5%, illustrant ainsi l'ampleur du défi à relever.

Le Nigéria, première économie africaine et grand producteur pétrolier, présente un profil énergétique plus diversifié. Les énergies renouvelables, principalement l'hydroélectricité, représentent environ 20% de son mix électrique en 2024. Le pays s'est fixé un objectif de 35% d'énergies renouvelables d'ici 2030 en misant sur un mix comprenant l'hydroélectricité, le solaire et la biomasse.

Ces deux nations se trouvent donc à un moment charnière de leur histoire énergétique. Elles doivent naviguer entre la nécessité de maintenir leur croissance économique, largement dépendante des hydrocarbures, et l'impératif de la transition vers des sources d'énergie plus durables. Les défis sont nombreux : financement des projets, modernisation des infrastructures, adaptation des cadres réglementaires. *A contrario*, les opportunités sont tout aussi importantes : création d'emplois, indépendance énergétique, leadership régional dans les technologies vertes.

L'analyse de leur trajectoire respective offre un éclairage précieux sur les enjeux de la transition énergétique en Afrique et dans les pays producteurs d'hydrocarbures plus généralement.

1. L'évolution lente du mix énergétique de l'Algérie

En 2024, l'Algérie demeure fortement dépendante des énergies fossiles qui représentent environ 94% de son mix énergétique. Le gaz naturel occupe une place prépondérante en couvrant près de 65% des besoins énergétiques du pays, suivi par le pétrole à hauteur de 27%.

¹²² Le désert du Sahara couvre entre 80% et 90% de la superficie totale de l'Algérie, soit environ 2 millions de km² sur une superficie totale de 2 381 741 km².

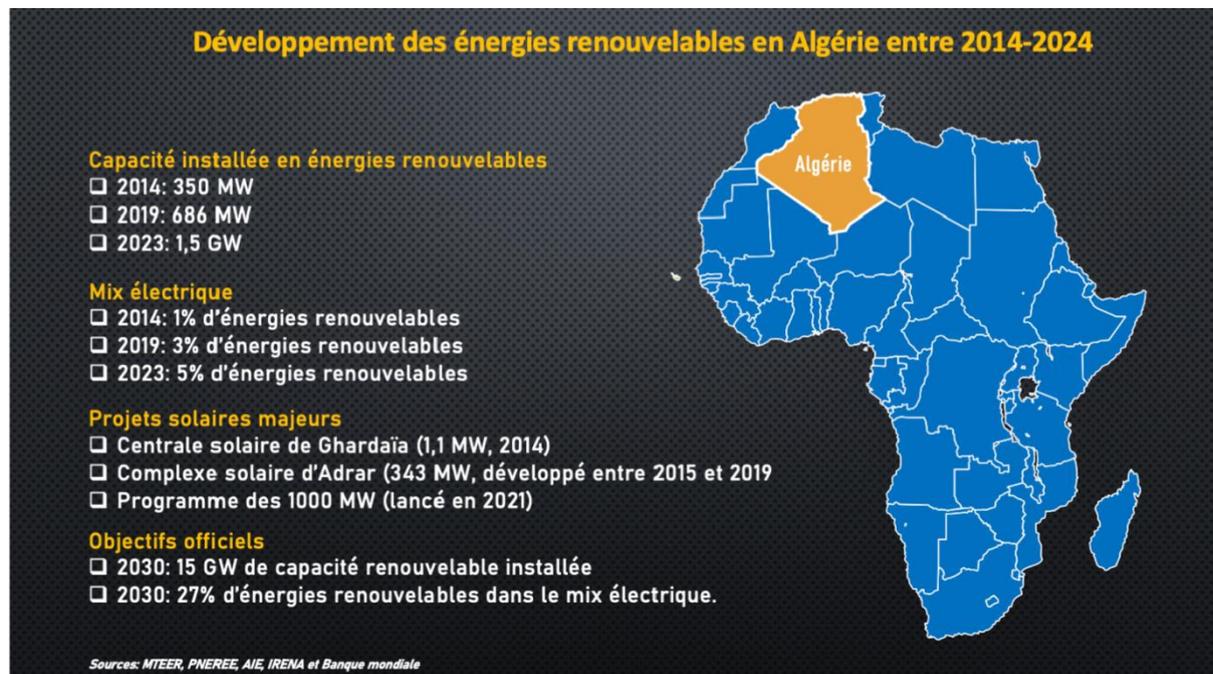
Cette dépendance aux hydrocarbures s'explique par l'abondance des ressources nationales et les infrastructures existantes mais pose des défis en matière de durabilité et de diversification énergétique.

Les énergies renouvelables ne représentent qu'une part modeste du mix énergétique algérien en 2024, s'élevant à environ 6%. Cette part se répartit principalement entre l'énergie solaire (4%), l'hydroélectricité (1,5%) et l'éolien (0,5%). Malgré son potentiel considérable, notamment en matière d'énergie solaire (une moyenne de 3 000 heures d'ensoleillement annuel, l'irradiation horizontale globale (IGH)¹²³ est estimée à près de 1 700 kilowattheures (kWh)/m²/an dans le nord et à 2 263 kWh/m²/an dans le sud), l'Algérie est très loin d'avoir pleinement exploité ses ressources renouvelables.

Matthew Goosen résume la situation de l'Algérie en ces termes : « *Bénéficiant d'un niveau d'irradiation parmi les plus élevés au monde avec la capacité de produire jusqu'à 2 100 kWh par an et d'un littoral méditerranéen de 1 300 km avec des vitesses de vent de plus de huit mètres par seconde, le gouvernement algérien a mis en œuvre un plan ambitieux visant à accroître les investissements infrastructurels et financiers pour passer avec succès aux sources d'énergie renouvelables.* ¹²⁴ ». Entre 2014 et 2024, l'Algérie a connu une progression lente mais constante dans le développement des énergies renouvelables. La capacité installée est passée d'environ 300 mégawatts (MW) en 2014 à 2500 MW en 2024, soit une augmentation d'environ 730%. Cette croissance a été principalement tirée par le développement de l'énergie solaire photovoltaïque qui a bénéficié d'une baisse des coûts technologiques et d'un soutien gouvernemental accru.

¹²³ L'irradiation horizontale globale (GHI) est la quantité d'irradiation terrestre tombant sur une surface horizontale par rapport à la surface de la Terre.

¹²⁴ Matthew Goosen (Octobre 2023), *Algeria Powers Ahead with Sustainable Energy Initiatives*, Energy Capital & Power (en ligne) <https://energycapitalpower.com/algeria-renewable-energy-capacity-2035/>, consulté le 25 octobre 2024.



La Société nationale de l'électricité et du gaz (Sonelgaz), l'entreprise étatique chargée de la production, de la distribution et de la commercialisation de l'électricité sur toute l'étendue du territoire, est la grande actrice du développement des énergies renouvelables en Algérie. Le plan de développement de Sonelgaz pour la période 2014-2024 prévoyait l'installation de 3 260 MW de capacités en énergies renouvelables, réparties comme suit : 1 300 MW en photovoltaïque, 1 530 MW en énergie solaire concentrée (CSP) et 430 MW en éolien. Malgré cette progression, l'Algérie est en retard par rapport à ses objectifs initiaux. Le Programme national de développement des énergies renouvelables (PNEREE) lancé en 2011 visait une part de 27% d'énergies renouvelables dans la production d'électricité d'ici 2030. En 2024, avec seulement 6% atteints, le pays est loin de cette cible. Ce retard s'explique par des obstacles bureaucratiques, des contraintes financières et une priorité continue accordée aux hydrocarbures¹²⁵.

¹²⁵ L'électricité consommée en Algérie est produite essentiellement à partir du gaz naturel (65%). Environ 80-85 TWh sont consommés par an.

D'après le plus récent rapport du Commissariat aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique (CEREFÉ)¹²⁶, fin 2023 l'Algérie avait une capacité photovoltaïque totale de 436,8 MW. Ce total s'apparente à une goutte d'eau en comparaison de l'énorme potentiel de ce pays signalé plus haut.

Face à ce retard, l'Algérie a révisé sa Stratégie énergétique en 2024. Les nouveaux objectifs visent à atteindre 15% d'énergies renouvelables dans le mix électrique d'ici 2030 et 30% d'ici 2035. Ces objectifs, bien que moins ambitieux que les précédents, semblent plus réalistes au vu des progrès actuels¹²⁷. Le gouvernement prévoit d'installer 4000 MW supplémentaires de capacités renouvelables d'ici 2030, principalement dans le solaire et l'éolien.

Le solaire constitue le fer de lance de la transition énergétique algérienne. En 2024, plusieurs projets d'envergure étaient en cours :

- Le parc solaire de Tafouk 1, d'une capacité totale prévue de 4000 MW, dont la première phase de 1000 MW est en construction.
- Le programme des 1000 MW visant à installer des centrales solaires photovoltaïques dans plusieurs wilayas du pays.
- Des initiatives de solarisation des écoles, hôpitaux et bâtiments publics, totalisant environ 500 MW.

Bien que moins développé que le solaire, l'éolien fait l'objet d'un regain d'intérêt de la part des autorités algériennes. Une attention croissante lui a été portée ces dernières années :

- Le parc éolien d'Adrar, d'une capacité de 10 MW, est en phase d'extension pour atteindre 50 MW.
- Des études de faisabilité sont en cours pour un projet éolien de 200 MW dans la région de Tindouf.
- Un programme de cartographie du potentiel éolien national est lancé pour identifier de nouveaux sites propices.

¹²⁶ Le rapport a été élaboré sous forme d'un bilan quantitatif des installations d'énergies renouvelables. Il est la synthèse des rapports intermédiaires de 2019, 2021 et 2022.

¹²⁷ Hamiti, D. et Bouzadi-Daoud, S. (2021) « La stratégie algérienne de transition énergétique conformément au programme de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique : état des lieux et perspectives de développement », *Journal of Contemporary Business and Economic Studies* 4(2) : 594-622.

L'Algérie explore également d'autres sources d'énergies renouvelables dont l'hydroélectricité. La modernisation des barrages existants et l'étude de nouveaux projets de microcentrales hydrauliques sont évoquées par le gouvernement malgré l'occurrence de longues périodes de sécheresse.

Cependant cet atout est encore négligé selon l'analyse de plusieurs spécialistes : « *L'Algérie dispose d'un potentiel prometteur pour la production d'énergie hydroélectrique en raison de la disponibilité de sites de barrage et d'une pluviométrie moyenne élevée. Actuellement, il n'existe qu'une étude minime sur le potentiel de l'hydroélectricité dans le pays.* »¹²⁸

La biomasse et la géothermie font actuellement l'objet d'études préliminaires dans les régions du sud du pays. Des projets pilotes de valorisation des déchets agricoles et forestiers pour la production d'énergie bénéficient d'une attention particulière des autorités politiques. Celles-ci considèrent que ces programmes constituent aussi un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices d'emplois¹²⁹.

Bien que l'Algérie ait progressé dans le développement des énergies renouvelables au cours de la dernière décennie, le pays reste confronté à des défis importants pour atteindre ses objectifs de transition énergétique.

Une contrainte géographique majeure complexifie la mise en œuvre de son plan de transition énergétique : la demande énergétique se concentre dans les zones urbaines densément peuplées du nord, limitant les possibilités d'installation à grande échelle. En revanche, le potentiel solaire se trouve principalement dans les vastes étendues désertiques du sud saharien.

¹²⁸ Zahraoui, Y., Basir Khan, M R., Al Hamrouni, I., Mekhilef, S., and Mahrous Ahmed. (2021), "Current Status, Scenario, and Prospective of Renewable Energy in Algeria", page 11. www.preprints.org

¹²⁹ La décennie 2004-2014, marquée par des cours exceptionnellement élevés des hydrocarbures, a représenté une occasion historique pour l'Algérie. Ces revenus pétroliers et gaziers substantiels auraient pu servir de levier pour amorcer une transformation structurelle de l'économie nationale. Le pays aurait pu investir dans son industrialisation, développer de nouveaux secteurs d'activité et poser les bases d'une véritable transition énergétique. Cette période favorable aurait également permis la création d'une filière d'emplois dans le secteur des énergies renouvelables. Malheureusement, cette opportunité stratégique n'a pas été saisie, laissant le pays fortement dépendant de ses ressources fossiles.

Cette configuration crée un défi logistique ardu. De plus, les conditions climatiques extrêmes du désert, combinées à d'autres facteurs techniques, rendent les installations photovoltaïques 30% plus coûteuses que la moyenne internationale.

La révision de sa stratégie nationale et le lancement de projets ambitieux, notamment dans le solaire, témoignent d'une volonté renouvelée de diversifier son mix énergétique. Cependant, le succès de cette transition dépendra de la capacité du pays à surmonter les obstacles financiers, techniques et réglementaires, tout en équilibrant ses intérêts économiques liés aux hydrocarbures avec ses engagements en matière de développement durable¹³⁰.

2. Nigeria : la révolution énergétique verte est une urgence

Le Nigéria reste fortement dépendant des énergies fossiles qui représentent environ 80% de son mix énergétique en 2024. Le pétrole et le gaz naturel dominant largement ce mix, reflétant de ce fait le statut du pays en tant que plus grand producteur d'hydrocarbures en Afrique¹³¹. Cette dépendance pose des défis en matière de durabilité environnementale et de sécurité énergétique à long terme.

Avec une population qui pourrait atteindre plus de 330 millions d'habitants en 2050, la demande en énergie connaît déjà une forte augmentation. Cette pression démographique complique la transition vers les énergies renouvelables qui doivent être déployées rapidement et à grande échelle pour répondre aux besoins croissants¹³².

¹³⁰ Aissaoui, A. (2016) « Algerian gas: Troubling trends, troubled policies ». Oxford Institute for Energy Studies. Disponible sur: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/05/Algerian-Gas-Troubling-Trends-Troubled-Policies-NG-108.pdf>.

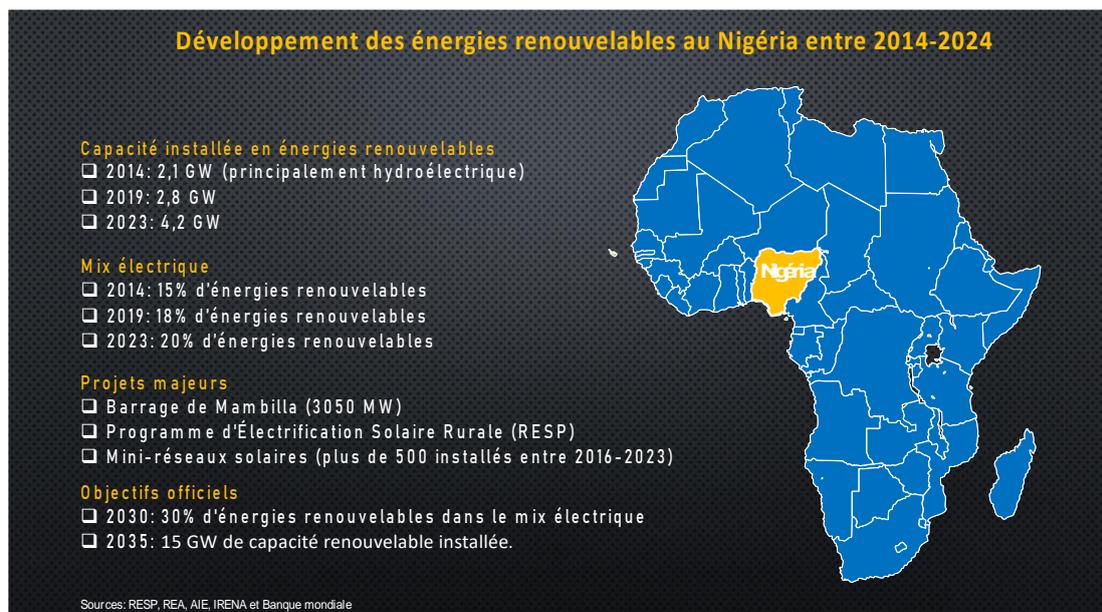
¹³¹ Selon les données les plus récentes, la production de pétrole du Nigeria se situe autour de 1,4 million de barils par jour en décembre 2023. Ce pays dispute à la Libye la première place du podium des producteurs de l'or noir en Afrique. Pour le gaz naturel, bien que les chiffres exacts de production ne soient pas mentionnés dans les résultats de recherche, le Nigeria est décrit comme l'un des cinq premiers exportateurs mondiaux de gaz naturel liquéfié (GNL).

¹³² Nwachukwu, L. (2021). Electricity poverty: Nigeria worst in global access to electricity and consumer protection. Social Action. Retrieved from <https://saction.org/electricity-poverty-nigeria-worst-in-global-access-to-electricity-and-consumer-protection/>

Les ménages représentent la plus grande part de la consommation d'énergie en absorbant 42% de la consommation finale en 2022. La biomasse (bois de chauffage et charbon de bois) est la principale source d'énergie et représente 95% de l'énergie utilisée par les ménages en 2018. Plus de 40% des foyers n'ont pas accès à une électricité fiable. Parmi ceux qui ont accès à l'électricité, 79% reçoivent moins de 10 heures d'électricité par jour. On prévoit jusqu'à 55 millions de ménages (environ 20% de la population) sans accès à l'électricité en 2030¹³³.

Les énergies renouvelables constituent environ 20% du mix énergétique nigérian en 2024. Cette part, bien qu'en augmentation, reste modeste par rapport au potentiel du pays. L'hydroélectricité représente la majorité de cette part, suivie par l'énergie solaire et la biomasse. L'éolien reste marginal bien qu'en développement.

La dernière décennie a vu une accélération significative du développement des énergies renouvelables au Nigéria. Entre 2014 et 2024, la capacité installée en énergies renouvelables a plus que doublé, passant d'environ 2 GW à plus de 4 GW. Cette croissance a été principalement tirée par l'expansion de l'hydroélectricité et l'essor rapide du solaire photovoltaïque, particulièrement dans les zones rurales non connectées au réseau national.



¹³³ On prévoit jusqu'à 55 millions de ménages (environ 20% de la population) sans accès à l'électricité en 2030.

Malgré ces progrès, le Nigéria reste en deçà de ses objectifs initiaux. Le pays souhaitait atteindre 30% d'énergies renouvelables dans son mix électrique d'ici 2030 or cet objectif semble désormais difficile à atteindre sans une accélération significative des investissements et des politiques de soutien. Le défi est gigantesque dans la mesure où plus de 90 millions d'habitants¹³⁴ sont privés d'électricité au Nigéria et où la défaillance des infrastructures ne permet pas de répondre à la demande selon l'Agence nigériane d'électrification rurale (REA).

La stratégie énergétique nationale du Nigéria, révisée en 2022, fixe des objectifs ambitieux :

- Atteindre 35% d'énergies renouvelables dans le mix électrique d'ici 2030.
- Augmenter la capacité installée en énergies renouvelables à hauteur de 15 GW d'ici 2035.
- Assurer l'accès universel à l'électricité d'ici 2040 avec un accent particulier mis sur les solutions hors réseau basées sur les énergies renouvelables.

La stratégie nigériane s'aligne étroitement sur l'ODD 7 visant à garantir l'accès à une énergie abordable, fiable, durable et moderne pour tous. Elle s'inscrit également dans le cadre de l'Agenda 2063 de l'Union africaine qui vise à transformer le continent en une puissance mondiale en mettant l'accent sur le développement durable et l'innovation technologique.

Le Programme d'électrification solaire rurale (RESP) lancé en 2020 vise à installer 5 millions de systèmes solaires domestiques¹³⁵ d'ici 2025. En 2024, plus de 3 millions de systèmes ont déjà été déployés, améliorant en conséquence l'accès à l'électricité dans les zones rurales. Le projet de parc solaire de Katsina (Nord), d'une capacité de 100 MW, est en cours de construction et devrait être opérationnel d'ici fin 2025.

¹³⁴ Le Nigéria compte 225 millions d'habitants, avec un taux de croissance annuel de 2,5%. Sa situation géographique variée (savanes, plateaux, collines, zones forestières et maritimes), étalée sur une superficie de 923 768 km², permet au pays de disposer d'un potentiel inestimable pour différentes formes d'énergies renouvelables.

¹³⁵ Précisons qu'il n'y a pas de chiffres précis pour le statut de la pénétration de l'énergie solaire au Nigeria, ce qui signifie qu'il n'y a pas de registre statistique complet tel qu'une base de données pour le déploiement de la technologie de l'énergie solaire dans le pays.

Le projet de barrage de Mambilla situé dans le village de Kakara, dans l'État de Taraba à l'est du Nigéria, reste le projet phare du pays en matière d'hydroélectricité. Il a une capacité prévue de 3050 MW. Bien que confronté à des retards, sa construction a finalement débuté en 2023 avec une mise en service partielle prévue pour 2028. Parallèlement, plusieurs petits projets hydroélectriques sont en développement. Ils visent à exploiter le potentiel des cours d'eau du pays.

Le Nigéria explore activement d'autres sources d'énergies renouvelables. Un parc éolien pilote de 10 MW a été mis en service en 2023 dans l'État de Katsina : il ouvre la voie à des projets plus ambitieux. La biomasse, abondante dans les régions agricoles, fait l'objet d'un programme national visant à développer des centrales de cogénération dans les zones rurales.

Le Nigéria a réalisé des progrès significatifs dans le développement des énergies renouvelables au cours de la dernière décennie. Néanmoins, des défis importants persistent notamment en matière de financement, d'infrastructure de réseau et de cadre réglementaire. L'atteinte des objectifs nationaux et l'alignement sur les engagements internationaux nécessiteront une accélération des efforts et une mobilisation accrue des ressources. Le succès de cette transition énergétique sera crucial pour le développement durable du Nigéria et son rôle de leader¹³⁶ en Afrique dans la lutte contre le changement climatique¹³⁷.

3. Deux trajectoires très différentes dans la transition énergétique

L'Algérie et le Nigéria ont des mix énergétiques dominés par les hydrocarbures mais avec des nuances significatives. En 2024, l'Algérie dépendait à environ 95% des combustibles fossiles, principalement du gaz naturel pour sa production d'électricité. Les énergies renouvelables ne représentent qu'environ 5% du mix, essentiellement du solaire photovoltaïque.

¹³⁶ Abuja prévoit le développement d'une capacité installée d'électricité de 250 gigawatts d'ici 2050, dont une part importante d'énergies renouvelables. <https://www.afdb.org/fr/news-and-events/press-releases/nigeria-le-groupe-de-la-banque-africaine-de-developpement-approuve-un-pret-de-500-millions-de-dollars-pour-stimuler-lacces-lelectricite-73124>

¹³⁷ Le pays s'est engagé à atteindre « zéro émission nette » d'ici 2060.

Le Nigéria, quant à lui, présente un mix légèrement plus diversifié. Les énergies fossiles représentent environ 80% de sa production électrique. Le reste du mix est composé d'environ 20% d'énergies renouvelables, principalement issus de l'hydroélectricité. Le solaire et la biomasse occupent une place croissante bien qu'encore modeste.

Le rythme de progression des énergies renouvelables diffère entre les deux pays. L'Algérie a connu une croissance relativement lente mais régulière de ses capacités renouvelables au cours de la dernière décennie. Entre 2014 et 2024, la part des énergies renouvelables dans son mix électrique est passée d'environ 1% à environ 5%, principalement grâce à l'implantation de centrales solaires photovoltaïques dans le désert selon le [Portail algérien des énergies renouvelables](#).

Le Nigéria a connu une progression plus rapide, bien que partant d'une base plus élevée. Sur la même période, la part des énergies renouvelables est passée d'environ 15% à environ 20%. Cette croissance a été portée par l'expansion de l'hydroélectricité et le déploiement accéléré de [solutions solaires](#), notamment pour l'électrification rurale¹³⁸.

Le contexte actuel favorable au développement technologique des cellules photovoltaïques consolide cette tendance : « L'énergie solaire est devenue la source de production d'énergie la moins chère. C'est une bonne nouvelle pour l'Afrique, la région où les niveaux de rayonnement solaire sont parmi les plus élevés au monde. Les coûts de l'énergie éolienne et de l'énergie solaire ont diminué respectivement de plus de 72 % et de 90 % entre 2009 et 2021. »¹³⁹

Les deux pays ont fixé des objectifs ambitieux en matière d'énergies renouvelables, mais avec des approches différentes.

¹³⁸ Baurzhan, S., & Jenkins, G. P. (2016). Off-grid solar PV: Is it an affordable or appropriate solution for rural electrification in Sub-Saharan African countries? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(60), 1405–1141.

¹³⁹ Deborah Ramalope (mars 2022), Clean energy is Africa's chance for climate resilient development, Thomson Reuters Foundation (en ligne). <https://news.trust.org/item/20220328114308-3vant/>, consulté le 23 septembre 2024

L'Algérie, à travers son PNEREE, souhaite atteindre 27% d'énergies renouvelables dans son mix électrique d'ici 2030 avec un accent particulier mis sur le solaire. Ce programme prévoit l'installation de 22 GW de capacités renouvelables d'ici 2030 dont 13,5 GW de solaire photovoltaïque.

Le Nigéria, dans sa stratégie énergétique (NEMP)¹⁴⁰ révisée en 2022, se fixe l'objectif de 35% d'énergies renouvelables dans son mix électrique d'ici 2030. L'objectif est d'atteindre une capacité installée en énergies renouvelables de 15 GW d'ici 2035 avec une diversification incluant l'hydroélectricité, le solaire, l'éolien et la biomasse.

L'efficacité des programmes de développement varie entre les deux pays. En Algérie, malgré des ambitions élevées, la mise en œuvre des projets a souvent été ralentie par des contraintes bureaucratiques et des difficultés de financement. Le pays a néanmoins réussi à lancer plusieurs grands projets solaires¹⁴¹.

Le Nigéria a montré une plus grande efficacité dans le déploiement de solutions décentralisées, particulièrement dans l'électrification rurale par le solaire. Le RESP a permis l'installation de millions de systèmes solaires domestiques. Cependant, les grands projets hydroélectriques¹⁴² comme le barrage de Mambilla ont connu des retards importants.

L'Algérie a un taux d'électrification proche de 100%, ce qui est en adéquation avec l'ODD 7. Le Nigéria, en revanche, fait face à des défis plus importants, avec un taux d'électrification d'environ 60% en 2024. Le pays a cependant fait des progrès significatifs notamment grâce à des solutions hors réseau basées sur les énergies renouvelables.

¹⁴⁰ Le plan vise à assurer un développement durable du secteur énergétique nigérian, en mettant l'accent sur la diversification des sources d'énergie, la durabilité environnementale et la participation accrue du secteur privé.

¹⁴¹ Réalisation de 15 centrales solaires photovoltaïques de 80 à 220 MW chacune. Les plus notables sont : la centrale solaire de 220 MW à Biskra, la centrale de 200 MW à Tindela et la centrale solaire d'El M'Ghair.

¹⁴² Le Nigeria est traversé par deux grands fleuves (la Bénoué et le Niger), ce qui représente un potentiel exploitable total d'environ 14 750 MW. Les grandes centrales hydroélectriques ont donc un potentiel exploitable d'environ 11 250 MW, tandis que les petites centrales hydroélectriques disposent de 3 500 MW sur 286 sites, dont 86 petits sites, 126 mini-barrages et 70 micro-barrages dans tout le pays.

Les deux pays progressent vers une augmentation de la part des énergies renouvelables conformément à l'ODD 7 et à l'Agenda 2063. Il demeure que le Nigéria semble plus avancé dans cette transition avec une part plus importante d'énergies renouvelables dans son mix et une diversification plus prononcée des sources.

L'Algérie a mis en place des programmes d'efficacité énergétique, notamment dans le secteur du bâtiment, mais leur impact reste limité. Le Nigéria a lancé des initiatives d'efficacité énergétique plus récemment, en ciblant spécifiquement l'industrie et les bâtiments publics, mais leur mise en œuvre est encore à un stade précoce.

Bien que l'Algérie et le Nigéria soient tous deux engagés dans le développement des énergies renouvelables, leurs approches et leurs progrès diffèrent significativement. L'Algérie, partant d'une base plus faible, met l'accent sur le développement à grande échelle de l'énergie solaire, tandis que le Nigéria adopte une approche plus diversifiée, incluant l'hydroélectricité et les solutions décentralisées.

Le Nigéria semble plus avancé dans sa transition énergétique avec une part plus importante d'énergies renouvelables et une meilleure diversification. Cependant, il fait face à des défis plus importants en matière d'accès à l'énergie. L'Algérie, malgré un accès quasi universel à l'électricité¹⁴³, grâce à des investissements constants dans son réseau centralisé, doit accélérer significativement le déploiement des énergies renouvelables pour atteindre ses objectifs.

Les deux pays doivent intensifier leurs efforts pour aligner pleinement leurs stratégies énergétiques avec l'ODD 7 et l'Agenda 2063 de l'Union africaine.

¹⁴³ Le taux d'accès à l'électricité en Algérie avoisinant les 99 %, selon les données de la Banque Mondiale. Le Nigéria, cependant, n'a que 55 % de sa population qui a accès à l'électricité de façon satisfaisante.

Cela implique non seulement d'augmenter la part des énergies renouvelables mais aussi d'améliorer l'efficacité énergétique et, dans le cas du Nigéria, d'accélérer l'accès universel à l'énergie.

La réussite de ces transitions énergétiques sera cruciale non seulement pour le développement durable de ces pays mais aussi pour leur rôle de leaders dans la lutte contre le changement climatique en Afrique. Elle nécessitera une volonté politique soutenue, des investissements importants et une collaboration accrue avec le secteur privé et les partenaires internationaux.

4. Des défis et des opportunités

La principale entrave au développement des énergies renouvelables dans ces deux pays est leur forte dépendance économique aux hydrocarbures. En Algérie, les hydrocarbures représentent plus de 95% des exportations et environ 60% des recettes budgétaires. Au Nigéria, le pétrole constitue environ 80% des exportations et 50% des revenus gouvernementaux. Cette dépendance crée une inertie institutionnelle et économique qui freine la transition énergétique.

Le financement des projets d'énergies renouvelables reste un défi majeur. Les deux pays peinent à attirer des investissements suffisants, en partie à cause de la perception du risque pays et de l'instabilité des cadres réglementaires. Les fluctuations des prix du pétrole affectent également la capacité des gouvernements à financer directement ces projets.

Les réseaux de distribution électrique vieillissants et insuffisamment développés constituent un obstacle important. En Algérie, le réseau est principalement conçu pour la distribution d'électricité produite par des centrales à gaz centralisées. Au Nigéria, le réseau national est instable et ne couvre pas l'ensemble du territoire, ce qui complique l'intégration des énergies renouvelables à grande échelle¹⁴⁴.

¹⁴⁴ Le Nigéria est aussi confronté à un problème particulier à cause de l'insécurité et du terrorisme. Les vandales enlèvent ou coupent certains câbles de transmission ou infrastructures pour protester contre la politique gouvernementale ou pour voler. Cela pose une difficulté importante pour la transmission de l'électricité produite par les infrastructures d'énergie solaire.

L'Algérie et le Nigéria bénéficient d'un potentiel solaire exceptionnel. L'Algérie, avec son vaste désert saharien, pourrait devenir un leader mondial de l'énergie solaire. Le Nigéria, bien que disposant d'un potentiel solaire moindre, bénéficie néanmoins d'un ensoleillement important et de zones propices à l'éolien, notamment dans le nord du pays.

Les deux pays peuvent tirer parti de la coopération régionale et internationale. L'Algérie pourrait jouer un rôle clé dans les projets d'interconnexion électrique méditerranéens comme Desertec¹⁴⁵. Le Nigéria, en tant que membre de la CEDEAO, peut bénéficier des initiatives régionales ouest-africaines en matière d'énergies renouvelables. Les partenariats internationaux, notamment avec l'Union européenne et la Chine, offrent des opportunités de financement et d'expertise.

Le développement des énergies renouvelables offre des opportunités de transfert de technologies et de développement industriel local. L'Algérie a déjà amorcé la production locale de panneaux solaires et pourrait devenir un hub régional. Le Nigéria, avec sa base industrielle plus diversifiée, a le potentiel de développer une industrie locale dans le solaire et l'éolien, créant ainsi des emplois et stimulant l'innovation.

Malgré les obstacles liés à leur dépendance aux hydrocarbures, aux défis de financement et aux infrastructures inadéquates, l'Algérie et le Nigéria disposent d'atouts considérables pour développer leur secteur des énergies renouvelables. Leur potentiel naturel, combiné aux opportunités de coopération internationale et de transfert technologique, pourrait leur permettre de devenir des leaders africains de la transition énergétique. La réussite de cette transition nécessitera cependant une volonté politique forte, des investissements soutenus et une adaptation des cadres réglementaires pour attirer les investissements privés et favoriser l'innovation.

¹⁴⁵ Le projet Desertec est une initiative ambitieuse de grande envergure lancée en 2009 visant à exploiter l'énergie solaire du désert du Sahara pour fournir de l'électricité à l'Europe et à l'Afrique du Nord. Le projet est largement abandonné sous sa forme initiale vers 2013-2014, à cause de sa complexité politique, géopolitique et du retrait des principaux investisseurs européens. L'Algérie exprime régulièrement ces dernières années sa volonté de ressusciter le projet, mais à plus petite échelle.

Conclusion

L'Algérie et le Nigéria ont tous deux réalisé des progrès significatifs dans le développement des énergies renouvelables au cours de la dernière décennie, bien qu'à des rythmes différents. L'Algérie a principalement misé sur le développement de l'énergie solaire en augmentant sa part dans le mix énergétique de 1% à environ 5% entre 2014 et 2024. Le Nigéria a adopté, quant à lui, une approche plus diversifiée en augmentant sa part des énergies renouvelables de 15% à 20% sur la même période en mettant l'accent sur l'hydroélectricité et l'énergie solaire décentralisée.

S'agissant de d'alignement avec l'Objectif de Développement Durable 7, les deux pays montrent des progrès mais des défis persistent. L'Algérie a presque atteint l'accès universel à l'électricité en dépit du fait que sa part d'énergies renouvelables reste faible. Le Nigéria a fait des progrès significatifs dans l'augmentation de la part des énergies renouvelables et l'amélioration de l'accès à l'énergie, notamment grâce aux solutions solaires hors réseau, mais l'accès universel reste un défi. Les deux pays doivent encore intensifier leurs efforts en matière d'efficacité énergétique pour s'aligner pleinement sur l'ODD 7.

Les perspectives pour les énergies renouvelables dans ces deux pays sont prometteuses mais nécessitent des actions décisives. L'Algérie, avec son immense potentiel solaire, pourrait devenir un leader régional et même mondial dans ce domaine, à condition de surmonter les obstacles liés au financement et à la dépendance aux hydrocarbures. Le pays pourrait également jouer un rôle clé dans les projets d'exportation d'énergie verte vers l'Europe.

Le Nigéria, grâce à sa diversification des sources renouvelables et à son approche décentralisée, est bien positionné pour accélérer sa transition énergétique. Le pays pourrait devenir un modèle pour l'électrification rurale basée sur les énergies renouvelables en Afrique.

Pour réaliser leur potentiel, les deux pays devront renforcer leur cadre réglementaire, attirer davantage

d'investissements privés, et intensifier la coopération régionale et internationale.

La formation de la main-d'œuvre locale et le développement d'une industrie nationale des énergies renouvelables seront également cruciaux.

En conclusion, bien que l'Algérie et le Nigéria aient fait des progrès notables, la transition vers un système énergétique durable reste un défi de taille. Leur réussite dans ce domaine sera déterminante non seulement pour leur propre développement durable mais aussi pour l'avenir énergétique de l'Afrique dans son ensemble.

Energy Under Siege: Increasing the Resilience in Nigeria's Electrical Infrastructure in the Face of Islamic State West Africa Province (ISWAP)

By Liam Carnes-Douglas

Introduction

West Africa is known for the presence of several militant groups. These militant groups are known for wreaking untold havoc on civilians, security forces, and infrastructures, but are all operationally different, making some a higher threat to sustainable energy systems than others, with one of the worst offenders being Nigeria's Islamic State West African Province (ISWAP).

Nigerian militant groups are often defined by their goals, methods, and location. Local bandit groups target wealthy or vulnerable individuals and kidnap them for ransom, whereas Biafran separatist groups such as the Indigenous Peoples of Biafra target security forces in the southeast with improvised explosives and makeshift weaponry. In terms of sustainable and reliable energy, ISWAP is arguably the primary perpetrator, as the group unrelentingly targets electrical infrastructure across the northeast.

ISWAP has a clear desire, as well as the capabilities, to target electrical infrastructure across Borno, Yobe, Gombe, and Adamawa states (the grouping will henceforth be referred to as the "northeastern states"). Given the wide variety of militant groups across the country, combined with ISWAP's regional dominance, and their clear focus on the energy sector, almost no country, for its standing as an economic and regional leader, is as energy insecure within Africa as Nigeria.

ISWAP is a dominating force in the region that surrounds the Lake Chad basin, as they target security forces, civilians, and most importantly, according to this paper, the electrical infrastructure. With their

militants patrolling much of the major roadways and their steady improvised explosive supply lines, this group is highly effective in the destruction of power grid elements. The securing of this sector would be not only an economic boon, but also a direct counter to their regional dominance through a critical feedback loop.

Methodology

Before further investigating the relationship between ISWAP and their hampering of sustainable electricity in the northeast of Nigeria, it is key to set some definitions and explain some of the nuances of the militant groups in the region. For the sake of clarity and the parameters of this paper, it is imperative to address the difference between Boko Haram and their splinter group and now regional rival, ISWAP, and the distinction between the two. To further achieve this, a recent survey of historical context is necessary.

These two groups have historically had a complicated relationship, with their past dating back to 2015, when Boko Haram's then-leader, Abubakar Shekau, pledged allegiance to the Islamic State, forming the West Africa Province¹⁴⁶. For a year, the group then flew under the flag of the Salafi Jihadist group, Islamic State, until August 3rd, 2016 when Islamic State leadership in the Levant removed Shekau from his post, appointing one of his top lieutenants, Abu Musab al-Barnawi, to the position¹⁴⁷ thus souring their one time good relations. This event created a formal splinter as Shekau clung to power, returning part of the group to "Boko Haram" as their sole leader.

Since this split, these groups have been engaged in a bitter rivalry, and have had significantly different trajectories. In 2016, Boko Haram has suffered a series of defeats, including the death of Shekau in 2021 at the hands of ISWAP militants¹⁴⁸ weakening their one-time regional dominance. Contrary to Boko Haram, ISWAP has grown significantly in power and territory, and in recent years has often been seen as the stronger of the two options, even triggering defections from Boko Haram militants in the face of

¹⁴⁶ Jim Muir, Nigeria's Boko Haram pledges allegiance to Islamic State, BBC, Beirut, 2015

¹⁴⁷ Jacob Zenn, Making sense of Boko Haram's different factions: Who, how and why?, African Arguments, 2016

¹⁴⁸ Mayeni Jones, Abubakar Shekau: Nigeria's Boko Haram leader is dead, say rival militants, BBC, Lagos, 2021.

Nigerian Government incursions into the Lake Chad Region.¹⁴⁹

The inherent issue that stems from this comes specifically with not who to attribute blame to, as that is clearer with recent threat analyses of each militant group's capabilities, but to critically evaluate whom sources attribute blame to. At the time of this publication, Boko Haram has been reduced to small cells in the Lake Chad region, with ISWAP dominating much of the territory that are of interest in this article. Furthermore, ISWAP is the only regional group that has a steady stream of IED supplies and bomb-making capabilities, making it clear that they are the ones responsible for the bombings of electrical transmission towers. This issue has less to do with who to attribute acts of violence to, but rather how Nigerian media reports¹⁵⁰.

Journalistic reporting in Nigeria often uses the general terminology “Boko Haram” as a catch-all phrase to describe any attack conducted by jihadists in the northeast.¹⁵¹ This reporting lacks the distinction and nuance of where the attack was carried out, and what method of attack was used. Thus, for the intentions of this paper, any incident where an IED was used in the northeastern states of Nigeria is therefore highly likely to have been conducted by ISWAP, and will be attributed as such.

There also is the question of definitions regarding terrorism and militancy. These have always been difficult to fully define, considering the pejorative use in political contexts rather than the strict academic sense that seeks to qualify acts into varying degrees of political violence.

1. Analysis

To propose effective solutions to this issue, it is essential to examine recent history to illustrate the clear link between Nigeria's electrical instability and its broader insecurity surrounding power generation. Furthermore, additional contributing factors, including militant groups activity in the northeast that further exacerbate its already pressing challenges, will also be examined.

¹⁴⁹ Liam Carnes-Douglas, Group of Boko Haram Militants Defect to Islamic State West Africa (ISWA/Wilayat Gharb Afriqiyah) in Tumbun Jaki, Borno State, Nigeria, TRAC, 2024

¹⁵⁰ Brian Carter, Kathryn Tyson, Liam Karr, and Peter Mills, Salafi-Jihadi Movement Weekly May 17, 2023, Institute for the Study of War, 2023

¹⁵¹ ACLED Methodology for Coding Boko Haram and ISWAP Factions, ACLED

Nigeria's Electrical System

In Nigeria, the electrical system takes the form of a national grid that is evidentially fragile. This grid, which is connected to 26 different power plants, is exceptionally susceptible to disruptions, including frequent collapse¹⁵². 74% of the power generated in Nigeria comes from fossil fuels, which are naturally non-renewable resources.¹⁵³ The national grid has been reported to have collapsed nationwide 105 times between 2015 to April 2024¹⁵⁴, making it clear that the system is in dire need of an overhaul. The Nigerian energy grid, which has multiple single points of failure, is inherently insecure, not only due to the militants that target the electrical infrastructure across the country, but also due to its lack of redundancy and over-reliance on non-renewables.

ISWAP

Militant groups in the northeast, like the now regionally dominant ISWAP, are not only engaging in standard warfare across the northeast, as they target both regional security forces and civilians, but are also engaging in economic warfare. Economic Warfare is a campaign started by Islamic State Central Command to destroy enough infrastructure that they bankrupt the county's ability to replace it.

The additional act of economic warfare, where ISWAP clearly aims to weaken the economic standing of not only the Federal government, but also for the civilian population in the northeast, as well as carrying out the standard terror attacks, sets ISWAP apart from its regional cohorts. This includes the targeting of electrical towers, as the militant group often destroys this infrastructure as a way to limit the local population's access to electricity.

While the group is resistant to formal claims of this, as it could bring a significant influx of security forces to the region, they are the only regionally located group where these electrical towers are targeted, and

¹⁵² Factsheet – Operational Performance of Power Plants, Nigerian Electricity Regulatory Commission, 2024

¹⁵³ Nigeria's energy overview, U.S. Energy Information Administration, 2023

¹⁵⁴ Mary Izuaka, Why grid collapse persists in Nigeria – TCN, Premium Times Nigeria, 2024.

additionally, they are only group is that is capable of crafting explosive devices powerful enough to take down these reinforced structures.

The main problem seen in these more remote locations, like the northeastern states, stems not from the susceptibility of the 26 power plants, as they are dense in location, making them easy to defend, but rather from the security of the electrical towers and power lines that are strewn across the Nigerian countryside, as well as the repair crews that come to address the downed power lines, further exacerbating the issue. ISWAP targets them, not only because they are an easy target of economic terrorism, but the development of sustainable electrical infrastructure serves as a direct deterrent to their capacity to execute attacks on their preferred targets.

Local reporting gives a clearer and direct pattern of attacks. It is evident that these bombings were carried out by ISWAP militants directly with the intention of not only engaging in economic terrorism, but also to hamper sustainable energy within Nigeria¹⁵⁵. While blackouts are a common occurrence that stems from general electrical mismanagement, ISWAP militants exacerbate the issue regionally, with Maiduguri, the Capital of Borno, often being seen on the receiving end of regional blackouts induced by militants. This is not just a one-off incident either, but rather a significant repeated practice. On February 1, 2021, suspected ISWAP militants destroyed an electrical tower with an IED¹⁵⁶. Just a month later, on March 27, 2021, militants detonated another IED creating further blackouts in Maiduguri¹⁵⁷.

Most recently on December 23, 2023, militants in Yobe State were responsible for downing electrical towers, plunging Maiduguri into darkness after reports of a thunderous noise¹⁵⁸ (due to the IED used to damage the towers legs), and then once again carrying out a similar attack five days later¹⁵⁹. These four attacks are just to serve as an example of a pattern. The issue is much more widespread than the once again poor reporting in Nigeria's remote Northeast, with many open-source intelligence sources indicating a much more troubling pattern that occurs multiple times a year. Even further remote locations outside of Maiduguri in the region often do not get reported on at all, further adding to the complications in

¹⁵⁵ Abdulkareem Haruna, Boko Haram Suspected In Another Attack On Power Grid In North East Nigeria, HumAngle, 2023

¹⁵⁶ Blackout in Maiduguri as insurgents destroy electricity tower, Premium Times Nigeria, 2021

¹⁵⁷ Blackout in Maiduguri as Boko Haram destroys another electricity tower, The Cable, 2021

¹⁵⁸ Hamisu Kabir Matazu, Blackout In Borno, Yobe As Boko Haram Destroys Electricity Towers, Daily Trust, 2023

¹⁵⁹ Francis Ugwu, ISWAP blows up power transmission tower along Maiduguri-Damaturu highway, Daily Post, 2023

addressing the issue.

2. Remediation

With this evidence, the actual recommendations and remedies for how to effectively counter this specific insurgency, as well as tackling sustainable energy problems that have plagued the country, must be considered. The value of the specific case study of Nigeria lies in the fact that many of the proposed remediations are applicable across the developing world. These solutions can be broken into root causes and near causes of terrorism.

Addressing Root Causes; Economic Marginalization

It should be noted, to varying degrees of success, that root causes have been defined to be anything from economic disparities to human rights violations to political persecution¹⁶⁰. While not the sole root cause, in the case of ISWAP in Nigeria, it is clear that the economic marginalization in the north is a significant contributing factor, as this has been traced back to when ISWAP was still Boko Haram prior to the splintering¹⁶¹.

Terrorist groups, such as ISWAP, thrive on economic disparity for minority groups, as these disadvantaged populations have an increased likelihood of picking up arms to address this grievance, and thus forming or adding to already existing militant organization¹⁶². Like many of West Africa's coastal states, there is a significant north vs. south economic divide in Nigeria, that also follows religious lines, with Muslims in the north and Christians in the south.

This issue is further exacerbated by resource allocation in Nigeria as the south, and specifically the Delta

¹⁶⁰ Alex P. Schmid, Root Causes of Terrorism: Some Conceptual Notes, a Set of Indicators, and a Model, *Democracy and Security*, Vol 1, No. 2 pp. 127-136

¹⁶¹ Kate Meagher, *Beyond terror: addressing the Boko Haram challenge in Nigeria*, Norwegian Peacebuilding Respire Centre, 2014

¹⁶² Kevin B. Goldstein, Unemployment, Inequality and Terrorism: Another Look at the Relationship Between Economics and Terrorism, *Undergraduate Economic Review*, Vol. 1 Iss. 1, Article 6, 2005

area, is resource rich with the north being rather resource sparse, further contributing to the factors of minority economic disparity.

This is where the feedback loop returns. A more robust electrical system could change the north from a largely agrarian society into an industrial/manufacturing powerhouse. This would lead to a reduction of the disparity between the north and south regions, and therefore mitigate the economic divide within the country that is partially responsible as a driving force for ISWAP recruitment. Changing the economic landscape in the north of Nigeria would not only create a renewed job market in the region, but would also contribute to a downturn in those seeking violence against the state.

Addressing Near Causes; Site Hardening

Near causes are much less complicated, as they can be boiled down to actions by the state that can be taken to prevent terrorist activity that is already occurring or likely to occur. Examples of this might be hardening measures such as security at problematic locations, or the addition of bollards to secured spaces, etc. The problem with the hardening of the frequently targeted power lines is the inherent barrier to entry for the recommended remediation. While adding security is an option, it is a highly costly one, and one that has proved time and time again to be imperfect and in need of constant vigilance. A better solution would be for Nigeria to invest in working on underground electrical transmission lines. While the cost of this would be considerable upfront it would have multiple benefits.

First, is the general security of the project. Underground transmission lines, while would require a large initial investment, would provide invaluable security in terms of adding to the difficulty of destruction of power lines. Since the current power lines are exposed to open air, and hanging from transmission lines, they are easily targeted due to their physical instability and visibility. ISWAP being able to detonate an IED and take down a single leg on a transmission line makes electrical infrastructure a highly desirable target, as for a simple cost-benefit analysis, the militants can have a significant impact on the local population, for little risk and start-up.

While burying electrical lines does not solve the problem in its entirety, as the militants could dig them up and target them that way, this is a much larger and more noticeable endeavor than bringing a pre-made

IED and detonating it remotely on a transmission line. This also has the further added benefit of obfuscating where the electrical lines are for the militant group, creating a “defense in depth” model, that could add to the cessation of targeting altogether due to general inconvenience.

The second benefit would be the lack of long-term maintenance of this solution in contrast to current methods. While security forces in the form of military or police is always an option, there are long-term concerns with their use. ISWAP already targets security forces with a great level of success, oftentimes re-supplying the militants with rifles and ammunition in their defeat. This makes them inconsistent in their ability to secure said electrical infrastructure, as well as providing the militants with further supplies to continue their attacks. In contrast, investing in underground electrical infrastructure not only creates the aforementioned “defense in depth” model but also, once complete, lacks the same need for security forces to constantly patrol roadways with electrical transmission towers, thus further reducing the long-term costs for the Nigerian government and its people.

The final benefit of creating underground electrical infrastructure is the creation of jobs, as this partially addresses a root cause as well. As aforementioned, whereas electrical infrastructure requires a significant startup cost, this investment could help mitigate the economic issues that plague the northeast as well. The addition of highly skilled jobs would turn young men, many of whom can and do turn to militancy due to the lack of economic outlook in the northeastern states, into highly trained and skilled professionals. This would be highly beneficial economically speaking, and also be coupled with a Disarmament, Demobilization, and Reintegration (DDR) program, a method that was highly effective for Northern

Ireland following the troubles¹⁶³, but would require a fundamental shift in priority from the South to the North. This is an increasingly difficult task given the lack of transparency and the pervasiveness of corruption in Nigeria within the government. This would create a significant reduction in young economically disenfranchised males, the group at the highest level of concern for joining ISWAP, as well as give them skills necessary to be able to provide for themselves in the future, as well as provide for the infrastructure of Nigeria.

¹⁶³ Andrew Upshaw, Disarmament, demobilization and reintegration efforts were shaped to fit the situation, Per Concordian, 2017

Addressing Near Causes; Redundancy

The other clear problem that is more endemic to Nigeria specifically is the increased proliferation of single points of failure in its national grid system. As aforementioned, this system has been reported to have collapsed nationwide 105 times between 2015 to April 2024, demonstrating the clear instability and volatility of this system. The good news that Nigerian government to address. This is not to say that addressing this issue would not also reduce the threat that the militants pose as part of the feedback loop that it would create.

Not only does the fraught energy sector of Nigeria see persistent collapses due to insecurity due to militants, but it also includes insufficient generation. Nigeria has a considerable reliance on fossil fuels, which is entirely understandable considering the resource allocation of the country and its fossil fuel-laden coast. Further engaging in the process of tapping into renewable energy sources could significantly assuage some of the instability that plagues fossil fuel reliant power plants. As much as it has natural resources in terms of fossil fuels, Nigeria, being on the coast of West Africa, has significant untapped potential for reliable renewable energy as well. Hydroelectric energy in its southern Delta region and wind-powered energy sources along its coast could provide a significant boon to the energy network and add to its general resiliency. While the hydroelectric option is more of a security concern, as Nigeria also has Biafran separatist militants in its southeast, wind-generated power is highly attainable, as militancy in the southwestern coast is almost unheard of.

Beyond clean energy methods, the national grid should be broken apart to mitigate damage. The large national grid further contributes to energy insecurity, as it is a single point of failure. If the national grid is unable to meet certain outputs, the whole country is plunged into darkness. While separation is not the sole answer, breaking the national grid apart, and ensuring while doing so that each constituent area has significant generation, and additionally redundancy including smart grids, can significantly assist in mitigating nationwide blackouts. This not only aids in improving the general stability of the grid, but additional redundancy can also help mitigate regional blackouts in cases where militants target and destroy power lines.

This redundancy should also be extrapolated to transmission wires as well. The militant issue that plagues

the northeastern states also creates significant issues in terms of the lack of redundant wiring.

If the militants take down one transmission tower, thus destroying an electrical cable along Nigeria's A3 highway, then all of Maiduguri is plunged into darkness. This is further complicated as ISWAP has a history of planting land mines, making the repairing of the electrical system even more difficult. This increase the harm even more, since the group attacks the repair crews once they are at the site of the initial attack. This reinforces the importance of having further interconnections, which would reduce the strain and concern of single points of failure and once again contribute to the feedback loop of militant mitigation, as reduces the risk of life.

Conclusion

Much of the solutions provided here have the added benefit of the aforementioned feedback loop. This feedback loop is highly effective as a way to reduce militancy and further set Nigeria on the path to sustainable energy in the sense that a rising tide lifts all boats.

With further electrical infrastructure security and mitigating single points of failure, response and intelligence also becomes more refined and improved.

ISWAP, and militants at large, thrive in a fragile system, and one that is generally devoid of the luxury of electrical infrastructure, thriving in the proverbial darkness, as they can better carry out their attacks with little to no fear of security forces' response, as reporting of activities is lackluster. With more reliable electrical infrastructure comes better indications from civilians about what the militants may be doing, where they might be going, or what kind of threat they pose to security forces, thus hampering their activities. With better reporting of such actions comes better security for all, including for electrical infrastructure, contributing back into its own security.

Harnessing the Potential of Green Hydrogen for Sustainable Development in Africa

By Brian Kithinji, Elijah Bakari, Loraine Kabaka, Sylvia Wachira

Introduction

Access to affordable and clean energy is vital for poverty eradication. Despite recent setbacks from the COVID-19 pandemic and ongoing conflicts globally, the shift towards green energy is gaining momentum as governments and private sectors worldwide integrate renewable sources into their electricity grids.

However, these efforts have not been sufficient to catalyze economic growth in developing countries. About 733 million people, 9.1 per cent of the world's population, lack access to electricity. According to the United Nations Conference on Trade and Development Agency (UNCTAD), over 600 million people in the continent lack access to electricity, 80 per cent of whom live in the rural areas.¹⁶⁴ Additionally, the World Bank estimates that 426 million Africans live in extreme poverty, accounting for about one-third of the continent's 1.4 billion population.¹⁶⁵ Africa's energy landscape presents a confounding scenario. Despite holding 60 per cent of the world's solar resources¹⁶⁶, and 15 gigawatts (GW) of untapped

¹⁶⁴ Commodities at a Glance: Special Issue on Access to Energy in Sub-Saharan Africa, (2023). United Nations Conference on Trade and Development Agency (UNCTAD). https://unctad.org/system/files/official-document/ditccom2023d1_en.pdf

¹⁶⁵ The Number of Poor People Continues to Rise in Sub-Saharan Africa, Despite a Slow Decline in the Poverty Rate, (2020). The World Bank. <https://blogs.worldbank.org/en/opendata/number-poor-people-continues-rise-sub-saharan-africa-despite-slow-decline-poverty-rate>

¹⁶⁶ Renewable Energy Market Analysis: Africa and its Regions, (2022). International Renewable Energy Agency (IRENA) and African Development Bank (AFDB). https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jan/IRENA_Market_Africa_2022.pdf

geothermal energy reserves¹⁶⁷, Africa accounts for less than 3 per cent of the world's installed renewable energy production and less than 2 per cent of renewable energy capacity in the world, according to the International Energy Agency. Moreover, less than 3 per cent of the renewable energy jobs globally are in the continent. Traditional biomass remains the primary source of energy for millions across the continent.¹⁶⁸

With its vast renewable energy potential, green hydrogen can be the most effective pathway towards weaning reliance on fossil fuels and reducing energy costs. Africa holds significant potential for green hydrogen production. The United Nations anticipates that about 800 gigawatts (GW) of green hydrogen will be deployed by 2030, helping to potentially meet up to 25 per cent of global energy needs by 2050.¹⁶⁹

According to the European Investment Bank (EIB), green hydrogen could add more than \$120 billion to the continent's overall GDP by 2050, while creating 50 million new jobs.¹⁷⁰ This scale of deployment could halve electricity costs in Africa and contribute to decarbonizing critical sectors such as agriculture, transportation, manufacturing, and industrial chemical processing. Green hydrogen has many applications in sectors such as ammonia production - a key ingredient of fertilizers, oil and gas refinery operations, methanol production used in manufacturing plastics and textiles, transportation, electric energy storage, and other industrial chemical processes. Green hydrogen could also contribute to cold storage and cold chain capacity to boost Africa's food sovereignty. In the long run, excess production can open avenues for export to global markets, particularly in Europe. With projections that Africa could produce green hydrogen at about \$1 per kilo in the next decade, the continent can establish dominance in international energy markets.¹⁷¹

¹⁶⁷ Callixte Kambanda, Atlas of Africa Energy Resources (2022). Infrastructure Consortium for Africa. https://www.icafrica.org/fileadmin/documents/Publications/Africa_Energy_Atlas.pdf

¹⁶⁸ Ephraim Bonah Agyekum, Is Africa ready for Green Hydrogen Energy Takeoff? – A Multi-criteria Analysis Approach to the Opportunities and Barriers of Hydrogen Production on the Continent, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 49, Part D, 2024, Pages 219-233. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.07.229>.

¹⁶⁹ Mohamed G. Gado, Mohamed Nasser, Hamdy Hassan, Potential of Solar and Wind-based Green Hydrogen Production Frameworks in African Countries, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 68, 2024, Pages 520-536, ISSN 0360-3199. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.04.272>

¹⁷⁰ Salah-Eddine Benkhlaifa, (2024). Africa on track to leap into global green hydrogen landscape. Business Sweden. <https://www.business-sweden.com/insights/articles/africa-on-track-to-leap-into-global-green-hydrogen-landscape/>

¹⁷¹ Green Hydrogen: A Viable Option for Transforming Africa's Energy Sector, (2022). United Nation's African Renewal Magazine. <https://www.un.org/africarenewal/magazine/july-2022/green-hydrogen-viable-option-transforming-africas->

To fully exploit Africa's rich green hydrogen potential, worth over \$1 trillion in some estimates¹⁷², the sector will need massive upfront capital investments to develop infrastructures, industries, and train skilled labor to work in the production process. Due to its nascent nature, traditional investment firms and philanthropies are likely to stay away from injecting large finances, afraid of potential risks and viability of the projects. It is therefore necessary for African governments to set strong policy frameworks that can support the industry through tax breaks and providing formal assurances to investors on their commitment to green energy transition. Currently, the regulatory frameworks are advancing with more than 40 countries formulating policies on green hydrogen, while others like South Africa, Morocco, Egypt, Namibia, Mauritania and Niger are in the process of launching green hydrogen production plants.

The global momentum towards decarbonization underscores the urgency of transitioning to sustainable energy solutions. Green hydrogen presents a compelling opportunity for Africa to catalyze economic development and mitigate climate impacts. As Africa navigates these opportunities, strategic partnerships and targeted investments will be key to realizing a sustainable and prosperous future for the continent and beyond. However, there are significant challenges towards making green hydrogen economically viable. The current costs of green hydrogen are estimated to be four times higher than solar power, presenting a barrier to widespread adoption among end-users. Infrastructure limitations and skill gaps are also rife. Nevertheless, there is still substantial investment interests from the private sector, with more than \$200 billion of green hydrogen projects underway globally.¹⁷³

This paper identifies the opportunities and barriers affecting Africa's pursuit of green hydrogen production, highlighting its potential to enhance energy security, stimulate solid economic growth, and contribute to global decarbonization efforts. By leveraging on its abundant natural resources and investment-friendly policy frameworks, Africa is poised to emerge as a major contributor to the global green hydrogen sector, offering substantial socio-economic benefits that will lift millions out of poverty.

energy-sector

¹⁷² Green Hydrogen to Fuel Africa's Rise – Hard Truths and Key Questions, (2023). United Nations Office of the Special Adviser on Africa. <https://www.un.org/osaa/news/green-hydrogen-fuel-africa%E2%80%99s-rise-%E2%80%93-hard-truths-and-key-questions>

¹⁷³ Geopolitics of the Energy Transformation; The Hydrogen Factor, (2023). International Renewable Energy Agency (IRENA). <https://www.irena.org/Digital-Report/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation>

1. The State of Green Hydrogen in Africa

The creation of the Africa Green Hydrogen Alliance (AGHA) consisting of six countries – Egypt, Kenya, Mauritania, Morocco, Namibia and South Africa, in 2022 marked a significant turning point in the adoption of green hydrogen in the continent.¹⁷⁴ Many African countries are formulating national strategies and targets to promote the development of green hydrogen. These strategies typically outline goals for renewable energy deployment, including hydrogen production, and set timelines for achieving these objectives. Governments are also introducing tax incentives to attract investment and support green hydrogen projects, subsidies for research and development, and streamlined permitting processes. However, the costs of producing and using green hydrogen at scale are still high.

The average cost of green hydrogen is \$6.40 per kilogram, comfortably higher than other energy forms.¹⁷⁵ Research on the technology currently used shows that the profitability of green hydrogen relies on electrolyzers, which produce hydrogen by splitting water molecules and fuel cells used to convert hydrogen into usable energy.¹⁷⁶ While there are other ways of producing green hydrogen, electrolysis is more preferred due to its smaller carbon footprint.

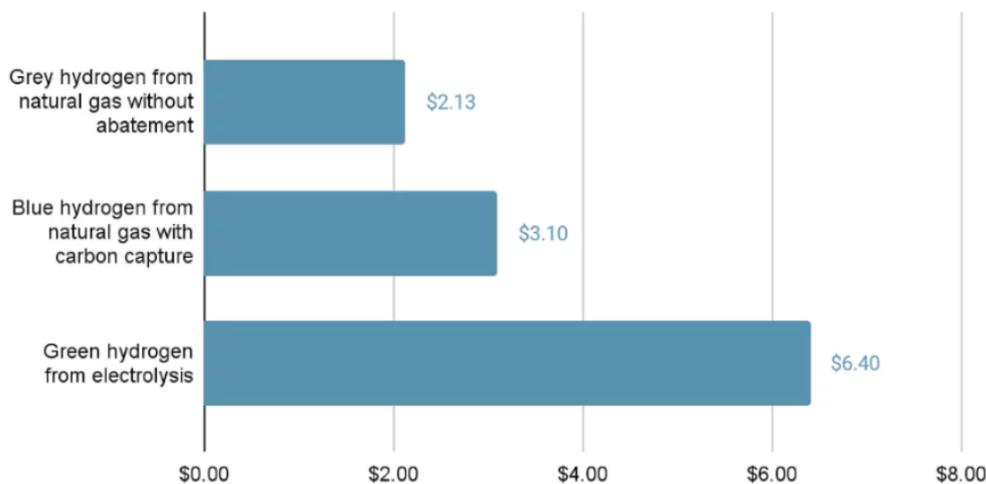
Renewable energy sources such as solar and wind are utilized in electrolysis and their development can help lower the costs of green hydrogen production.

¹⁷⁴ The Africa Green Hydrogen Alliance (AGHA), (2023). Green Hydrogen Organization. <https://www.ctc-n.org/sites/default/files/Session%203%2020Introduction%20to%20Enabling%20Environment%20for%20Green%20Hydrogen%20-%20AGHA.pdf>

¹⁷⁵ Nour AbouSeada, Tarek M. Hatem, Climate action: Prospects of green hydrogen in Africa, Energy Reports, Volume 8, 2022, Pages 3873-3890, ISSN 2352-4847. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.02.225>

¹⁷⁶ Dumančić A, Vlahinić Lenz N, Wagmann L. Profitability Model of Green Hydrogen Production on an Existing Wind Power Plant Location. *Sustainability*. 2024; 16(4):1424. <https://doi.org/10.3390/su16041424>

Average production cost of grey, blue and green hydrogen (2023)



Source: (AbouSeada & Hatem, 2022)¹²

Across the continent, investments are being driven by multilateral organizations such as the African Development Bank (AFDB), the European Investment Bank (EIB), and the International Finance Corporation (IFC), largely in the form of concessional financing towards research, feasibility studies and pilot projects. International collaboration facilitates knowledge transfer, technology exchange, and substantial investments that can accelerate the continent's capacity for sustainable energy development and infrastructure enhancement. Domestically, public-private partnerships (PPPs) are being fostered to leverage expertise, share risks, and accelerate innovation in the sector. Partnerships often involve joint ventures, pilot projects, and technology transfer initiatives. The success of these partnerships relies on the presence of robust national regulatory frameworks that can encourage long-term investments.

2. Prospects of Green Hydrogen in Africa

Some African countries are looking to secure investments in green hydrogen by focusing on fertilizer production and the development of existing renewable energy sources such as wind, solar, and hydropower.

In 2022, Morocco, which is Africa's biggest producer and exporter of fertilizers, announced a \$7 billion investment in a green ammonia plant in the southern region, set to begin operations in 2026.¹⁷⁷ At its peak capacity, the plant will power the national grid and reduce imports of ammonia that are used to produce fertilizers. Last year, Morocco imported 1.8 million tons of ammonia mostly from Russia and Ukraine.

Egypt is also working on a plan to supply 8 per cent of the global hydrogen market by 2050, targeting export markets in Europe and the Asia-Pacific region. Namibia signed a \$10 billion deal with Hyphen Hydrogen in May 2023 to advance feasibility studies ahead of implementing its green hydrogen strategy, which targets producing 300,000 tonnes of green hydrogen for domestic use and exports, and employing 20,000 persons. To dampen investor concerns, the government placed a 24 per cent equity stake in the project. Next-door neighbor Angola has rolled plans to be the first exporter of green ammonia – the transportable form of green hydrogen, by 2025. The project, which is developed by fossil fuel giant SONANGOL as part of its renewable energy transition plan, will be powered by hydropower electricity thus helping reduce costs. South Africa also targets to produce over five million tonnes of green hydrogen annually by 2040 at a cost of \$230 billion.¹⁷⁸ Automobile manufacturing giants, Sasol and Toyota, are exploring the feasibility of hydrogen mobility and fuel cell electric vehicles in the country.

To realize the potential of green hydrogen, African countries need to invest in capacity building and skills development programs. There is need to equip local workforces with the expertise needed to design, construct, and operate green hydrogen facilities. Academic institutions should establish training programs, academic partnerships, and vocational training to cultivate a skilled workforce capable of supporting the growing green hydrogen industry. Overall, the outlook for green hydrogen in Africa is optimistic but contingent on overcoming infrastructure challenges, securing adequate funding, and establishing supportive policy frameworks.

¹⁷⁷ OCP Group: Renewable Ammonia Production Facility Planned for Southern Morocco, (2023). Ammonia Energy Association. <https://ammoniaenergy.org/articles/ocp-group-renewable-ammonia-production-facility-planned-for-southern-morocco/>

¹⁷⁸ Greener Pastures: Is South Africa Ready to Profit from Green Hydrogen? (2022). Reuters. <https://www.reuters.com/business/cop/greener-pastures-is-south-africa-ready-profit-green-hydrogen-2022-11-17/>

3. Barriers to Green Hydrogen Development

Despite the potential of green hydrogen to transform the continent's energy sector, the regulatory and legal frameworks are not tailored to support development. The Africa Green Hydrogen Alliance (AGHA) has been pushing its member states to harmonize a continental policy even as governments explore their own strategies. The legal framework should also accompany investment in the necessary infrastructure in remote regions in Africa that are suitable for renewable energy sites but have been marginalized by centralized systems of governance since the colonial era. Unlike in Europe and America, where existing natural gas infrastructure supports hydrogen transportation, Africa faces the daunting task of building such infrastructure from scratch.¹⁷⁹

Additionally, arid regions in Africa suffer from water scarcity that poses a significant challenge for green hydrogen production. Electrolysis, a key process in green hydrogen production requires substantial water resources. With Africa suffering extreme droughts and famines, and the population growing at rates of 2 per cent annually,¹⁸⁰ it will be extremely difficult for authorities to justify diverting shrinking water resources towards green hydrogen production.

Aside from water, land is also a major concern. According to the International Land Coalition (ILC), only 10 per cent of land in the rural areas in Africa is documented,¹⁸¹ and indigenous communities whose ancestral lands may be suitable for hosting solar and wind farms crucial for green hydrogen production are at risk of losing their property to private investors or state agencies. Moreover, they may frequently oppose relocation due to historical injustices and unfair treatment in previous development projects. Overcoming community resistance and addressing land rights issues are essential to advancing green hydrogen projects sustainably in Africa.

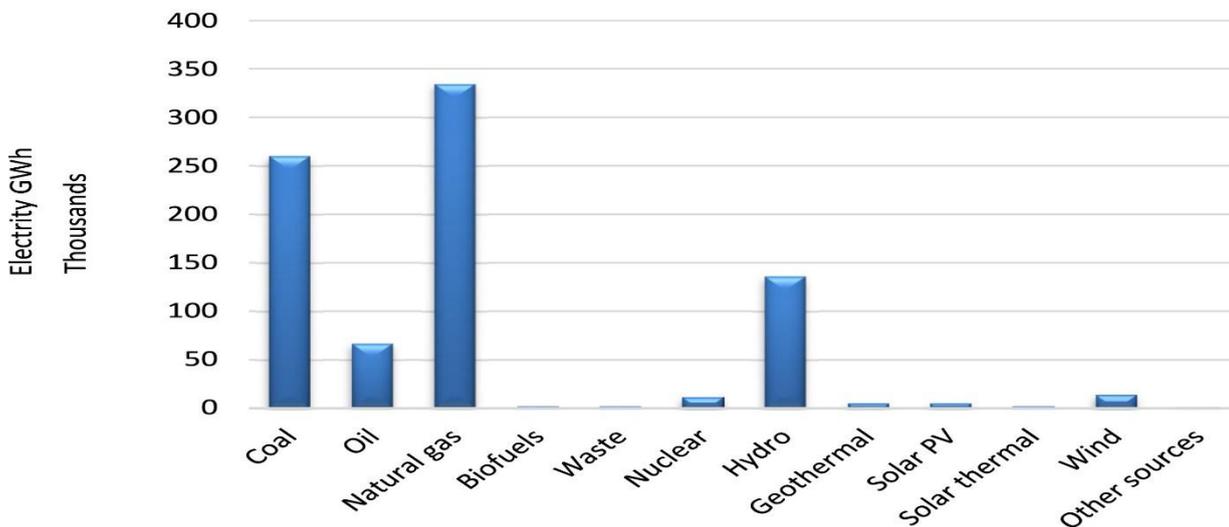
¹⁷⁹ Roberto Cardinale. From Natural Gas to Green Hydrogen: Developing and Repurposing Transnational Energy Infrastructure Connecting North Africa to Europe. *Energy Policy*, Volume 181, 2023, 113623, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113623>.

¹⁸⁰ Africa's population will double by 2050, (2020). *The Economist*. <https://www.economist.com/special-report/2020/03/26/africas-population-will-double-by-2050>

¹⁸¹ Thomas Koch, *Property rights, data, and prosperity in Africa (2020)*. Atlantic Council. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/geotech-cues/property-rights-data-and-prosperity-in-africa/>

Green hydrogen projects worldwide are capital intensive, yet funding for renewable energy in Africa has dwindled in recent years. In 2021, just \$10.8 billion was allocated to developing countries in the Global South to support solar, wind, and hydropower projects, a large drop from the \$26.4 billion provided in 2017. Moreover, the current high costs of green hydrogen production remain a significant challenge.¹⁸² Green hydrogen is more expensive than alternative hydrogen production methods like grey and blue hydrogen. The cost barriers derail the competitiveness and affordability of green hydrogen vis-à-vis fossil fuels and traditional biomass.

Share of electricity generation by fuel source in Africa



Source: (AbouSeada & Hatem, 2022)

¹⁸² Green Hydrogen Produced Through Electrolysis per kg Depending on Availability (2023). SG H2 Energy. <https://www.sgh2energy.com/economics#:~:text=Green%20hydrogen%20produced%20through%20electrolysis,per%20kg%20%2C%20depending%20on%20availability.%20https://ecdpm.org/work/Green-hydrogen-the-future-of-African-industrialisation>

Conclusion

In conclusion, this paper calls for:

- Developing long-term green hydrogen strategies that can be embedded in national and local governments to guide future explorations. Some key industrial sectors that can be targeted include the transportation, construction, energy generation, and agriculture. Moreover, increasing documentation of land in rural areas and reforming regulatory frameworks on community land will be crucial in allowing foreign investment.
- Stimulating commercial demand for green hydrogen. Despite the development of green hydrogen technologies, its production costs remain a challenge. This shows that there is need for African countries to create sustainable markets for green hydrogen, reduce carbon emissions from fossil fuel-based hydrogen, and strengthen the energy investments by local, private, and public investors. Scaling up the supply chains networks by leveraging on the African Continental Free Trade Area (AfCFTA) could lead to increased energy production and competitive prices. Collaborations through PPPs can also spur investments in green hydrogen projects where the initial set up costs are extremely high for singular actors.
- Supporting research and development. It is necessary for African governments to prioritize research into lowering production costs, improving technology performances of electrolyzers, fuel cells, and any other hydrogen-based technologies. Governments should also include desalination in their blue economy policies, as an alternative to utilizing fresh water resources.
- Training capacity of African labor in the green hydrogen production process. Currently, there is a shortage of skilled manpower that can work in hydrogen plants or value chains, increasing production costs as result of importing labor. Therefore, universities need to offer course curriculums that can train the future group of workers.
- Developing innovative financing systems. Reliance on concessional funding or grants to develop green hydrogen projects has not been sustainable in Africa, and therefore, it is crucial that central banks increase roll out of green bonds and infrastructure bonds that allow investors to make secure investments, while bringing in capital injections.

Accès à l'énergie et au capital humain : Un défi pour l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne

Par Patrice Nnuka Tsekane, Olivier Dimala et Sinclair Medjo Nna

Introduction

L'Afrique subsaharienne se trouve à un tournant crucial de son développement et doit faire face à un défi majeur : assurer un accès universel aux services énergétiques modernes. La région, qui compte 1,4 milliard d'habitants en 2023, soit près de 18 % de la population mondiale totale, reste confrontée à des niveaux de pauvreté énergétique considérables, avec près de 600 millions de personnes n'ayant pas accès à l'électricité (World Energy Outlook 2022). Cette situation désastreuse entrave non seulement le progrès économique, mais perpétue également les disparités entre les sexes, les femmes supportant un fardeau disproportionné du fait de l'inadéquation des infrastructures énergétiques.

Ainsi, l'importance de l'accès à l'énergie pour façonner le développement n'est plus à démontrer. Au-delà d'être simplement une marchandise, l'énergie est un outil qui favorise le développement du capital humain et, par conséquent, l'autonomisation des femmes (de Groot et al., 2017)¹⁸³. Les implications de la pauvreté énergétique se répercutent sur diverses dimensions de la vie des personnes, entravant la réussite scolaire, limitant les opportunités économiques et compromettant le bien-être général (Oum, 2019)¹⁸⁴. C'est en ce sens que la présente étude se penche sur l'interaction complexe entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne.

En s'appuyant sur un certain nombre de travaux antérieurs (Longe, 2021¹⁸⁵; Njoh et al., 2022¹⁸⁶; Samarakoon et Parinduri, 2015¹⁸⁷; Sule et al., 2022¹⁸⁸; Yasmin et Grundmann, 2020¹⁸⁹), l'étude aborde le manque critique de compréhension de la relation complexe entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes. Ces recherches ont souligné la façon dont la pauvreté énergétique exacerbe les inégalités de genre et entrave de ce fait les progrès vers la réalisation des objectifs de développement durable de l'ONU.

¹⁸³ de Groot, J., Mohlakoana, N., Knox, A., & Bressers, H. (2017). Fuelling women's empowerment? An exploration of the linkages between gender, entrepreneurship and access to energy in the informal food sector. *Energy Research & Social Science*, 28, 86-97. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.04.004>

¹⁸⁴ Oum, S. (2019). Energy poverty in the Lao PDR and its impacts on education and health. *Energy Policy*, 132, 247-253. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.030>

¹⁸⁵ Longe, O. M. (2021). An Assessment of the Energy Poverty and Gender Nexus towards Clean Energy Adoption in Rural South Africa. *Energies*, 14(12), 3708. <https://doi.org/10.3390/en14123708>

¹⁸⁶ Njoh, A. J., Ananga, E., Ngyah-Etchutambe, I. B., Ricker, F., Madosingh-Hector, R., Rizutto, V., Fisseha, S., & Akiwumi, F. A. (2022). The relationship between electricity consumption and improvement in women's welfare in Africa. *Women's Studies International Forum*, 90, 102541. <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2021.102541>

¹⁸⁷ Samarakoon, S., & Parinduri, R. A. (2015). Does Education Empower Women? Evidence from Indonesia. *World Development*, 66, 428-442. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.09.002>

¹⁸⁸ Sule, I. K., Yusuf, A. M., & Salihu, M.-K. (2022). Impact of energy poverty on education inequality and infant mortality in some selected African countries. *Energy Nexus*, 5, 100034. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100034>

¹⁸⁹ Yasmin, N., & Grundmann, P. (2020). Home-cooked energy transitions : Women empowerment and biogas-based cooking technology in Pakistan. *Energy Policy*, 137, 111074. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111074>

Les femmes, en particulier celles qui vivent dans les zones rurales, sont confrontées à des défis spécifiques, allant d'un accès limité aux ressources éducatives, à des opportunités économiques restreintes, tous enracinés dans un accès insuffisant à l'énergie.

Si l'importance de l'autonomisation des femmes est reconnue au niveau mondial, la dynamique spécifique de la façon dont la disponibilité de l'énergie contribue à cette autonomisation ou l'entrave reste sous-explorée ; Il y a donc lieu de se demander :

- Dans quelle mesure le manque d'accès à l'énergie entrave-t-il l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne ?
- Comment l'impact sexospécifique de la pauvreté énergétique se manifeste-t-il dans les différentes dimensions du capital humain, notamment l'éducation, les soins de santé et la participation économique ?

Le présent article se donne pour but d'évaluer les disparités actuelles en matière d'accès à l'énergie en Afrique subsaharienne. Plus spécifiquement, il s'agira :

- D'examiner la relation entre l'accès à l'énergie et les indicateurs clés de l'autonomisation des femmes.
- D'explorer le rôle du développement des infrastructures énergétiques dans la promotion de l'équité entre les sexes.

Cette étude, en démêlant la relation complexe entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes, vise à fournir des informations nuancées qui peuvent éclairer les interventions et les politiques ciblées. Il est essentiel de comprendre comment la pauvreté énergétique affecte les femmes de manière spécifique pour concevoir des stratégies de développement durables et inclusives.

Les sections suivantes de cet article sont composées comme suit : analyse documentaire, méthodologie, résultats, discussion, puis conclusion.

1. Analyse documentaire

La présente analyse documentaire explore les liens complexes entre l'accès à l'énergie, le capital humain et l'autonomisation des femmes dans le contexte de l'Afrique subsaharienne.

En mettant en lumière ces interconnexions cruciales, elle offre un aperçu approfondi des défis et des opportunités qui se présentent dans la quête d'un développement durable et inclusif dans la région. .

Dans la première partie, nous examinons les recherches récentes portant sur les liens entre l'accès à l'énergie et le capital humain. En analysant les études menées dans divers contextes géographiques, nous explorerons comment l'accès à des sources d'énergie fiables et abordables influence les facettes du capital humain telles que l'éducation et la santé des individus et des communautés. La deuxième partie, quant à elle, explore en profondeur les liens entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes, en mettant en lumière les points communs et les divergences entre plusieurs études.

Accès à l'énergie et le capital humain

Cette première partie de l'analyse documentaire se concentre sur les recherches récentes examinant les liens entre l'accès à l'énergie et le capital humain dans divers contextes géographiques, notamment en Indonésie, en Chine, au Ghana, en RDP Lao et en Inde. Les études de Acheampong et al. (2021), Mohammed et Akuoko (2022), Oum (2019), Rafi et al. (2021), Sambodo et Novandra (2019), Sule et al.(2022) ainsi que Zhang et al. (2019) offrent un éclairage approfondi sur ces relations complexes.

Une approche commune adoptée par ces études consiste à analyser comment l'accès à l'énergie influe sur différents aspects du capital humain, tels que la santé, l'éducation et le bien-être économique. Par exemple, l'étude de Sambodo et Novandra, (2019)¹⁹⁰ examine l'impact de la pauvreté énergétique sur le bien-être des ménages en Indonésie, mettant en évidence une corrélation entre l'accès à l'électricité et la réduction du nombre de personnes souffrant de malnutrition. De même, Zhang et al. (2019)¹⁹¹ constate un effet négatif significatif de la pauvreté énergétique sur la santé des ménages en Chine, soulignant l'importance d'une mesure multidimensionnelle de la pauvreté énergétique pour mieux comprendre son impact.

¹⁹⁰ Sambodo, M. T., & Novandra, R. (2019). The state of energy poverty in Indonesia and its impact on welfare. *Energy Policy*, 132, 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.029>

¹⁹¹ Zhang, D., Li, J., & Han, P. (2019). A multidimensional measure of energy poverty in China and its impacts on health : An empirical study based on the China family panel studies. *Energy Policy*, 131, 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.04.037>

Cependant, malgré ces similitudes, des divergences apparaissent également entre les études. Par exemple, Mohammed et Akuoko (2022)¹⁹² ne trouvent aucun effet significatif de l'accès à l'électricité sur la mortalité infantile dans les régions à forte mortalité au Ghana, contrairement aux résultats positifs observés dans d'autres contextes. De même Oum (2019) constate des impacts négatifs de la pauvreté énergétique sur la santé et l'éducation des ménages en RDP Lao, soulignant l'importance de prendre en compte les conditions socio-culturelles et matérielles spécifiques à chaque contexte.

En outre, des nuances sont apportées quant à l'effet de l'accès à l'énergie sur des aspects spécifiques du capital humain. Par exemple, tandis que Rafi et al. (2021)¹⁹³ soulignent l'impact global de la pauvreté énergétique sur la santé et l'éducation en Inde, Acheampong et al. (2021)¹⁹⁴ mettent en évidence des différences régionales dans la relation entre l'accès à l'énergie et l'indice de développement humain dans diverses zones géographiques.

Dans l'étude menée par Sambodo et Novandra (2019) en Indonésie, les chercheurs ont évalué le lien entre la pauvreté énergétique et le bien-être des ménages. Ils ont d'abord identifié les ménages pauvres sur le plan énergétique, puis ont testé la causalité entre l'accès à l'électricité et le nombre de personnes souffrant de malnutrition. Les résultats ont montré que l'accès à l'énergie entraîne une réallocation des dépenses et une augmentation des dépenses non alimentaires chez les ménages non pauvres énergétiquement. De plus, une meilleure accessibilité à l'électricité dans les villages était associée à une réduction du nombre de personnes souffrant de malnutrition.

Dans une étude similaire menée en Chine par Zhang et al. (2019) les chercheurs ont analysé la pauvreté énergétique multidimensionnelle et son impact sur la santé des ménages. Ils ont constaté un effet négatif significatif de la pauvreté énergétique sur la santé, confirmant ainsi l'importance d'une approche multidimensionnelle pour évaluer la pauvreté énergétique.

¹⁹² Mohammed, M., & Akuoko, M. (2022). Subnational variations in electricity access and infant mortality : Evidence from Ghana. *Health Policy OPEN*, 3, 100057. <https://doi.org/10.1016/j.hpopen.2021.100057>

¹⁹³ Rafi, M., Naseef, M., & Prasad, S. (2021). Multidimensional energy poverty and human capital development : Empirical evidence from India. *Energy Economics*, 101, 105427. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105427>

¹⁹⁴ Acheampong, A. O., Erdiaw-Kwasie, M. O., & Abunyewah, M. (2021). Does energy accessibility improve human development? Evidence from energy-poor regions. *Energy Economics*, 96, 105165. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105165>

Dans la continuité de ces travaux, d'autres recherches ont également examiné les effets de l'accès à l'énergie et de la pauvreté énergétique dans des contextes variés, aboutissant à des conclusions contrastées. Mohammed et Akuoko (2022), par exemple, n'ont constaté aucun impact significatif de l'accès à l'électricité sur la mortalité infantile dans les régions à forte mortalité au Ghana.

De son côté, Oum (2019)¹⁹⁵ en RDP Lao, a souligné les impacts négatifs de la pauvreté énergétique sur la santé et l'éducation, insistant sur l'importance de considérer les spécificités socioculturelles dans de telles analyses. Par ailleurs, Sule et al. (2022)¹⁹⁶ dans une étude menée sur 33 pays d'Afrique subsaharienne sur huit ans, ont montré qu'une amélioration de l'accès à l'électricité entraînait une légère diminution de la mortalité infantile et des inégalités éducatives (0,42 %). Ces résultats mettent en évidence l'hétérogénéité des effets de l'accès à l'énergie selon les contextes socio-économiques.

En outre, les études de Rafi et al. (2021) en Inde et de Acheampong et al. (2021) dans diverses régions géographiques ont également apporté des nuances à la compréhension de l'effet de l'accès à l'énergie sur le capital humain. Alors que Rafi et al. (2021) ont souligné l'impact global de la pauvreté énergétique sur la santé et l'éducation en Inde Acheampong et al. (2021) ont mis en évidence des différences régionales dans la relation entre l'accès à l'énergie et l'indice de développement humain.

En résumé, bien que les études examinées convergent généralement sur le rôle crucial de l'accès à l'énergie dans le développement du capital humain, des divergences et des nuances subsistent quant à la nature et à l'ampleur de cet impact, soulignant ainsi la nécessité d'une approche contextuelle et multidimensionnelle pour comprendre pleinement ces relations.

Accès à l'énergie et autonomisation des femmes

La deuxième partie de cette analyse documentaire se penche sur les liens entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes, en se basant sur un ensemble d'études variées. Ces recherches explorent différentes facettes de cette relation complexe, mettant en lumière à la fois les points communs et les divergences dans les conclusions.

¹⁹⁵ Oum, S. (2019). Energy poverty in the Lao PDR and its impacts on education and health. *Energy Policy*, 132, 247-253. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.030>

¹⁹⁶ Sule, I. K., Yusuf, A. M., & Salihu, M.-K. (2022). Impact of energy poverty on education inequality and infant mortality in some selected African countries. *Energy Nexus*, 5, 100034. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100034>

Pour ce qui est des points communs Krishnapriya et al. (2021), Nguyen et Su (2021), Njoh et al. (2022) ainsi que Winther et al. (2018) soulignent l'importance que l'accès à l'énergie peut avoir sur l'autonomisation des femmes.

Njoh et al. (2022)¹⁹⁷ examinent son impact sur l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne, en se concentrant sur les implications économiques, sociales et environnementales. Leur recherche met en évidence le rôle crucial de l'accès à l'énergie dans l'amélioration des conditions de vie des femmes, en particulier dans les zones rurales où l'électrification est limitée. Ils soulignent également l'importance des politiques gouvernementales et des initiatives de développement pour promouvoir l'accès à l'énergie et renforcer l'autonomisation des femmes dans la région.

Parallèlement, l'étude de Krishnapriya et al. (2021)¹⁹⁸ se concentre sur l'impact de l'accès à une énergie de cuisson propre sur l'autonomisation des femmes, en mettant l'accent sur les gains de temps et les implications en matière de genre. Leur recherche montre que l'utilisation de foyers de cuisson améliorés permet aux femmes d'économiser du temps dans leurs tâches domestiques, ce qui a un impact significatif sur leur bien-être et leur autonomisation. Cependant, ils soulignent également que les économies de temps profitent également aux hommes, ce qui indique que l'effet de l'accès à une énergie de cuisson propre sur l'autonomisation des femmes n'est pas univoque et dépend de dynamiques de genre complexes.

Une autre étude pertinente est celle de Nguyen et Su (2021)¹⁹⁹ qui explore les liens entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes au Vietnam. Leur recherche met en évidence le rôle de l'électrification rurale dans l'amélioration des conditions de vie des femmes, en particulier en ce qui concerne l'accès à l'éducation, à l'emploi et aux services de santé.

¹⁹⁷ Njoh, A. J., Ananga, E., Ngyah-Etchutambe, I. B., Ricker, F., Madosingh-Hector, R., Rizutto, V., Fisseha, S., & Akiwumi, F. A. (2022). The relationship between electricity consumption and improvement in women's welfare in Africa. *Women's Studies International Forum*, 90, 102541. <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2021.102541>

¹⁹⁸ Krishnapriya, P. P., Chandrasekaran, M., Jeuland, M., & Pattanayak, S. K. (2021). Do improved cookstoves save time and improve gender outcomes? Evidence from six developing countries. *Energy Economics*, 102, 105456. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105456>

¹⁹⁹ Nguyen, C. P., & Su, T. D. (2021). Does energy poverty matter for gender inequality? Global evidence. *Energy for Sustainable Development*, 64, 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.07.003>

Ils soulignent également l'importance des programmes gouvernementaux visant à promouvoir l'accès à l'énergie propre et abordable pour renforcer l'autonomisation des femmes dans le pays.

Il faut cependant reconnaître avec Chandrasekaran et al. (2023)²⁰⁰, l'importance des contextes socioculturels et économiques dans la manière dont l'accès à l'énergie affecte l'autonomisation des femmes. De même de Groot et al. (2017)²⁰¹ souligne le rôle crucial de l'adéquation du service énergétique pour soutenir l'autonomisation des femmes. Ces aspects soulignent les divergences entre les études, en particulier sur des points tels que le contrôle exercé par les femmes, leur pouvoir de décision, ainsi que les répercussions sur les violences domestiques et d'autres risques les affectant.

C'est ainsi que Winther et al. (2018)²⁰² examinent les effets de l'accès à l'électricité sur l'autonomisation des femmes dans le contexte rural du Kenya. Leur recherche met en évidence le rôle de l'électrification dans l'amélioration des positions sociales des femmes et leur capacité à prendre des décisions, tout en soulignant les défis persistants liés à l'influence limitée des femmes dans le processus de prise de décision concernant le choix de la source d'approvisionnement en électricité.

Les études divergent également en ce qui concerne l'impact de l'accès à l'énergie sur les violences domestiques, les autres risques auxquels sont confrontées les femmes et les facteurs influençant les décisions de sélection du combustible. Alors que certaines recherches, comme celle de Winther et al. (2018) ont constaté que l'accès à l'électricité contribue à réduire les violences domestiques, d'autres études, comme celle de Chandrasekaran et al. (2023)²⁰³ soulignent que les effets varient en fonction des contextes socioculturels et économiques. En effet, ces derniers examinent la relation entre l'autonomisation des femmes et l'accès aux foyers améliorés et à l'électricité dans divers contextes géographiques.

²⁰⁰ Chandrasekaran, M., Krishnapriya, P. P., Jeuland, M., & Pattanayak, S. K. (2023). Gender empowerment and energy access : Evidence from seven countries. *Environmental Research Letters*, 18(4), 045003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc2d3>

²⁰¹ de Groot, J., Mohlakoana, N., Knox, A., & Bressers, H. (2017). Fuelling women's empowerment? An exploration of the linkages between gender, entrepreneurship and access to energy in the informal food sector. *Energy Research & Social Science*, 28, 86-97. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.04.004>

²⁰² Winther, T., Ulsrud, K., & Saini, A. (2018). Solar powered electricity access : Implications for women's empowerment in rural Kenya. *Energy Research & Social Science*, 44, 61-74. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.04.017>

²⁰³ Chandrasekaran, M., Krishnapriya, P. P., Jeuland, M., & Pattanayak, S. K. (2023). Gender empowerment and energy access : Evidence from seven countries. *Environmental Research Letters*, 18(4), 045003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc2d3>

Leur recherche met en évidence la corrélation positive entre l'autonomisation des femmes et l'accès à l'énergie au niveau des ménages, tout en soulignant les différences régionales et socioculturelles dans les dynamiques de genre.

Pour ce qui est des facteurs influençant les décisions de sélection du combustible, Yasmin et Grundmann (2020)²⁰⁴ ont examiné au Pakistan le lien entre le statut des femmes et leur rôle dans la prise de décision concernant le choix de technologie et de combustible pour la cuisson au Pakistan. Leur recherche met en évidence l'importance du statut socio-économique des femmes dans leur capacité à participer à la prise de décision, tout en soulignant les différences de préférences entre hommes et femmes en ce qui concerne les technologies énergétiques.

De même, l'étude de Winther et al. (2020)²⁰⁵ se concentre sur l'autonomisation des femmes et les dynamiques familiales liées à l'accès à l'électricité dans les contextes ruraux. Leur recherche met en évidence les défis auxquels sont confrontées les femmes en ce qui concerne le contrôle et la prise de décision concernant l'électricité dans le foyer, tout en soulignant les impacts positifs de l'accès à l'électricité sur la réduction des violences domestiques et d'autres risques.

En résumé, ces études fournissent un aperçu diversifié des liens entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes, mettant en lumière à la fois les points communs et les divergences dans les conclusions. Alors que certaines recherches soulignent l'importance de l'accès à l'énergie pour renforcer l'autonomisation des femmes, d'autres mettent en évidence les défis persistants et les nuances de cette relation complexe. Ces conclusions soulignent l'importance d'une approche contextuelle et multidimensionnelle pour comprendre pleinement les implications de l'accès à l'énergie sur l'autonomisation des femmes.

²⁰⁴ Yasmin, N., & Grundmann, P. (2020). Home-cooked energy transitions : Women empowerment and biogas-based cooking technology in Pakistan. *Energy Policy*, 137, 111074. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111074>

²⁰⁵ Yasmin, N., & Grundmann, P. (2020). Home-cooked energy transitions : Women empowerment and biogas-based cooking technology in Pakistan. *Energy Policy*, 137, 111074. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111074>

2. Données et Méthodologie

Les données utilisées dans cette étude proviennent de la base WDI (World Development Indicators), accessible en ligne via le lien : (http://databank.worldbank.org/data/download/WDI_excel.zip). Ces indicateurs, collectés à partir de sources officielles, permettent de surveiller et d'évaluer les progrès en matière de développement économique, social et environnemental à l'échelle mondiale.

Pour cette analyse, 30 pays d'Afrique subsaharienne ont été sélectionnés pour l'année 2020, en fonction de la disponibilité des données sur l'autonomisation, l'accès à l'énergie et le capital humain. La liste de ces pays est présentée dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau1 : Liste des pays de l'échantillon

Espace communautaire	Pays	Nombre de pays
Afrique Centrale	Burundi, Cameroun, Centrafrique, Congo, Gabon, République Démocratique du Congo, Rwanda, Tchad	8
Afrique de l'Ouest	Benin, Burkina Faso, Cap Vert, Cote d'Ivoire, Ghana, Guinée, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Togo	11
Afrique de l'Est et Australe	Comores, Djibouti, Ethiopie, Kenya, Lesotho, Liberia, Ile Maurice, Namibie, République Sud-Africaine, Tanzanie, Zimbabwe	11

Source: Les auteurs

Les indicateurs d'autonomisation des femmes

Le concept d'autonomisation souvent utilisé dans la littérature économique peut renvoyer à des réalités diverses et revêt de ce fait de multiples facettes (Chandrasekaran et al., 2023)²⁰⁶.

²⁰⁶ Chandrasekaran, M., Krishnapriya, P. P., Jeuland, M., & Pattanayak, S. K. (2023). Gender empowerment and energy access : Evidence from seven countries. *Environmental Research Letters*, 18(4), 045003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc2d3>

Les indicateurs de l'autonomisation des femmes qui ont été retenus dans cette étude sont :

- **Travailleuses indépendantes (% de l'emploi féminin).** Les travailleurs autonomes sont les travailleurs qui, travaillant à leur propre compte ou avec un ou plusieurs associés ou en coopérative, occupent le type d'emplois définis comme « emplois indépendants ». C'est-à-dire des emplois dont la rémunération dépend directement des bénéfices tirés des biens et services produits. Les travailleurs indépendants comprennent quatre sous-catégories d'employeurs, de travailleurs à leur propre compte, de membres de coopératives de producteurs et de travailleurs familiaux contributeurs.
- **Employeurs, femmes (% de l'emploi féminin).** Les employeurs sont les travailleurs qui, travaillant pour leur propre compte ou avec un ou plusieurs partenaires, occupent le type d'emplois définis comme des « emplois indépendants », c'est-à-dire des emplois dont la rémunération dépend directement des bénéfices tirés des biens et services produits) et, à ce titre, ont engagé, de façon continue, une ou plusieurs personnes pour travailler pour eux à titre d'employé(s).
- **Proportion de sièges occupés par des femmes dans les parlements nationaux (%).** Les femmes dans les parlements représentent le pourcentage de sièges parlementaires d'une chambre unique ou d'une chambre basse occupés par des femmes.
- **Travailleuses familiales, femmes (% de l'emploi féminin).** Les travailleurs familiaux contributeurs sont les travailleurs qui occupent des « emplois indépendants » en tant que travailleurs à leur propre compte dans un établissement à vocation marchande géré par une personne apparentée vivant dans le même ménage.

Le tableau 2 présente les scores z moyens des indicateurs de l'autonomisation des femmes pour l'ensemble des pays de l'échantillon, par espace communautaire. Ce tableau révèle des variations considérables entre groupes et au sein de ces différents groupes.

- **Travailleuses familiales :** On observe que l'Afrique Centrale (0,3828047) présente un meilleur score z moyen que l'Afrique Australe et de l'Est (0,1592064) et l'Afrique de l'Ouest – (0,4376099). Malgré ce score z plus élevé, il existe une plus grande variation (1.1361) entre les pays de ce groupe, ce qui s'interprète comme la présence d'une plus grande disparité.

- **Employeurs, femmes** : L'Afrique de l'Ouest montre une moyenne positive (0,2042825), suggérant une meilleure autonomisation des femmes employeurs comparée à l'Afrique Centrale (-0,3669122) et Australe où les moyennes sont négatives (0,0625628). L'Afrique de l'Ouest a également la plus grande variation (1,1521).
- **Sièges féminins aux parlements nationaux** : L'Afrique Centrale a la moyenne la plus élevée (0,685), suggérant une plus grande représentation des femmes dans les parlements nationaux, malgré une grande variation (1,3267). L'Afrique Australe et de l'Est montre une moyenne négative, indiquant une moindre représentation.
- **Travailleuses indépendantes** : Les travailleuses indépendantes en Afrique Centrale et Australe ont des moyennes positives, suggérant une meilleure autonomisation comparée à l'Afrique de l'Ouest qui a une moyenne négative (-0,6293761). L'Afrique de l'Ouest présente la plus grande variation (1,1687).

En définitive, l'Afrique Centrale montre une forte autonomisation dans les sièges parlementaires féminins, l'Afrique de l'Ouest se distingue par l'autonomisation des femmes employeurs, et l'Afrique Australe a des résultats modérément positifs pour les travailleuses familiales et indépendantes. Cependant, il existe une grande variabilité dans tous les indicateurs, surtout en Afrique Centrale et de l'Ouest.

Tableau2 : Moyennes des indicateurs de l'autonomisation par espace communautaire

Espace Communautaire	Travailleuses familiales	Employeurs, femmes	Sièges féminins aux parlements nationaux	Travailleuses indépendantes
Afrique Centrale	0,382 8047 (1,13 61)	- 0,366 9122 (0,77 19)	0,685 178 (1,32 67)	0,372 7706 (0,84 97)
Afrique de l'Ouest	- 0,437 6099 (0,88 33)	0,204 2825 (1,15 21)	0,382 0785 (0,81 74)	- 0,629 3761 (1,16 87)
Afrique de l'Est et Australe	0,159 2064 (0,92 76)	0,062 5628 (0,99 89)	- 0,431 9096 (0,79 39)	0,358 2701 (0,58 35)

Source: Les auteurs

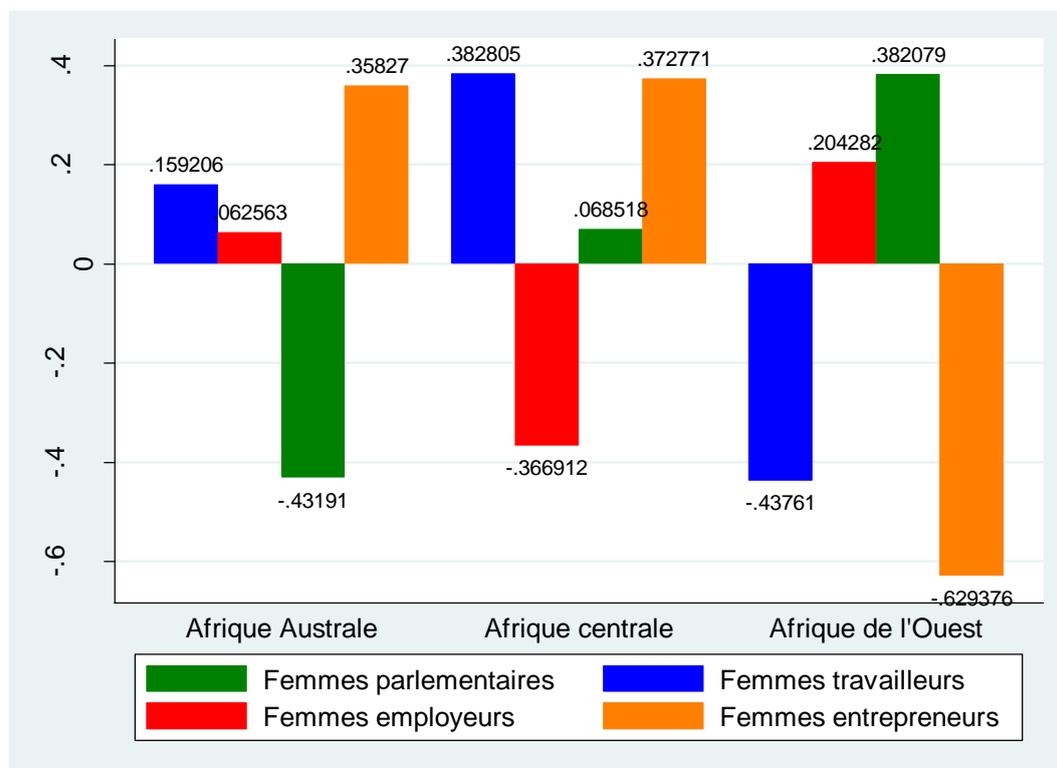


Figure 1 : Scores Z moyens de l'autonomisation des femmes

Les indicateurs d'accès à l'énergie

Les indicateurs de l'accès à l'énergie retenus pour la présente étude sont les suivants :

- Accès aux combustibles et technologies propres pour la cuisson (% de la population). Cet indicateur correspond à la proportion de la population totale utilisant principalement des combustibles et des technologies propres pour la cuisson.
- Accès à l'électricité (% de la population). C'est le pourcentage de la population ayant accès à l'électricité.

Tableau3 : Moyennes des indicateurs de l'accès à l'électricité

Espace Communautaire	Energies et technologies de cuisson propre	Electricité
Afrique Centrale	-0,14430 (1,048)	-0,5667 (1,136)
Afrique de l'Ouest	0,28015 (1,161)	0,3565 (0,865)
Afrique de l'Est et Australe	-0,17521 (0,804)	0,0557 (0,921)

Source: Les auteurs

Le tableau 3 présente les moyennes des indicateurs de l'accès à l'électricité pour différentes régions africaines, ainsi que les écarts types entre parenthèses pour chaque indicateur. Ce tableau révèle des disparités entre les différentes régions concernant chaque mesure individuelle de l'accès à l'énergie.

- Pour ce qui est de l'accès aux énergies et technologies de cuisson propres, le tableau indique un accès inférieur à la moyenne pour l'Afrique Centrale (-0,14430) avec une forte dispersion des données (1,048). L'Afrique de l'Ouest par contre (0,28015) a un accès supérieur à la moyenne et une forte dispersion des données (1,161). L'Afrique Australe quant à elle a un accès légèrement inférieur à la moyenne (-0,17521) et une dispersion modérée des données (0,804).
- Pour ce qui est de l'accès à l'électricité, l'Afrique Centrale présente un accès nettement inférieur à la moyenne (-0,5667) avec une forte dispersion des données (1,136). Avec un accès supérieur à la moyenne (0,3565), l'Afrique de l'Ouest présente une dispersion modérée des données (0,865). Le tableau indique également un accès légèrement supérieur à la moyenne de l'Afrique Australe (0,0557) avec une dispersion des données modérée (0,921).

L'Afrique de l'Ouest affiche des moyennes positives pour les deux indicateurs, suggérant un meilleur accès aux énergies et technologies de cuisson propres ainsi qu'à l'électricité.

L'Afrique Centrale présente des moyennes négatives pour les deux indicateurs, illustrant des défis significatifs en matière d'accès à ces ressources.

L'Afrique Australe et de l'Est montre des moyennes légèrement négatives pour les énergies de cuisson propres, mais légèrement positives pour l'accès à l'électricité, se situant entre les deux autres régions en termes de performances.

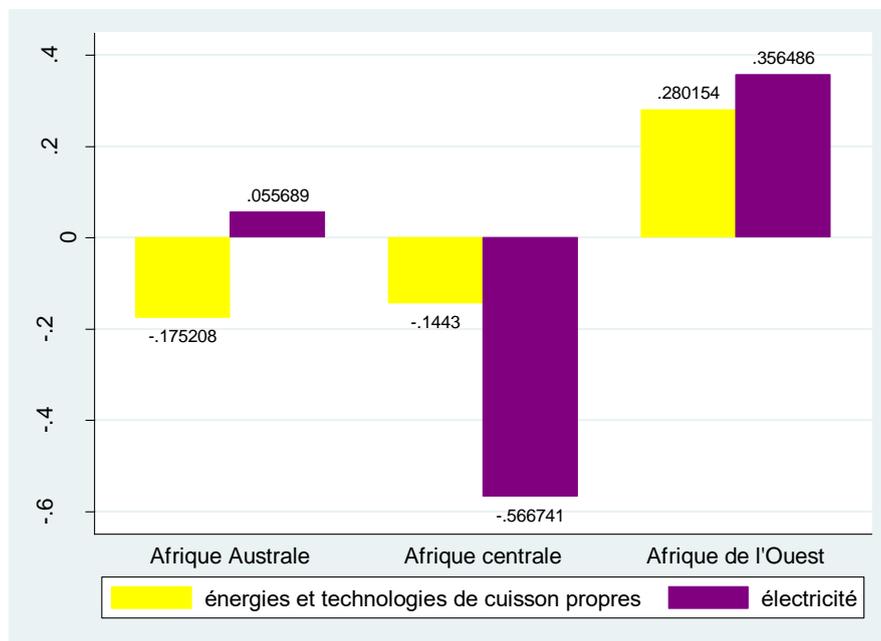


Figure 2 : Scores Z moyens de l'accès à l'énergie

Les indicateurs de capital humain

Le capital humain sera considéré ici à travers deux de ses principales dimensions :

- L'éducation mesurée par le taux de scolarisation des femmes au primaire (% brut). C'est le rapport entre la scolarisation totale, quel que soit l'âge, et la population du groupe d'âge qui correspond officiellement au niveau d'éducation indiqué.
- La santé mesurée par l'espérance de vie à la naissance des femmes (années). Il s'agit du nombre d'années qu'un nouveau-né vivrait si les schémas de mortalité dominants au moment de sa naissance restaient les mêmes tout au long de sa vie.

Tableau4 : Moyennes des indicateurs du capital humain

Espace Communautaire	Taux de scolarisation des femmes au primaire	Espérance de vie des femmes à la naissance
Afrique Centrale	-0,4387 (0,4709)	-0,2594 (0,9167)
Afrique de l'Ouest	0,5055 (1,1240)	0,3560 (0,856)
Afrique Australe et de l'Est	-0,1864 (1,0041)	-0,1673 (1,1639)

Source: Les auteurs

Le tableau 4 présente les moyennes des indicateurs du capital humain pour différentes régions africaines, avec les écarts types entre parenthèses pour chaque indicateur.

- Pour ce qui est du taux de scolarisation des femmes au primaire, l'Afrique Centrale indique un taux inférieur à la moyenne (-0,4387) avec une dispersion modérée des données (0,4709). L'Afrique de l'Ouest par contre, présente un taux de scolarisation des femmes au primaire légèrement supérieur à la moyenne (0,5055) avec une forte dispersion des données (1,1240). Quant à l'Afrique Australe et de l'Est, on observe un taux de scolarisation des femmes au primaire légèrement inférieur à la moyenne (-0,1864) avec une dispersion importante des données (1,0041).
- Au niveau de l'espérance de vie des femmes à la naissance, l'Afrique Centrale a un score z moyen inférieur à la moyenne (-0,2594) avec une dispersion modérée des données (0,9167). L'Afrique de l'Ouest par contre présente un score z moyen supérieur à la moyenne (0,3560) avec une dispersion modérée des données (0,856). L'Afrique Australe et de l'Est présente un score z moyen légèrement inférieure à la moyenne (-0,1673) avec une forte dispersion des données (1,1639).

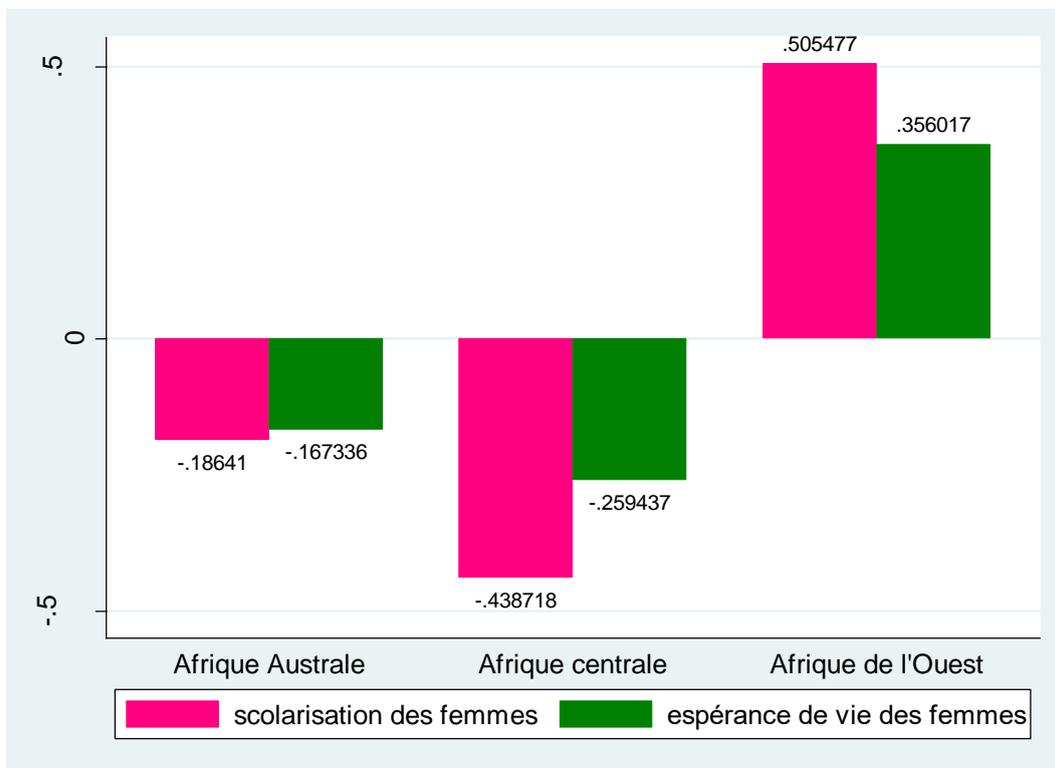


Figure 3 : Scores Z moyens du capital humain

En définitive, en Afrique de l'Ouest, les moyennes sont positives pour les deux indicateurs, ce qui suggère une meilleure scolarisation des femmes au primaire et une espérance de vie supérieure par rapport aux autres régions. De même, les moyennes négatives des deux indicateurs pour l'Afrique Centrale indiquent des niveaux inférieurs de scolarisation et d'espérance de vie des femmes. Pour ce qui est de l'Afrique Australe et de l'Est, les moyennes légèrement négatives pour les deux indicateurs, accompagnées d'une forte dispersion, indiquent une grande variabilité dans les performances de la région.

Les résultats de ces tableaux mettent en évidence des disparités significatives entre les régions d'Afrique en matière d'autonomisation des femmes, d'accès à l'énergie et de capital humain. Des efforts concertés sont nécessaires pour combler ces écarts et promouvoir le développement durable et équitable dans toutes les régions. Il est crucial de souligner que ces résultats sont basés sur des moyennes et des écarts-types, ne reflétant pas nécessairement la situation de chaque pays. Une analyse plus approfondie serait nécessaire pour comprendre les nuances des disparités observées.

Méthodologie

La méthodologie utilisée dans cette étude est inspirée de Chandrasekaran et al (2023). Elle consiste dans un premier temps à construire un indice synthétique de l'autonomisation des femmes en utilisant les quatre mesures individuelles précédemment évoquées. La construction de cet indice synthétique passe tout d'abord par la normalisation des valeurs des indicateurs en générant des scores z pour chaque indicateur à l'aide des moyennes et des écarts-types de l'échantillon de pays mis en commun. Ensuite, nous procédons à une analyse en composantes principales. Le premier axe factoriel est ensuite retenu comme indicateur synthétique de l'autonomisation des femmes. La suite de l'analyse sera fondée sur un examen de la corrélation entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes d'une part, et entre le capital humain et l'autonomisation des femmes d'autre part, à travers une analyse de régressions linéaires simples.

Analyses de régressions

Nous utilisons la régression des moindres carrés ordinaires (MCO) pour examiner les associations linéaires entre l'autonomisation des femmes et l'accès à l'énergie :

$$y_{ij} = \alpha + \beta E_{ij} + u_{ij} \quad (1)$$

Nous effectuons une série de deux régressions bivariées pour chaque pays j afin de vérifier si l'autonomisation des femmes (y_{ij}) est significativement corrélée avec les deux mesures distinctes de l'accès à l'énergie (E_{ij}):

- (i) Accès aux combustibles et technologies propres pour la cuisson (% de la population).
- (ii) Accès à l'électricité (% de la population).

u_{ij} est le terme d'erreur. Nous obtenons ainsi deux valeurs β différentes pour chaque pays.

Dans un second temps, nous effectuons le même type de régression bivariée pour chaque pays dans le but de vérifier si l'autonomisation des femmes (y_{ij}) est significativement corrélée avec les deux mesures distinctes du capital humain (X_{ij}) qui sont (i) le taux de scolarisation des femmes au primaire, (ii) l'espérance de vie des femmes à la naissance :

$$y_{ij} = \alpha + \gamma X_{ij} + u_{ij} \quad (2)$$

Après les analyses bivariées, nous estimons un modèle multivarié avec les 4 variables indépendantes

$$y_{ij} = \alpha + \beta E_{ij} + \gamma X_{ij} + u_{ij} \tag{3}$$

3. Résultats

Le tableau5 ci-dessous présente les résultats des associations bivariées et de l'association multivariée entre différentes mesures individuelles de l'accès à l'énergie, du capital humain et l'indice d'autonomisation des femmes.

Tableau5 : Résultats des associations bivariées et de l'association multivariée

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
z_combustibles propres	0.7580365** *				0.1860876**
z_électricité		0.6878596** *			0.3485261*
z_inscription_scolaire			0.2726023		0.0789361
z_expectance_de_vie				0.3969987**	-0.2410334
	Pr > F = 0.0000	Pr > F = 0.0000	Pr > F = 0.1450	Pr > F = 0.0298	Pr > F = 0.0000
	R-sqr = 0.5746	R-sqr = 0.4732	R-sqr = 0.0743	R-sqr = 0.1576	R-sqr = 0.6413
	Adj R-sqr = 0.5594	Adj R-sqr = 0.4543	Adj R-sqr = 0.0413	Adj R-sqr = 0.1275	Adj R-sqr = 0.5839

Source: Les auteurs *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

- La colonne 1 présente les résultats de l'association bivariée entre l'accès aux combustibles et technologies de cuisson propres et l'indice d'autonomisation des femmes. Il ressort des résultats que l'accès aux énergies propres a une forte influence positive sur l'autonomisation des femmes, expliquant environ 57.46% de la variance avec un coefficient de 0.7580365, significatif au niveau de p < 0.01.
- La colonne 2 montre l'association bivariée entre l'accès à l'électricité et l'indice d'autonomisation des femmes. Avec un coefficient de 0.6878596, significatif au niveau de p < 0.01, l'accès à l'électricité a une forte influence positive et significative sur l'autonomisation des femmes, expliquant environ 47.32% de la variance (R-squared = 0.4732).

- La colonne 3 indique l'association bivariée entre le taux de scolarisation des femmes au primaire et l'indice d'autonomisation des femmes. Le coefficient positif de 0.2726023, mais non significatif ($p = 0.1450$) montre que le taux de scolarisation des femmes au primaire n'a pas d'influence sur l'autonomisation des femmes.
- La colonne 4 précise la relation bivariée entre l'espérance de vie à la naissance et l'indice d'autonomisation des femmes. Significative au niveau de $p < 0.05$ avec un coefficient de 0.3969987, cette relation montre que l'espérance de vie des femmes a une influence positive et significative sur l'autonomisation des femmes, expliquant environ 15.76% de la variance ($R\text{-squared} = 0.1576$).
- La colonne 5 laisse apparaître les résultats de l'action combinée de ces quatre variables sur l'autonomisation des femmes. Il en ressort que le coefficient est de 0.1860876, significatif au niveau de $p < 0.05$. Cela montre que l'accès à des combustibles et technologies de cuisson garde une influence positive et significative, quoique son influence soit réduite. De même, l'accès à l'électricité garde une influence positive 0.3485261 à un niveau plus faible $p < 0.1$. Pour ce qui est du taux de scolarisation des femmes, il n'y a toujours pas d'effet significatif. Le coefficient associé à l'espérance de vie des femmes devient négatif sur le modèle global, mais reste non significatif. Le modèle multivarié reste globalement significatif, expliquant 64.13% de la variance de l'autonomisation des femmes.

Ces résultats montrent que l'accès aux énergies et technologies de cuisson propres et à l'électricité sont les facteurs les plus influents pour l'autonomisation des femmes. Bien que l'espérance de vie soit significative dans le modèle bivarié, elle ne l'est plus après contrôle des autres variables. Le taux de scolarisation, quant à lui, n'a pas d'influence significative sur l'autonomisation des femmes dans ce contexte.

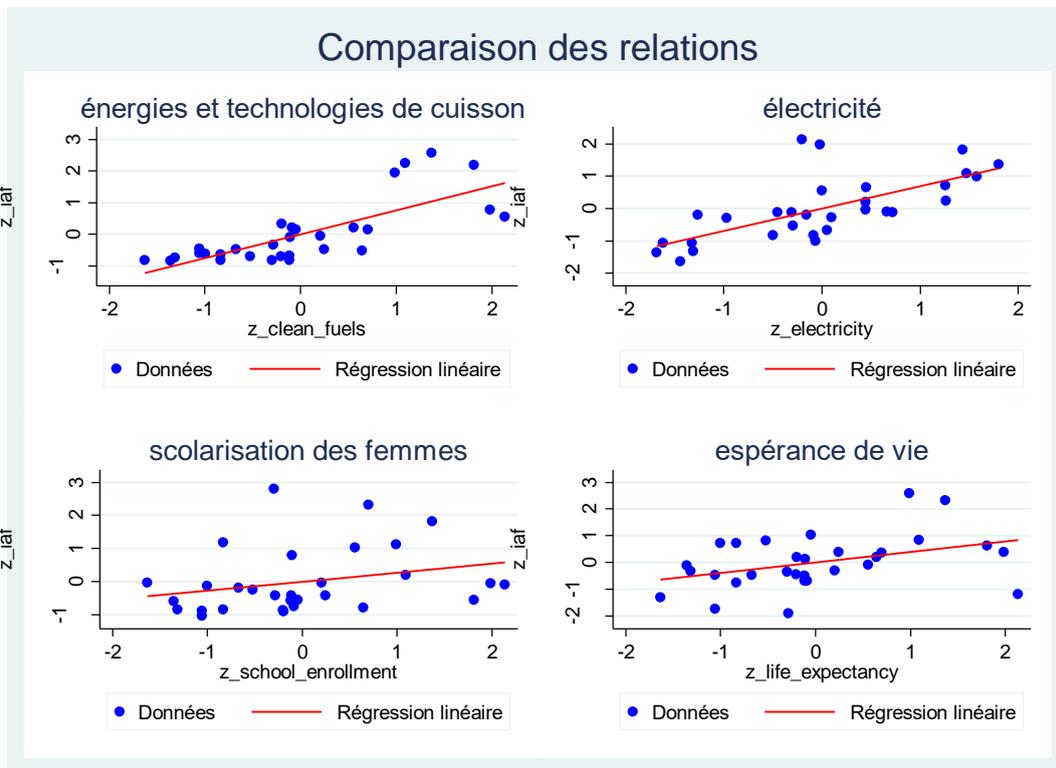


Figure 4 : Relations (accès à l'énergie/capital humain) et capital autonomisation des femmes

Le tableau 6 ci-dessous présente les résultats des associations bivariées et de l'association multivariée entre différentes mesures individuelles de l'accès à l'énergie, du capital humain et l'indice d'autonomisation des femmes.

- La colonne 1 montre l'association bivariée par groupe de l'autonomisation des femmes et l'accès aux énergies et combustibles de cuisson propres. Cette association est positive et significative dans les trois groupes de pays avec une significativité moins forte en Afrique de l'Ouest.
- La colonne 2 dénote l'association bivariée par groupe de l'autonomisation des femmes et l'accès à l'électricité. Ici, outre l'Afrique de l'Ouest où cette relation n'est pas significative, on observe une relation positive et très significative dans les deux autres groupes de pays.
- La colonne 3 pointe l'association bivariée entre le taux de scolarisation des femmes au primaire et l'indice d'autonomisation des femmes. Cette colonne suggère que cette relation n'est significative que pour l'Afrique Australe.

- L'association bivariée par groupe de l'autonomisation et l'espérance de vie des femmes à la naissance est précisée par la colonne 4. Il en ressort que cette relation n'est pas significative pour l'Afrique de l'Ouest, alors que pour l'Afrique Australe, elle est positive avec une significativité modérée et en Afrique centrale, elle est positive avec une significativité marginale.

Tableau 6 : Résultats des associations bivariées et de l'association multivariée par espace communautaire

EspCom	Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	z_combustibles propres	0.65885***				0.10135
Afrique Australe	z_électricité		0.67709***			0.45330
	z_inscription_scolaire			0.53789***		0.17149
	z_expectance_de_vie				0.36179**	0.02692
	z_combustibles propres	0.71001***				0.08534
Afrique centrale	z_électricité		0.70859***			0.79513
	z_inscription_scolaire			0.65859		-0.60690
	z_expectance_de_vie				0.62161*	-0.00023
	z_combustibles propres	0.69850**				0.99762**
Afrique de l'Ouest	z_électricité		0.47591			-0.12673
	z_inscription_scolaire			-0.31404		-0.23073
	z_expectance_de_vie				-0.10736	-0.65945*

Source: Les auteurs *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

L'analyse multivariée suggère des variations régionales dans l'influence des facteurs sur l'autonomisation des femmes. L'accès aux énergies et technologies de cuisson propres a un impact significatif et positif en Afrique de l'Ouest, tandis que l'espérance de vie a un effet négatif marginalement significatif dans la même région. Les autres variables ne montrent pas d'effets significatifs constants dans les différentes régions. On peut en déduire que les relations observées dans les analyses bivariées peuvent être influencées par la présence d'autres variables dans le modèle.

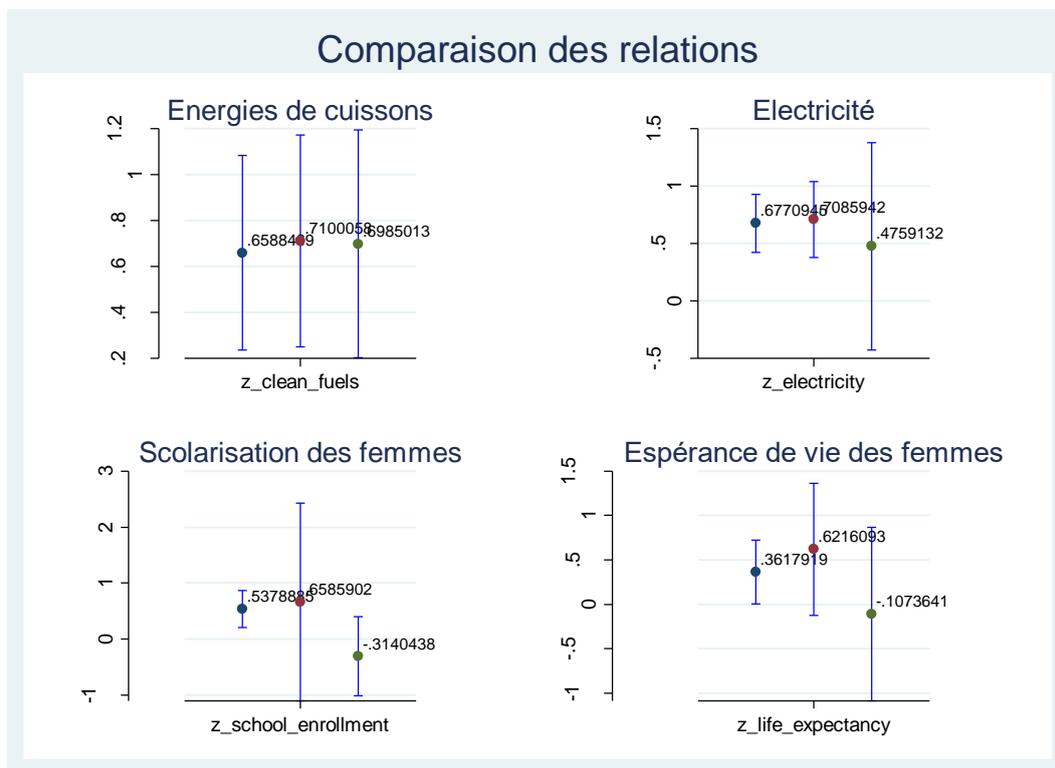


Figure 5 : Relations bivariées au sein des espaces communautaires

Ces résultats sont confirmés par la figure 5 qui dénote les associations bivariées entre autonomisation des femmes et les mesures spécifiques de l'accès à l'énergie et celles du capital humain au sein des espaces communautaires.

4. Discussion

L'analyse des données issues des différentes régions d'Afrique subsaharienne révèle une relation significative entre l'accès à l'énergie, notamment l'électricité et les combustibles de cuisson propres, et l'autonomisation des femmes. Ces résultats sont cohérents avec de nombreuses recherches établissant un lien entre l'accès à l'énergie et le développement du capital humain.

En particulier, l'accès à des combustibles et technologies de cuisson propres joue un rôle déterminant dans l'émancipation des femmes.

Ces conclusions s'alignent sur les travaux de Sambodo et Novandra (2019) ainsi que de Zhang et al. (2019), qui mettent en évidence l'impact positif des sources d'énergie fiables sur la santé et le bien-être. En réduisant la pauvreté énergétique et en améliorant les conditions de vie, ces améliorations contribuent indirectement à renforcer l'autonomisation des femmes.

Pour ce qui est de l'accès à l'électricité, les résultats de l'Afrique Australe et de l'Afrique Centrale montrent une forte association positive entre l'accès à l'électricité et l'autonomisation des femmes, similaire aux conclusions de Sambodo et Novandra (2019) et Sule et al. (2022) qui indiquent que l'accès à l'électricité peut améliorer les conditions de vie, réduire la mortalité infantile et les inégalités d'éducation. Par contre cette association n'est pas significative en Afrique de l'Ouest. Ce résultat reflète les nuances relevées par Mohammed et Akuoko (2022) qui montrent que l'impact de l'accès à l'électricité peut varier en fonction des contextes régionaux spécifiques.

Les résultats en matière de taux de scolarisation et d'espérance de vie des femmes, montrent des variations régionales, avec des associations significatives en Afrique Australe mais non significatives en Afrique de l'Ouest et Centrale. Cela peut être attribué aux différences contextuelles et socio-culturelles mises en avant par Acheampong et al. (2021) et Oum (2019), soulignant que les impacts de l'accès à l'énergie sur le capital humain peuvent différer selon les régions.

Ainsi, ces résultats montrent une relation positive entre l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes, en particulier en Afrique Australe et Centrale, ce qui est conforté par les études de Nguyen et Su (2021) et Njoh et al. (2022) pour lesquelles l'accès à l'énergie améliore les conditions de vie des femmes, leur permettant de mieux participer à la vie économique et sociale.

En revanche, les différences régionales observées pour l'impact de l'accès à l'énergie sur l'autonomisation des femmes, par exemple de l'association non significative en Afrique de l'Ouest consolident les conclusions de Chandrasekaran et al. (2023) et de Groot et al. (2017). Ces conclusions soulignent l'importance des contextes socio-culturels et économiques spécifiques. D'autre part, les défis persistants en matière de prise de décision et de contrôle de l'énergie au sein des ménages, comme noté par Winther et al. (2018), peuvent également expliquer ces différences.

Les gains de temps associés à l'utilisation de combustibles propres, mis en avant par Krishnapriya et al. (2021) peuvent avoir un impact significatif sur l'autonomisation des femmes en libérant du temps pour l'éducation et les activités économiques.

Cependant, comme le montrent les nuances relevées par Yasmin et Grundmann (2020) ces gains peuvent également bénéficier aux hommes, rendant l'impact sur l'autonomisation des femmes plus complexe. Les études comme celles de Winther et al. (2020) ainsi que Chandrasekaran et al. (2023) montrent que l'accès à l'énergie peut réduire les violences domestiques, mais cet effet varie en fonction des contextes socio-culturels. Cette complexité reflète les résultats variés obtenus dans les différentes régions d'Afrique subsaharienne.

5. Conclusion

Cette étude a exploré les liens entre l'accès à l'énergie, le capital humain et l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne. Les résultats montrent une relation significative entre l'accès aux énergies propres et l'autonomisation des femmes, en particulier en Afrique Australe et Centrale. Toutefois, l'impact de l'accès à l'électricité sur l'autonomisation des femmes varie considérablement entre les régions, soulignant l'importance des contextes socio-culturels spécifiques.

L'étude présente cependant de nombreuses limites, au nombre desquelles, l'approche méthodologique, la pertinence des données, la prise en compte du temps et la distinction entre zones urbaines et rurales. L'approche méthodologique de cette étude repose sur des données transversales, ce qui limite la capacité à établir des relations causales. L'analyse s'appuie sur des données agrégées au niveau régional, ce qui peut masquer des variations locales significatives. Par ailleurs, l'utilisation de données statiques ne permet pas de prendre en compte les évolutions temporelles. Les dynamiques de l'accès à l'énergie et de l'autonomisation des femmes peuvent évoluer avec le temps, et une analyse longitudinale serait nécessaire pour mieux comprendre ces évolutions. Les différences entre les zones urbaines et rurales ne sont pas pleinement prises en compte dans cette étude. L'accès à l'énergie et ses impacts peuvent varier significativement entre les contextes urbains et ruraux, et cette distinction mérite une attention particulière pour une compréhension plus nuancée.

Toutefois, les nombreux résultats de cette étude débouchent sur plusieurs pistes pour les recherches futures. Il est essentiel de mener des études longitudinales pour mieux comprendre les dynamiques temporelles de l'accès à l'énergie et de l'autonomisation des femmes. Des recherches plus approfondies prenant en compte les spécificités des contextes urbains et ruraux sont nécessaires.

Cela inclut l'analyse des différences dans l'impact de l'accès à l'énergie entre les zones urbaines et rurales, ainsi que les variabilités régionales. Des études utilisant des approches multidimensionnelles pour évaluer la pauvreté énergétique et l'autonomisation des femmes peuvent fournir des enseignements plus complets. L'inclusion des facteurs socio-culturels spécifiques est toujours cruciale dans les analyses de l'accès à l'énergie. Les recherches futures devraient examiner comment les normes culturelles et sociales influencent l'accès à l'énergie et l'autonomisation des femmes.

En conclusion, bien que cette étude apporte des enseignements précieux sur les liens entre l'accès à l'énergie, le capital humain et l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne, elle souligne également la nécessité d'approfondir et d'élargir les recherches pour mieux comprendre et aborder ces enjeux complexes.

Résumés

La question énergétique en Afrique. Entre impératif de développement et nécessité de durabilité

Par Davy Pouaty Nzembialela

Comment l'Afrique peut-elle concilier les enjeux de la transition verte et de la transition énergétique, tout en conciliant les impératifs de développement durable ? Peut-on définir des politiques économiques qui prennent en compte les aspects de développement en Afrique et l'accès à l'énergie pour les populations africaines, tout en intégrant les enjeux liés aux changements climatiques ?

L'économie politique est un outil qui peut aider les pays à comprendre le processus de transition et les conflits qui opposent la politique traditionnelle, l'économie et les politiques environnementales. C'est un processus continu que les pays doivent adopter dans les stratégies de mise en œuvre de leur politique publique. Ces dernières années, les études de la Communauté Economique Africaine (CEA), des organisations internationales et de certains instituts de recherche ont pu aider les États africains à adopter et à mettre en œuvre des politiques et stratégies d'économie verte. Notre analyse porte en premier lieu sur l'état des lieux des ressources énergétiques en Afrique, puis nous montrons comment les politiques publiques prennent en compte les exigences de développement durable, enfin nous proposons des mécanismes de financements innovants et les initiatives locales financés par les Banques Internationales et Régionales afin de soutenir la transition écologique et énergétique en Afrique.

Depuis février 2022, le conflit russo-ukrainien a amplifié ces vulnérabilités structurelles et systémiques (dépendance aux énergies fossiles, inégalités d'accès à l'électricité, infrastructures obsolètes, financement inadéquat et autres contraintes systémiques, etc.) en déstabilisant le marché de l'énergie. Ces chocs exogènes ont perturbé les chaînes d'approvisionnement, diminué la demande énergétique industrielle, tout en augmentant celle résidentielle, ce qui a causé une flambée des prix des hydrocarbures et un ralentissement des investissements.

Cependant, cette situation a ouvert la voie à une réflexion sur le renforcement de la sécurité énergétique de l'Afrique post-Covid et l'atteinte des objectifs de l'ODD7. Cet article explore les stratégies permettant aux pays africains de répondre à leurs besoins énergétiques de manière

autonome et durable, en mettant l'accent sur le rôle des acteurs communautaires en synergie avec leurs partenaires régionaux et internationaux. L'autonomie énergétique nécessite la diversification des sources d'énergie, la promotion des énergies renouvelables et l'optimisation de l'efficacité énergétique. Parallèlement, il est crucial de renforcer les infrastructures existantes et d'assurer un accès équitable à l'électricité, notamment dans les zones rurales. En outre, la revitalisation des interconnexions régionales est essentielle pour créer un réseau énergétique intégré, capable de soutenir un développement durable et résilient à long terme.

L'article examine également les spécificités énergétiques de cinq pays africains (Afrique du Sud, Cameroun, Maroc, Kenya, Sénégal) pour illustrer les défis communs et les particularités locales. En guise de conclusion, il propose des recommandations axées sur une gouvernance synergique et des mécanismes de financement innovants dans le cadre d'une coopération renforcée entre acteurs locaux et internationaux, afin de bâtir un avenir énergétique meilleur, résilient et durable .

L'effet des réformes structurelles et réglementaires sur le secteur de l'électricité : une analyse en Afrique subsaharienne

Par Honoré Bidiasse, Marius Bendoma et Franky B.A. Kogueda

L'objectif de cet article est de montrer l'effet des réformes structurelles et réglementaires sur l'offre durable et efficace de l'électricité en Afrique Subsaharienne (ASS).

Pour ce faire, nous utilisons une régression Tobit en panel sur les données issues de 40 pays d'Afrique SubSaharienne (ASS) entre 2000 et 2021. S'agissant des réformes réglementaires, les résultats obtenus montrent que l'autorité de régulation a un effet significatif sur le taux d'accès à l'électricité dans les pays, mais n'affecte pas l'accès à l'électricité des populations rurales. La mise en place d'une autorité d'électrification rurale quant à elle affecte significativement le taux d'accès à l'électricité dans les pays et particulièrement dans les zones rurales. La participation du secteur privé a un effet positif sur l'accès à l'électricité et le niveau de perte en électricité produite. Le dégroupage du secteur comme seule réforme structurelle affecte significativement la part d'approvisionnement en énergie renouvelable dans la production d'électricité. Nous recommandons ainsi la mise en place d'autorités indépendantes

de régulation et d'électrification rurale dans les pays pour limiter la fracture énergétique dans la couverture de service. La mise en place d'une dynamique de déréglementation dans les pays évoqués améliore l'efficacité et la durabilité de l'offre d'électricité.

Algérie-Nigéria : La difficile transition des géants pétroliers et gaziers vers les énergies vertes

Par Frank Kodbaye

L'aube du XXI^e siècle marque un tournant décisif dans le paysage énergétique mondial. Face à l'urgence climatique et à la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, les énergies renouvelables s'imposent comme une solution incontournable. En 2024, elles représentent plus de 30% de la production électrique mondiale, une progression fulgurante par rapport aux 20% de 2010.

Dans ce contexte, l'Objectif de développement durable 7 (ODD 7) des Nations Unies vise à « garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable » d'ici 2030. Cet objectif s'aligne parfaitement avec l'Agenda 2063 de l'Union africaine, qui ambitionne de transformer l'Afrique en une puissance mondiale, en mettant l'accent sur le développement durable et l'innovation technologique. L'accès universel à une énergie propre et abordable est considéré comme un pilier essentiel de cette transformation.

L'Algérie et le Nigéria, deux géants énergétiques africains, se trouvent à la croisée des chemins. Ces pays, traditionnellement dépendants des hydrocarbures, font face à des défis similaires, mais disposent également d'opportunités considérables dans le développement des énergies renouvelables.

L'Algérie, avec ses vastes étendues désertiques, bénéficie d'un potentiel solaire exceptionnel. Le pays a initié des programmes ambitieux visant à porter la part des énergies renouvelables à 27% de son mix électrique d'ici 2030. Cependant, en 2024, cette part ne dépasse guère les 5%, illustrant l'ampleur du défi à relever.

Le Nigéria, première économie africaine et grand producteur pétrolier, présente un profil énergétique plus diversifié. Les énergies renouvelables, principalement l'hydroélectricité, représentent environ 20% de son mix électrique en 2024. Le pays a fixé un objectif de 35% d'énergies renouvelables d'ici 2030, misant sur un mix comprenant l'hydroélectricité, le solaire et la biomasse.

Ces deux nations se trouvent donc à un moment charnière de leur histoire énergétique. Elles doivent naviguer entre la nécessité de maintenir leur croissance économique, largement dépendante des hydrocarbures, et l'impératif de transition vers des sources d'énergie plus durables. Les défis sont nombreux : financement des projets, modernisation des infrastructures, adaptation des cadres réglementaires. Mais les opportunités sont tout aussi importantes : création d'emplois, indépendance énergétique, leadership régional dans les technologies vertes.

L'analyse de leurs trajectoires respectives offre un éclairage précieux sur les enjeux de la transition énergétique en Afrique et dans les pays producteurs d'hydrocarbures en général.

Energy Under Siege: Resilience in Nigeria's Electrical Infrastructure in the Face of Islamic State West Africa Province (ISWAP)

By Liam Carnes-Douglas

Africa is known for having dozens of militant groups across the continent. These militant groups are known for wreaking untold havoc, but are all operationally different, making some a higher threat to sustainable energy systems than others, with one of the worst offenders being Nigeria's Islamic State West African Province (ISWAP).

Nigerian militant groups are often defined by their primary modus operandi, methods, and locations. Local bandit groups target wealthy or susceptible individuals and kidnap them for ransom where as, Biafran separatist groups like the Indigenous Peoples of Biafra target security forces in the southeast with improvised explosives and makeshift weaponry. For both sustainable and reliable energy, ISWAP is arguably the worst offender, as the group unrelentingly targets electrical infrastructure across the northeast. ISWAP has a clear desire, as well as the capabilities, to target electrical infrastructure across the States of Borno, Yobe, Gombe, and Adamawa states. Given the wide variety of militant groups across the country, combined with ISWAPs regional dominance, and their clear focus on the energy sector, almost no country, for its standing as an economic and regional leader, is as energy insecure within Africa as Nigeria.

ISWAP is a dominating force in the region that surrounds the Lake Chad basin, as they target security forces, civilians, and most importantly, in terms of this paper, the electrical infrastructure. With their militants patrolling much of the major roadways and their steady improvised explosive supply lines, this group is highly effective in the destruction of what would be not only an economic boon, but also a direct counter to their regional dominance through a critical feedback loop.

Harnessing the Potential of Green Hydrogen for Sustainable Development in Africa

By Brian Kithinji, Elijah Bakari, Loraine Kabaka, Sylvia Wachira

Green hydrogen, derived from renewable energy sources through electrolysis, presents a pivotal opportunity in the global shift towards sustainable energy systems. As nations accelerate their decarbonization efforts to combat climate change, the role of green hydrogen has become increasingly crucial. It offers a versatile energy carrier capable of decarbonizing sectors that are challenging to electrify directly, such as the transportation, aviation, and chemical industry. However, several barriers hinder its widespread adoption in Africa, including high production costs, inadequate policy frameworks, infrastructure gaps, and technological scalability. Addressing these challenges requires coordinated efforts across governments, private sector, multilateral organizations, and research institutions to drive down costs, scale up production capacities, and establish robust regulatory frameworks.

By investing in innovation and skill development, incentivizing private sector participation, and fostering international collaboration, policymakers can accelerate a smooth transition to a sustainable hydrogen economy, unlocking its full potential to decarbonize economies and create sustainable growth pathways.

Accès à l'énergie et au capital humain : Un défi pour l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne

Par Patrice Nnuka Tsekane, Olivier Dimala et Sinclair Medjo Nna

Cette étude analyse les disparités en matière d'accès à l'énergie qui impacte l'autonomisation des femmes en Afrique subsaharienne au travers des dimensions du capital humain telles que la santé et l'éducation. Un échantillon de 30 pays a été retenu à partir des données du WDI (World Development Indicators) 2020 pour élaborer un indicateur normalisé de l'autonomisation des femmes via une analyse en composantes principales (ACP). Les résultats obtenus par la méthode des moindres carrés ordinaires montrent une relation significative entre l'accès à l'énergie et le capital humain des femmes, principalement en Afrique Australe et Centrale. Cependant, des variations dans l'impact combiné de l'accès à l'énergie et du capital humain ont été révélées dans les différentes régions, soulignant l'importance des contextes socio-culturels. Il est donc crucial d'adapter les politiques de développement infrastructurel aux réalités locales pour permettre une plus grande autonomie des femmes.

Nos auteurs



Davy Pouaty Nzembialela possède une licence en anglais obtenue à l'Université Omar Bongo de Libreville (Gabon), un diplôme en management des entreprises obtenu le 12 novembre 2016 à Amity University (Inde) et un diplôme de Secrétaire des Affaires Etrangères, Spécialité Diplomatie (29 janvier 2015-Ecole de Préparation aux Carrières Administratives).

Il mène une carrière de diplomate depuis presque 16 ans au Ministère des Affaires Etrangères de la République Gabonaise. Il travaille avec les peuples autochtones du District d'Ikobey au Gabon depuis presque 16 ans et il est Président de l'Association pour le Devenir des Autochtones et de leur Connaissance Originelle (ADACO) depuis sa création en février 2016.

ADACO a pour objectif la promotion de la culture gabonaise et du patrimoine matériel et immatériel des autochtones.

Il est un défenseur des droits de l'homme en général et des droits des peuples autochtones en particulier. Ainsi, il a élaboré en décembre 2019 un document sur l'« Etat des lieux de la situation des autochtones pygmées du Gabon ».



Samuel Roger Zang est né en 1960 à Douala (Cameroun). Il est titulaire d'un doctorat de 3ème cycle en relations internationales de l'Institut des relations internationales du Cameroun (IRIC), obtenu en 1992 ; d'une maîtrise professionnelle en relations internationales de l'IRIC (1989) ; d'un diplôme d'études approfondies (DEA) en sciences économiques de l'Université de Paris X-Nanterre (1986) ; d'une maîtrise en économie publique de l'Université des sciences sociales de Toulouse I (1984) ; du diplôme de l'Institut d'études internationales et du développement (IEID) de l'Université des sciences sociales de Toulouse I (1984), et d'une licence ès

sciences économiques (analyse et politiques économiques) de l'Université de Yaoundé I (1982). Ancien diplomate de Carrière (Ministre Plénipotentiaire Hors-échelle), il était en poste de 2006 à 2017 à l'Ambassade du Cameroun à Rabat (Royaume du Maroc), comme « numéro deux » de la Chancellerie (2012-2017), après avoir servi à l'Ambassade du Cameroun à Addis-Abeba (Éthiopie), de 1997 à 2006, comme Conseiller des Affaires étrangères chargé des relations avec la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA).

Marié et père de famille, il a exercé, à plusieurs reprises, les fonctions de Chef de mission diplomatique, en tant que Chargé d'Affaires a.i., aux Ambassades du Cameroun à Addis-Abeba puis à Rabat, entre 1999 et 2017. Il est actuellement Consultant en stratégie internationale.



Honoré Bidiase est Professeur Titulaire, agrégé en sciences économiques à la Faculté des Sciences Économiques et de Gestion Appliquée [FSEGA] de l'Université de Douala-Cameroun. Il est le Directeur du Groupe de Recherche en Économie et Gestion [GREG] et le Chef de Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche. Il est un expert en économie bancaire et de la régulation des secteurs de réseaux, notamment le secteur de la télécommunication dans les pays en développement. En effet, il a grandement

participé aux investigations qui ont servi à la modernisation et l'usage de la monnaie mobile au Cameroun. Il a à son actif une multitude de travaux dans les revues scientifiques qui ont une relation directe avec l'économie publique et du développement. La régulation des services accessibles pour les plus pauvres et des utilités publiques [eau, électricité, télécommunication et transport] fait l'objet de son programme de recherche depuis sa thèse de doctorat.



Marius Bendoma Docteur en économie mathématique et économétrie, son parchemin est le fruit d'un parcours entre les Universités camerounaises de Yaoundé II, Yaoundé I, et au Centre d'Études et de Recherches sur le Développement International [CERDI] de l'Université d'Auvergne [Clermont-Ferrand 1, France]. Il est enseignant-chercheur au Département de Gestion des Systèmes d'Informations et d'Aide à la Décision [SIAD] à l'École Supérieure des Sciences Économiques et Commerciales [ESSEC] de l'Université de Douala,

Conseiller Technique du Laboratoire d'Analyses et de Recherches en Économie Mathématique [LAREM] et Consultant dans d'illustres Institutions, notamment le Consortium pour la Recherche Économique en Afrique [CREA] et la Banque des États de l'Afrique Centrale [BEAC]. L'économie institutionnelle, les questions des économies africaines liées à l'investissement et la fuite des capitaux sont ses domaines d'expertise.



Franky Brice Kogueda Afia est Doctorant en économie industrielle à l'université de Douala à la Faculté des Sciences Économiques et de Gestion Appliquée [FSEGA] dans le Laboratoire d'Économie et Théorie Appliquée [LETA]. Il est membre du Groupe de Recherche en Économie et Gestion [GREG]. Il a réalisé un mémoire de DEA sur l'effet de la régulation asymétrique sur le secteur de l'électricité pour lequel, il a obtenu les félicitations du jury.

Ses travaux de thèse portent sur les défauts de la régulation du secteur de l'électricité en Afrique Subsaharienne. Il a participé à la première conférence nationale sur la promotion des petites et moyennes entreprises organisée par l'association des entrepreneurs du Cameroun en 2023. L'économie publique, notamment l'économie de régulation des secteurs de réseaux, l'économie fiscale et l'économie institutionnelle sont ses domaines privilégiés de recherches.



Liam Carnes-Douglas obtained his Masters Degree from Pennsylvania State University in Homeland Security with a specialization in counterterrorism in 2020, where he wrote his thesis on comparative terrorism conflict resolution. He is currently a research associate at the Terrorism Research and Analysis Consortium (TRAC) where he specializes in West and Central African militant groups. In his role, Liam conducts comprehensive analyses of the operational dynamics, ideologies, and networks of militant organizations in the region.



Brian Kithinji is the Executive Director of Policy Action Initiative, with extensive experience in policy development, community engagement, and advocacy communications. He currently leads the organization's research projects in food security, renewable energy, climate mobility, and climate resilience, geared at spearheading evidence-based decision-making in Kenya.

Brian has authored policy briefs published by the Kenya Institute for Public Policy Research and Analysis (KIPPRA), AfriCatalyst, and various international scientific journals. Prior to joining Policy Action Initiative, he worked for CNBC Africa, reporting on Africa's economic growth story and innovations.

Brian is currently part of the beVisioneers: The Mercedes-Benz Fellowship. He is also an alumnus of the Nairobi Summer School on Climate Justice (NSSCJ) Cohort III. In 2019, he completed the Poynter-Koch Media and Journalism Fellowship in the United States of America and the APLP-course at the Egypt National Training Academy in Cairo. He has also been invited as a speaker at prestigious events such as the Global Landscapes Forum 2023 and the 10th African Regional Forum on Sustainable Development in Addis Ababa.



Elijah Bakari is the Head of Research at Policy Action Initiative, with a keen focus on automation and renewable energy. He holds a BSc in Electronics and Computer Engineering and is passionate about having science and technology build resilient and sustainable socio-economic growth. His interest in science has led him to integrate social science into bringing positive impact and personal growth, serving as a trainer and capacity builder

consultant on emotional intelligence, leadership, academic approaches, management, and personal relationships.

Elijah has also worked in the human rights sector, advocating for policies that support innovation and equitable allocation of resources. He currently mentors STEM students from across universities in Kenya to develop their technical and soft skills. Across his professional career, Elijah has authored policy papers on upscaling technology in agrifood systems and robotics. He is a multi-award-winning

communications professional who adjudicates and trains disciplinary debates across East Africa.



Loraine Kabaka is the Head of Partnerships at Policy Action Initiative, where she works to bridge scientific knowledge with policy-making. She is also a Graduate Research Fellow at the International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE) in Nairobi, Kenya, under the Insect for Food and Feed (INSEFF) program. Her research focuses on applied environmental microbiology, soil health, and sustainable agriculture.

Loraine is also a renowned writer with articles published on global platforms such as the Wikifarmer and Chloride Free Foundation. She is also part of the organizing committee of the MAI Foundation. Previously, she headed a United Nations Volunteers sub-team working on urban gardens in Bamenda, Cameroon, during emergencies.



Sylvia Wachira is a dedicated professional with a diverse academic background, holding a MSc in Regional Development Planning and Management from Germany and Chile, a MA in Environmental Planning and Management from Kenya, and a pending Master of Arts in Peace Studies and International Relations from Kenya. Additionally, she earned a BSc in Wood Science and Technology in Kenya.

As a Regional and Rural Development Planner, Natural Resource Management specialist, Spatial and Conflict Analyst, Sylvia has over 8 years of experience, acquired through roles such as Project Coordinator, Project Officer, Lead Consultant, and Researcher with international and local organizations, including the United Nations, NGOs, and research organizations. Her expertise extends to Emergency Situation Response Programming, with firsthand experience in the 2011 drought in the

Horn of Africa, and working in fragile and conflicted areas.

In her previous role with the Food and Agriculture Organization of the United Nations in Somalia, Sylvia served as the Natural Resource and Environmental Officer, overseeing and coordinating NRM-related programs. Currently, she is the Coordinator of the Nairobi Summer School on Climate Justice, collaborating with climate experts, practitioners, and researchers to address climate justice issues.

While working as a Bioenergy Research Consultant with the Africa Centre for Technological Studies, Sylvia conducted research on the impacts of COVID-19 on energy in Makueni and Kisumu counties. Additionally, she has served as the Convener for the Research and Development Working Group for the Sustainable Energy Access Forum Kenya (SEAF-K), leading feasibility studies and assessments for sustainable and inclusive clean energy practices.

À propos d’Africa 21

Qui nous sommes

Africa 21 est un think tank (<http://www/africa21.org>) créé en 2011 à Genève œuvrant pour une meilleure compréhension du développement durable en Afrique, en particulier sous l’angle de la mise en œuvre de l’Agenda 2030 de développement durable de l’ONU et de ses 17 Objectifs de développement durable.

Notre structure vise tous les acteurs africains ou ayant une action ou un intérêt pour l’Afrique.

Nous nous positionnons comme une plateforme d’échange entre praticiens et chercheurs du Sud et du Nord et un réseau d’expertises africaines.

Notre mission est d’informer, d’analyser et de développer les connaissances et les savoirs en matière de développement durable appliqués à l’Afrique, de susciter de l’innovation en matière de solutions, de faire connaître les problématiques de mise en œuvre sur le terrain et de diffuser les solutions trouvées en Afrique.

Produire des idées utiles et applicables sur le terrain est notre vocation, c’est pourquoi nous mettons en œuvre également des projets contribuant à la réalisation de l’Agenda 2030 comme le Réseau des journalistes africains spécialisés sur le développement durable et le changement climatique ou encore le Programme de promotion de l’entrepreneuriat vert en Afrique. Enfin, nous accompagnons toute structure faisant appel à nos services et qui travaille dans cette direction.

Africa 21 est également un réseau, avec son siège à Genève et des antennes et représentations au Sénégal, au Cameroun et en France.

Nos activités

Réflexion et organisation du débat (think tank):

- Conférences sur la mise en œuvre de l'Agenda 2030 en Afrique ;
- Forum Afrique 2050, un événement de prospective sur les scénarios de développement de l'Afrique sur le long terme ;
- Revue en peer review Afrique durable 2030.

Mise en œuvre sur le terrain (do tank):

- Réseau des journalistes africains spécialisés sur le développement durable et le changement climatique (Plus de 1000 journalistes dans 44 pays différents dont 40% de femmes) ;
- Programme de promotion de l'entrepreneuriat vert en Afrique.

Notre équipe : <https://www.africa21.org/a-propos/lequipe/>

Sur Facebook : <https://www.facebook.com/Africa21.org>

Sur LinkedIn : <https://www.linkedin.com/company/association-africa-21>

Pour toute question : info@africa21.org

