

GSMA™

Le défi de l'énergie pour les réseaux mobiles d'Afrique subsaharienne

La nécessité d'accès à une énergie propre et fiable pour la connectivité universelle et la transformation numérique

Octobre 2023



La GSMA est une organisation mondiale unifiant l'écosystème du mobile pour découvrir, développer et proposer des innovations fondamentales pour des environnements commerciaux positifs et un changement sociétal. Notre vision est de libérer toute la puissance de la connectivité afin que les personnes, l'industrie et la société prospèrent. Représentant les opérateurs de téléphonie mobile et les organisations de l'écosystème du mobile et des industries adjacentes, la GSMA offre à ses membres trois grands piliers: la Connectivité pour le bien, des Services et Solutions pour l'Industrie, et la Sensibilisation. Cette activité consiste notamment à faire progresser les politiques publiques, à relever les plus grands défis sociétaux d'aujourd'hui, à étayer la technologie et l'interopérabilité qui font fonctionner la technologie mobile, et à fournir la plus grande plateforme au monde pour réunir l'écosystème du mobile lors des séries d'événements MWC et M360.

Nous vous invitons à en savoir plus sur [gsma.com](https://www.gsma.com)

Remerciements

Cette étude a été préparée par George Kamiya, Senior Manager, Climate Action, sous la direction stratégique de Steven Moore, Head of Climate Action.

L'auteur souhaite remercier les opérateurs de réseaux mobiles et les gouvernements qui ont répondu à l'enquête et fourni des informations précieuses sur les défis liés à l'énergie et les solutions potentielles. Ce document a également bénéficié des discussions avec les spécialistes de l'énergie et des infrastructures d'Airtel Africa, de MTN, d'Orange et de Vodacom.

Ce document n'aurait pas été possible sans le soutien de l'équipe GSMA Sub-Saharan Africa, en particulier Caroline Mbugua, Alain Betu, Kamal Tamawa et Seyni Fati.

L'auteur souhaite également remercier les évaluateurs suivants pour leurs commentaires et leurs suggestions utiles sur les versions préliminaires de ce rapport :

Alfred Osiko (GSMA); Alix Jagueneau (GSMA); Bekalu Anagaw Mekonnen (ethio telecom); Brian Dean (Sustainable Energy for All); Daniel Wetzel (International Energy Agency); Darlain Edeme (International Energy Agency); Duan Du Toit (Vodacom); Emi Mizuno (Sustainable Energy for All); Florent Bourgeois (Orange); George Kibala Bauer (GSMA); Michael Koech (Airtel Africa); Mumba Ngulube (World Bank); Nola Richards (Vodacom); Zniko Nhlapho (Vodacom).

Sommaire

Résumé	4
<hr/>	
1. Introduction	6
La connectivité mobile en Afrique subsaharienne	6
La fiabilité des services numériques et énergétiques est importante	7
Objectifs et démarche de l'étude	8
<hr/>	
2. Le contexte énergétique et climatique de l'Afrique subsaharienne	9
Les défis et les opportunités liés à l'énergie et au climat	11
La production d'électricité	11
Les obstacles à l'investissement dans les énergies propres	14
Les groupes diesel comme source d'appoint	14
La transition vers des énergies propres en Afrique subsaharienne	15
<hr/>	
3. Défis et impacts liés à l'énergie pour les réseaux mobiles	18
Les enjeux énergétiques des opérateurs mobiles	18
Impact des coupures de courant	19
Les délestages en Afrique du Sud	21
La réponse des opérateurs de téléphonie mobile	23
Les répercussions de l'augmentation des coûts	25
L'engagement avec les principales parties prenantes sur les questions énergétiques	26
<hr/>	
4. Solutions potentielles	28
Efficacité énergétique, énergies renouvelables et batteries sur site	28
Mini-réseaux	30
Énergies renouvelables et réseaux électriques à l'échelon national	32
<hr/>	
5. Résumé et recommandations	36
Récapitulatif des défis et de leurs implications	36
Actions recommandées	38
<hr/>	
Annexe	41
Méthodologie de l'enquête	41
<hr/>	
Références bibliographiques	43
<hr/>	

Résumé

Les réseaux mobiles ont besoin d'une énergie fiable et abordable pour connecter les personnes et les entreprises à travers l'Afrique subsaharienne. La connectivité mobile est aujourd'hui indispensable à de nombreux services et secteurs d'activité, dont notamment les infrastructures et services essentiels. Elle est d'autant plus importante que les taux de pénétration du haut débit fixe en Afrique sont très faibles (moins de 1 % en moyenne). Les perturbations liées à l'énergie et à la connectivité ont des répercussions considérables sur les populations et l'économie.

La région est confrontée à des défis majeurs - ainsi qu'à des opportunités - dans sa transition vers une énergie propre. Près de la moitié de la population reste privée d'accès à l'électricité. Les combustibles fossiles produisent deux tiers de l'électricité des réseaux électriques de la région, avec une dépendance supplémentaire aux générateurs diesel en raison de la portée limitée des réseaux existants et de leur manque de fiabilité. Par ailleurs, la région est exposée à de graves conséquences du réchauffement climatique alors qu'elle est à l'origine de moins de 2 % des émissions carbonees passées. Les investissements dans les énergies propres ont besoin de quadrupler d'ici à 2030 pour atteindre les objectifs de développement du continent, mais ils sont entravés par un manque de fonds publics, des obstacles politiques et réglementaires et le coût élevé du capital.

Les problèmes énergétiques ont un impact négatif sur les opérateurs de réseaux mobiles. Selon une enquête de la GSMA auprès des opérateurs et des gouvernements, les opérateurs d'Afrique subsaharienne sont confrontés à des coupures de courant fréquentes, un manque d'accès aux réseaux électriques, des coûts énergétiques élevés et à des difficultés d'accès aux énergies renouvelables. Les coupures de courant fréquentes et prolongées impactent les opérateurs de téléphonie mobile et leurs clients. Ils sont une grande majorité à déclarer avoir au moins quelques coupures par semaines qui durent généralement plusieurs heures, voire davantage.

Les opérateurs prennent des mesures pour maintenir la connectivité pour leurs clients, mais cela a un coût important. La plupart des opérateurs répondent aux coupures de courant en ayant davantage recours à des générateurs diesel, en installant des batteries et des panneaux solaires sur site et en appliquant des mesures d'économie d'énergie. Cependant, le vol et le vandalisme sur les batteries et les générateurs sont également en augmentation, ce qui impacte la disponibilité des services et les coûts. Le coût, le manque d'espace (notamment en milieu urbain) et le risque de vol sont autant de facteurs qui limitent ainsi la portée de ces solutions.

En l'absence d'amélioration, ces difficultés liées à l'énergie risquent de compromettre la réalisation d'objectifs de développement essentiels pour la région. Les coûts élevés de l'énergie et les coûts d'investissement imprévus entraînent des retards dans les investissements des opérateurs, ce qui compromet la réalisation des objectifs de développement numérique et de développement durable dans la région. Le manque d'options abordables pour l'achat et l'utilisation d'énergies renouvelables empêche les opérateurs de réseaux mobiles de réduire leurs émissions et d'atteindre leurs objectifs climatiques. La grande majorité des gouvernements qui ont répondu à l'enquête s'attendent à ce que les difficultés liées à l'accès à l'énergie entravent la transformation numérique de la région et la réalisation de l'accès universel à l'internet.

Pour relever ces défis, une action concertée entre les différentes parties prenantes est nécessaire. Les opérateurs de réseaux mobiles, par exemple, peuvent mettre en œuvre des solutions à court terme en installant des panneaux solaires et des batteries sur site, tandis que les fournisseurs d'équipements peuvent s'efforcer de concevoir des solutions plus efficaces sur le plan énergétique et plus résistantes pour l'avenir. Les opérateurs peuvent également devenir des partenaires dans les nouveaux projets de mini-réseaux et de grandes centrales électriques, en jouant le rôle par exemple de charges « d'ancrage » fiables qui fournissent une demande stable sur le long terme en vue d'accroître la bancabilité des nouveaux projets.

Les ministères de l'énergie et les entreprises de services publics devraient mettre en œuvre des politiques et déployer des investissements pour développer les énergies renouvelables et étendre les réseaux de distribution à l'échelon national. Les banques de développement, les investissements directs étrangers et les investisseurs privés peuvent jouer un rôle important dans le financement. Les régulateurs du marché de l'énergie peuvent aider en adaptant le cadre du marché de l'électricité pour faciliter les investissements du secteur privé dans les projets d'énergie renouvelable.

Un engagement public-privé plus poussé peut accélérer l'accès à l'énergie propre dans l'ensemble de l'Afrique subsaharienne. Les opérateurs de réseaux mobiles sont prêts à collaborer avec les pouvoirs publics, les municipalités et les entreprises publiques du secteur de l'énergie pour se procurer de l'énergie propre. Les solutions doivent être adaptées au contexte de chaque pays, compte tenu de la diversité sociale, économique, énergétique et politique de la région.

1. Introduction

La connectivité mobile est essentielle pour l'Afrique subsaharienne

La connectivité mobile est vitale pour les habitants et les entreprises de l'Afrique subsaharienne, car elle leur permet d'accéder à des informations et à des services essentiels, ainsi qu'à des opportunités génératrices de revenus. La région a fait de grands progrès ces dernières années pour connecter sa population grâce à des investissements majeurs dans les réseaux mobiles, qui ont permis de multiplier par deux la population couverte par le haut débit mobile, de 510 millions en 2015 à 970 millions en 2022, et de réduire le « déficit de couverture » de 31 points de pourcentage sur la période (GSMA, 2023b, 2023d ; GSMA Intelligence, 2023a). Au cours de la même période, le nombre d'abonnés à l'internet mobile a plus que doublé dans la région, passant de 120 millions à 290 millions.

Malgré ces progrès, l'Afrique subsaharienne reste la région la moins connectée au monde : 24 % seulement de ses habitants avaient un abonnement à l'internet mobile à la fin de 2022, contre 62 % dans le reste du monde. Le niveau d'accès est variable au sein de la région, allant de moins de 10 % dans certains pays à près de 60 % en Afrique du Sud. Le « déficit d'utilisation » de la téléphonie mobile, qui fait référence aux populations qui vivent dans des zones couvertes par les réseaux mobiles à haut débit mais qui n'utilisent pas l'internet mobile, s'élève à 680 millions de personnes (59 %). Des progrès supplémentaires sont nécessaires pour combler ce déficit dans l'ensemble de la région, car il entrave la réalisation des objectifs de développement de la région, y compris les objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies (GSMA, 2023a).

Les technologies et les services mobiles sont un facteur clé du développement économique et social en Afrique subsaharienne. En 2022, ils ont généré une valeur économique de 170 milliards USD, ce qui représente 8 % du PIB de la région (GSMA, 2023b). L'écosystème mobile fournit également plus de 3,5 millions d'emplois (directs et indirects). D'ici 2030, la contribution de la téléphonie mobile devrait atteindre 210 milliards d'USD, à mesure que les pays de la région bénéficient plus largement des gains de productivité et d'efficacité permis par l'adoption des services mobiles.

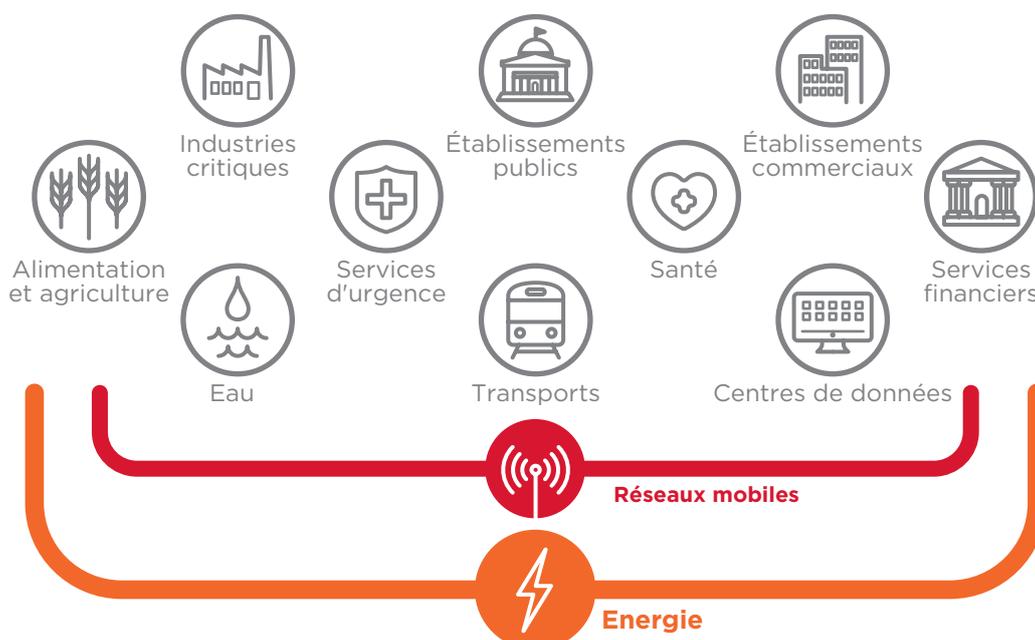
Tous les secteurs d'activités ont besoin de services numériques et énergétiques fiables

La fiabilité des réseaux et des services de données est de plus en plus indispensable au bon fonctionnement de nombreux secteurs et services, y compris des infrastructures et services essentiels comme l'énergie, les transports, les services bancaires, les soins médicaux et les services d'urgence (figure 1).

Les problèmes de connectivité ont des répercussions considérables sur la population et l'économie. La fiabilité de la connectivité mobile est d'autant plus importante que les taux de pénétration du haut débit fixe sont très faibles en Afrique, avec 0,7 abonnement pour 100 habitants, contre une moyenne mondiale de 17,6 (UIT, 2023). Les technologies mobiles sont également un catalyseur important de l'amélioration de l'accès à l'énergie et d'une transition efficace et équitable vers les énergies propres (AIE, 2017).

Les réseaux mobiles ont besoin d'une énergie fiable et abordable pour fournir des services de connectivité fiables et de haute qualité aux habitants de la région et aux entreprises de tous les secteurs. Les réseaux de téléphonie mobile sont un utilisateur commercial unique de l'énergie : ils sont extrêmement dispersés, avec des milliers de stations de base par pays, et sont des consommateurs importants d'énergie. En raison de l'absence de réseaux électriques fiables et étendus et d'alternatives propres, abordables et évolutives dans la région, les opérateurs de réseaux mobiles et les exploitants de tours cellulaires consomment collectivement des centaines de millions de litres de diesel par an pour alimenter les stations de base pour les communications mobiles.

Figure 1 | Le rôle central de l'énergie et de la connectivité mobile en Afrique subsaharienne



Objectifs et démarche de l'étude

Les ménages et les entreprises d'Afrique subsaharienne, y compris les opérateurs de réseaux mobiles, sont confrontés à plusieurs défis majeurs liés à l'énergie. Ce document présente les défis et les impacts liés à l'énergie auxquels sont confrontés les opérateurs de réseaux mobiles et explore les solutions techniques et politiques potentielles qui pourraient améliorer la fiabilité et la durabilité de l'énergie dans la région.

Ce document aborde les questions suivantes:

- › Quels sont les principaux défis et les principaux impacts relevant de la sécurité énergétique, de l'accessibilité financière et de la durabilité pour les réseaux mobiles en Afrique subsaharienne?
- › Quel est l'impact des enjeux énergétiques sur les consommateurs et les entreprises qui dépendent de la connectivité mobile ? Quelles sont les mesures prises par les opérateurs pour en atténuer les répercussions?
- › Quelles sont les actions à court terme qui peuvent contribuer à atténuer ces difficultés liées à l'énergie?
- › Comment les responsables politiques et les autres parties prenantes peuvent-ils favoriser des solutions structurelles à plus long terme?

Il s'appuie sur les réponses à une enquête réalisée auprès des opérateurs de réseaux mobiles et des ministères et régulateurs des télécommunications de la région (voir l'annexe pour plus de détails).

Vingt-deux opérateurs ont répondu à l'enquête, couvrant dix-huit pays et plus de 60 % des abonnements mobiles d'Afrique subsaharienne. Douze régulateurs et responsables politiques ont répondu, représentant le Burkina Faso, le Cameroun, la République démocratique du Congo (RDC), l'Éthiopie, le Ghana, le Kenya, le Niger, le Nigeria, le Sénégal et l'Afrique du Sud, soit près de 60 % de la population de la région.

2. Le contexte énergétique et climatique de l'Afrique subsaharienne

L'Afrique subsaharienne est confrontée à des difficultés et des opportunités majeures dans sa transition vers une énergie propre

L'Afrique subsaharienne est confrontée à des défis majeurs - ainsi qu'à des opportunités - dans sa transition vers une énergie propre. Malgré les progrès réalisés au cours de la dernière décennie, le manque d'accès à l'électricité et à la cuisson propre reste le plus grand défi lié à l'énergie dans la région.

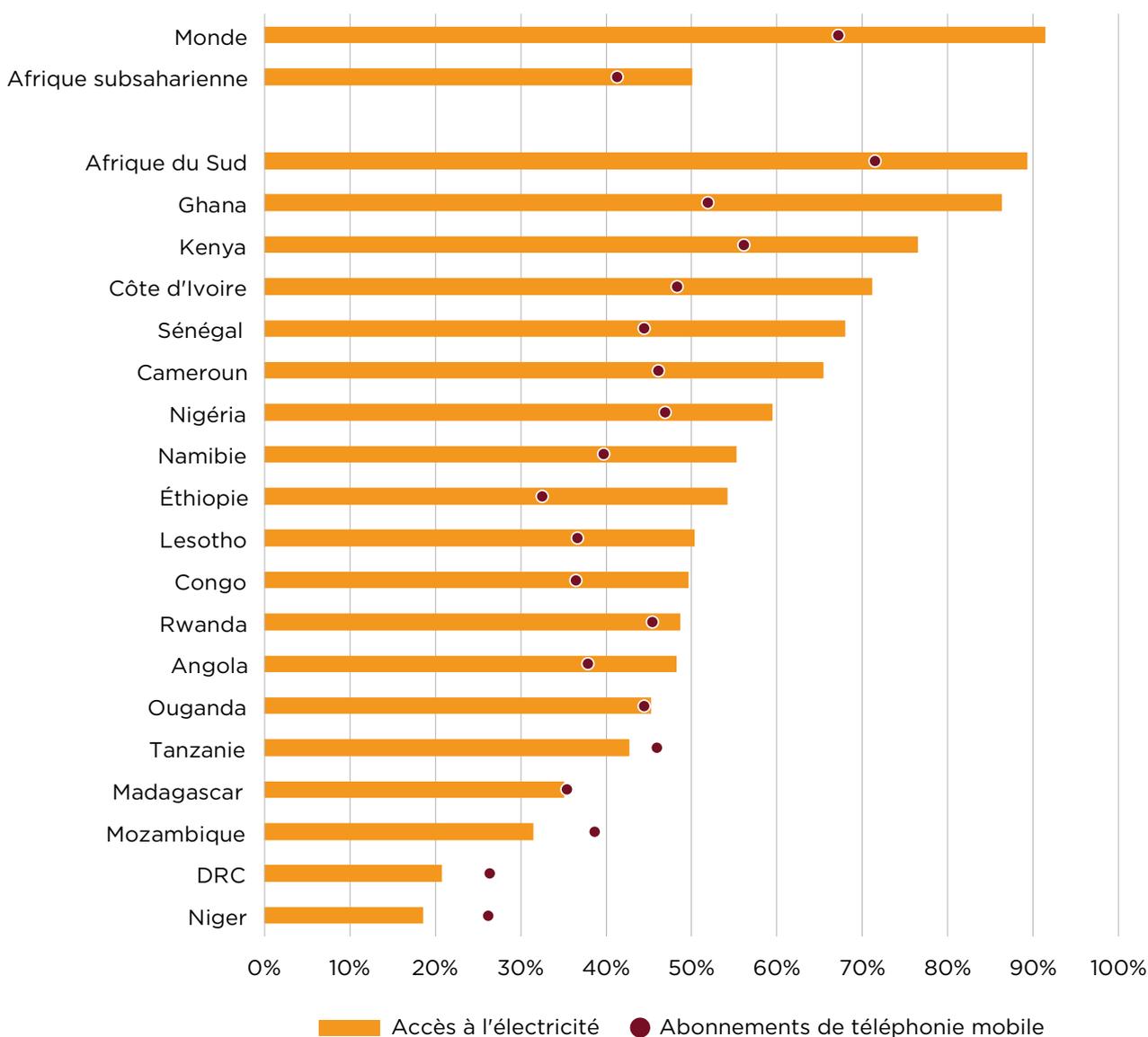
En 2021, près de 590 millions de personnes - soit près de la moitié de la population de la région - n'avaient pas accès à l'électricité (AIE, 2022a). Ces chiffres signifient que 85 % des personnes privées d'accès à l'électricité dans le monde vivent en Afrique subsaharienne, alors que cette région ne représente que 15 % de la population mondiale.

Les taux d'accès à l'électricité varient considérablement d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays (figure 2). Ils sont supérieurs à 85 % dans plusieurs pays, dont l'Afrique du Sud et le Ghana, mais restent inférieurs à 25 % dans huit pays, qui ont une population totale de plus de 200 millions. Il existe de multiples facteurs expliquant la faiblesse des taux d'accès et la lenteur des progrès. Plus de la moitié de la population vit dans des zones rurales et isolées, ce qui rend l'extension des réseaux coûteuse, tandis que la croissance démographique est plus rapide que les progrès réalisés en matière d'électrification. La faiblesse des cadres réglementaires et les difficultés financières des entreprises de service public freinent les investissements dans le secteur. Les tarifs peu élevés résultant des niveaux de pauvreté et de la faiblesse de la demande d'électricité font que la plupart des services publics de la région ne recouvrent pas leurs coûts (programme ESMAP de la Banque Mondiale, 2023). En l'absence d'efforts et de mesures supplémentaires, près de 560 millions d'habitants de la région seront toujours privés d'électricité en 2030 (AIE et al., 2023b).

¹ Sud-Soudan (8 %), Burundi (10 %), Tchad (11 %), Malawi (14 %), République centrafricaine (16 %), Niger (19 %), Burkina Faso (19 %) et République démocratique du Congo (21 %). Pour des données de chaque pays, voir : <https://trackingsdg7.esmap.org/results>.

Les progrès en matière d'accès à l'électricité se sont considérablement détériorés à la suite de la pandémie de Covid 19, en raison des retards enregistrés dans les projets et des difficultés financières des ménages et des entreprises de service public. Le nombre de personnes privées d'accès à l'électricité a augmenté de 4 % entre 2019 et 2021, annulant de fait les progrès réalisés au cours des cinq années précédentes (AIE et al., 2023b). En revanche, les progrès en matière de connectivité mobile se sont poursuivis, avec plus de 45 millions d'abonnements mobiles uniques supplémentaires (+10 %) sur la même période (GSMA Intelligence, 2023a).

Figure 2 | Accès à l'électricité et taux d'abonnements uniques à la téléphonie mobile dans un échantillon de régions et pays (2021)



Remarques : Les pays sélectionnés couvrent chacune des quatre sous-régions et 80 % de la population de l'Afrique subsaharienne. Les taux d'abonnement à la téléphonie mobile sont basés sur la pénétration du marché des abonnés uniques à la téléphonie mobile. RDC = République démocratique du Congo

Sources : GSMA Intelligence (2023a) et IEA et al.

La crise énergétique mondiale, provoquée par la pandémie de Covid-19 et aggravée par l'invasion de l'Ukraine par la Russie, a fait flamber les prix de l'énergie et des produits de base. Les répercussions sur l'accessibilité de l'énergie en Afrique subsaharienne ont été parmi les plus importantes au monde, car l'énergie y représente une part relativement plus élevée des dépenses des ménages (Guan et al., 2023).

Beaucoup de gouvernements de la région ont annulé ou reporté le paiement des factures d'électricité, ce qui a aggravé la situation financière déjà difficile des compagnies d'électricité et augmenté les risques de pannes et de rationnement (AIE, 2022a). Même avec des subventions, beaucoup de ménages d'Afrique subsaharienne paient l'électricité à des tarifs plus élevés (sur la base de la parité du pouvoir d'achat) que les ménages de nombreux pays de l'OCDE (AIE, 2022a).

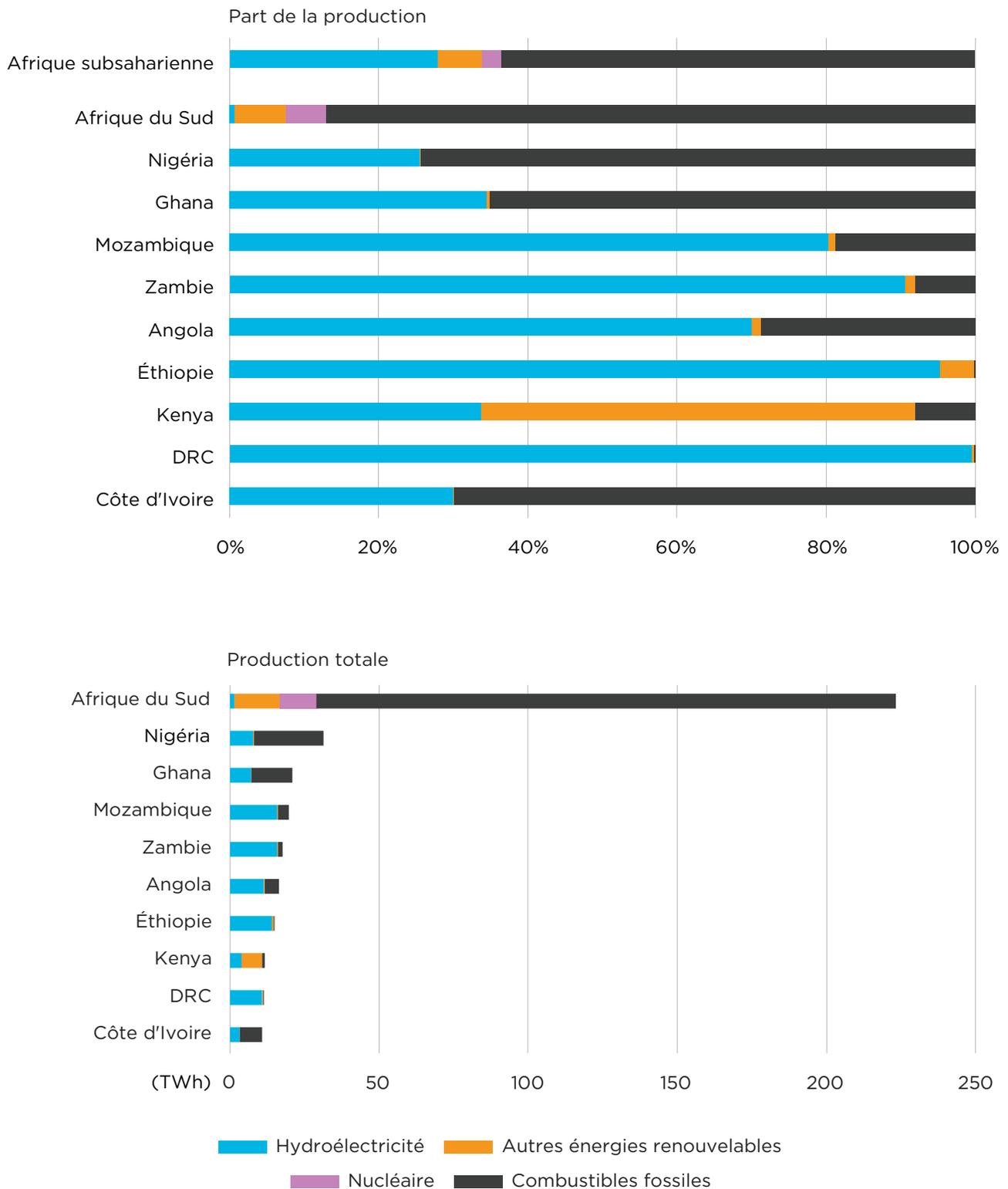
Deux tiers de l'électricité produite provient de combustibles fossiles, avec une grande diversité dans le mix de production selon les pays

Deux tiers environ de l'électricité produite en Afrique subsaharienne est issue de combustibles fossiles. En 2020, le charbon représentait près de la moitié du mix électrique (provenant principalement d'Afrique du Sud), tandis que le gaz naturel représentait un peu plus de 10 % (AIE, 2022a).

L'Afrique du Sud représente près de la moitié de la production et de la consommation d'électricité de la région, où plus de 85 % de l'électricité est produite à partir du charbon. Si de nombreux pays d'Afrique subsaharienne, comme l'Afrique du Sud ou le Nigeria, dépendent des combustibles fossiles nationaux pour leur production d'électricité, d'autres pays dépendent de combustibles importés, ce qui les expose aux fluctuations des cours mondiaux. Dans l'ensemble, il existe une grande diversité de sources d'énergie dans la région (figure 3).



Figure 3 | Mix du réseau électrique en Afrique subsaharienne et dans les dix premiers pays producteurs d'électricité, 2021



Notes : les autres énergies renouvelables comprennent le solaire, l'éolien, la géothermie et la biomasse. La production totale en Afrique subsaharienne était d'environ 460 TWh.

Source : US EIA (2023)

Les sources renouvelables sont à l'origine d'environ un tiers de l'électricité de la région en 2020, principalement grâce à l'hydroélectricité (AIE, 2022a). Celle-ci représente plus de 80 % de la production totale dans plusieurs pays, dont la Zambie, le Mozambique, l'Éthiopie, la RDC et l'Ouganda (US EIA, 2023). Ces cinq pays représentent collectivement près de la moitié de la production hydroélectrique de la région.

La production éolienne et solaire a plus que triplé depuis 2015, mais ne représente encore que moins de 5 % de la production totale (US EIA, 2023). Bien qu'elle abrite 60 % des meilleures ressources solaires mondiales, l'Afrique ne possède que 1 % de la capacité photovoltaïque solaire installée dans le monde (AIE, 2022a).

« La Namibie s'est imposée comme un leader dans le domaine de l'énergie solaire, la part du solaire y étant passée de moins de 3 % en 2015 à 24 % de la production en 2021 »

Il existe toutefois quelques points positifs. La Namibie s'est imposée comme un leader dans le domaine de l'énergie solaire, la part du solaire y étant passée de moins de 3 % en 2015 à 24 % de la production en 2021 (Jaeger, 2023). Au Kenya, la part des énergies renouvelables est passée d'environ 60 % en 2010 à plus de 90 % en 2020, grâce à une forte croissance de la géothermie et de l'éolien. La production géothermique a plus que quadruplé depuis 2010, tandis que la production éolienne a été multipliée par 20 depuis 2017 (AIE, 2023b). En Ouganda, la production hydroélectrique a presque triplé depuis 2010, tandis que les taux d'accès à l'électricité ont plus que triplé pour atteindre 45 % (AIE, 2023c).

Les analyses de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) montrent que des politiques climatiques et énergétiques fortes pourraient multiplier par deux la part des énergies renouvelables en Afrique subsaharienne pour la porter à 65 % à l'horizon 2030 (AIE, 2022a).



De multiples obstacles entravent les investissements de la région dans les énergies propres

Bien qu'elle dispose de ressources importantes d'énergie renouvelable et abrite près de 20 % de la population mondiale, l'Afrique attire moins de 2 % des dépenses mondiales consacrées aux énergies propres (AIE, 2023a).

La crise de la dette du continent a sévèrement limité le montant des capitaux publics disponibles, y compris pour les compagnies d'électricité publiques. La situation financière des compagnies d'électricité s'est dégradée au cours de la dernière décennie, la plupart d'entre elles n'étant pas en mesure de couvrir leurs charges d'exploitation et de service de la dette (Attia et al., 2022 ; programme ESMAP de la Banque Mondiale, 2023).

« Le coût du capital en Afrique subsaharienne est au moins deux à trois fois plus élevé que dans les économies avancées »

Compte tenu de la pénurie de fonds publics, les capitaux privés ont un rôle essentiel à jouer dans le financement des sources d'énergie propre. Beaucoup d'investisseurs hésitent toutefois à investir dans la région en raison d'un niveau de risque plus élevé. Par exemple, sur les marchés où la réglementation est sous-développée, il existe des risques d'instabilité contractuelle et de retards. Dans les États fragiles, les risques politiques et de réputation peuvent être élevés. En raison notamment de ces risques perçus et réels, les coûts de financement en Afrique subsaharienne peuvent être au moins deux à trois fois plus élevés qu'en Europe, en Amérique du Nord ou en Chine (AIE, 2022b, 2023a).

En raison de la couverture limitée des réseaux et de la fréquence des coupures de courant, les générateurs diesel sont une source importante d'électricité hors réseau.

En raison de la couverture limitée des réseaux et de la fréquence des coupures de courant, les générateurs diesel sont une source importante d'électricité hors réseau dans la région. La Banque africaine de développement estime que 80 % environ des entreprises d'Afrique subsaharienne (hors Afrique du Sud) subissent des coupures de courant, contre 66 % en Asie du Sud et 38 % en Europe (Banque africaine de développement, 2022).

Les pannes sont responsables de pertes moyennes de 30 % pour les entreprises de la région, certaines d'entre elles faisant état de pertes supérieures à 70 % (programme ESMAP de la Banque mondiale, 2022). Dans certains pays, comprenant le Burundi, le Ghana, la Guinée, le Libéria, le Nigéria et le Zimbabwe, plus de la moitié des ménages connectés au réseau déclarent avoir de l'électricité moins de la moitié du temps (Blimpo & Cosgrove-Davies, 2019).

On estime à 7 millions le nombre de générateurs diesel de secours en Afrique subsaharienne, qui consomment plus de 20 milliards de dollars par an en diesel (Fondation Shell & Fondation Rockefeller, 2021 ; Wood Mackenzie, 2022). La Société financière internationale (SFI) estime que le montant dépensé par les utilisateurs pour le carburant des générateurs équivaut à 20 % des dépenses publiques en matière d'éducation et 15 % de celles en matière de santé (SFI, 2019b). L'Afrique du Sud possède le plus grand nombre de générateurs de secours par habitant au monde (2,1 générateurs pour 100 habitants), suivie par l'Angola (deuxième, 1,9) et le Nigéria (quatrième, 1,6) (IFC, 2019a).

La capacité des générateurs diesel de secours en Afrique subsaharienne dépasse aujourd'hui probablement 100 gigawatts (GW), soit l'équivalent de 200 centrales électriques typiques fonctionnant au charbon (Wood Mackenzie, 2022 ; IFC, 2019a). C'est plus que l'ensemble de la capacité de production d'énergie fossile connectée au réseau de la région (86 GW) et plus du double de la capacité installée des énergies renouvelables (43 GW) (US EIA, 2023).

Dans près de la moitié des pays d'Afrique subsaharienne, la capacité installée des générateurs de secours est supérieure à celle des centrales électriques connectées au réseau (IFC, 2019b ; Wood Mackenzie, 2022). Le Nigeria dispose ainsi d'une capacité diesel de secours supérieure d'environ 60 % à la capacité du réseau, et dépense trois fois plus en carburants pour les générateurs de secours que pour le réseau (IFC, 2019b, 2019a ; Wood Mackenzie, 2022).

Des transitions rapides et justes vers les énergies propres sont indispensables pour limiter les impacts climatiques futurs

La région est déjà confrontée à certaines des répercussions les plus graves des changements climatiques dans le monde, bien qu'elle en soit la moins responsable. L'Afrique subsaharienne est à l'origine de moins de 2 % des émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie à ce jour (Our World in Data, 2023b) et affiche les émissions de CO₂ par habitant les plus faibles de toutes les régions (0,66), soit moins d'un dixième de la moyenne de l'OCDE (Banque mondiale, 2023b).

La région connaît une aggravation du stress hydrique, une réduction de la production alimentaire, une augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes et un ralentissement de la croissance économique, autant de facteurs qui alimentent les migrations de masse et l'instabilité régionale. Les changements climatiques sont également susceptibles de réduire la production d'hydroélectricité, ce qui augmente les risques d'approvisionnement en électricité dans les pays qui dépendent fortement de cette source d'énergie (AIE, 2020b). La région souffre en outre d'une mauvaise qualité de l'air, avec plus de 220 000 décès prématurés attribués à la pollution atmosphérique en 2019 (IHME, 2023).

Des transitions rapides et justes vers les énergies propres sont indispensables dans la région pour minimiser les impacts futurs tout en renforçant sa résilience face aux impacts climatiques. L'Afrique subsaharienne a la possibilité de devancer de nombreux pays industrialisés en suivant une voie de développement fondée sur les technologies énergétiques propres. Pour atteindre les objectifs de la région en matière d'accès à l'énergie et de climat, il faut que les investissements dans les énergies propres - dans les énergies renouvelables, les réseaux, l'accès et l'efficacité - fassent plus que quadrupler à l'horizon 2030 (AIE, 2023a).



La région abrite également une part importante des minéraux essentiels aux technologies énergétiques propres, notamment le cobalt, le manganèse, le graphite, le platine et la bauxite. Les revenus tirés de la production de ces minéraux en Afrique s'élevaient à plus de 20 milliards USD en 2020, soit environ 13 % du marché mondial (AIE, 2022a). La demande mondiale croissante liée à la transition vers des énergies propres pourrait entraîner un doublement des recettes d'ici 2050, ce qui équivaldrait aux recettes (en baisse) prévues pour les combustibles fossiles en 2050.

En août 2023, 48 pays d'Afrique subsaharienne avaient soumis une contribution déterminée au niveau national (CDN), à savoir un plan d'action climatique visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à s'adapter aux effets des changements climatiques, à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 2023). 43 soumissions sont une première ou seconde mise à jour. Le Ghana (2070), le Nigeria (2050-2070) et l'Afrique du Sud (2050) se sont engagés à atteindre des émissions nettes nulles et plus de 25 pays ont des objectifs en cours de discussion (Net Zero Tracker, 2023).

En octobre 2022, 51 des 250 premières sociétés cotées en bourse en Afrique (en termes de capitalisation boursière) s'étaient fixé des objectifs de zéro émission nette (Omukuti, 2022). Huit opérateurs de réseaux mobiles opérant dans la région participent à l'initiative Science-Based Targets, dont cinq ont validé des objectifs à court terme (Airtel Africa, MTN, Orange, Safaricom, Vodacom) et trois ont pris des engagements (Axian, Telkom SA, Zain) (Science Based Targets, 2023). MTN, Orange et Vodacom ont annoncé publiquement des objectifs de zéro émission nette pour 2040, tandis qu'Airtel Africa, Safaricom, Telkom et Zain ont annoncé des objectifs de zéro émission nette pour 2050 (GSMA, 2023c).

L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire, sont les principaux piliers de la réalisation des engagements des pays et des entreprises.

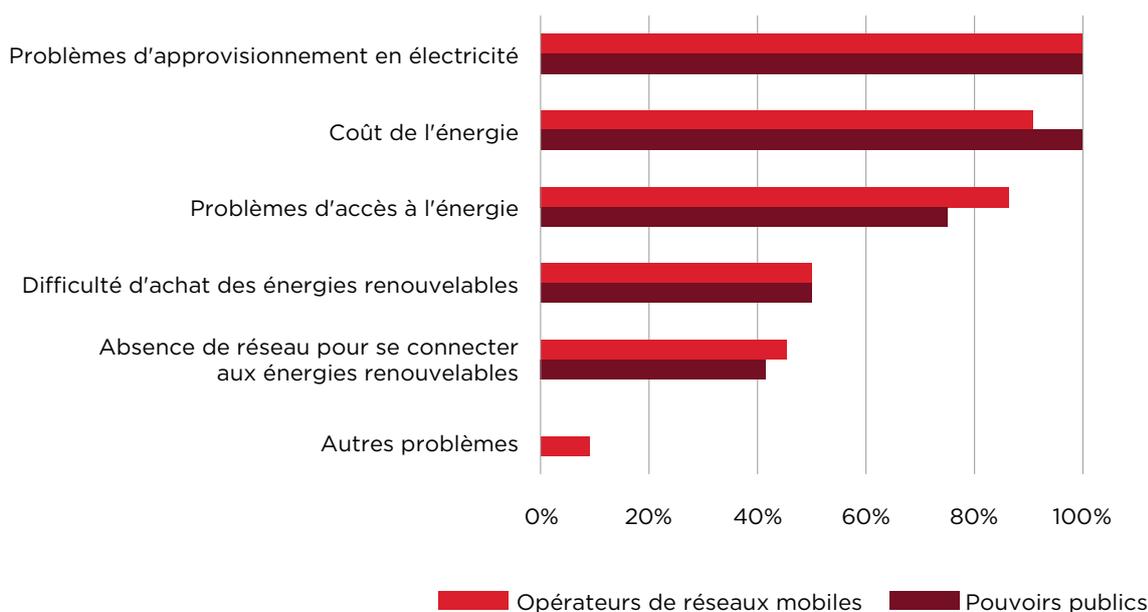
3. Défis et impacts liés à l'énergie pour les réseaux mobiles

Les opérateurs de téléphonie mobile d'Afrique subsaharienne sont confrontés à de multiples difficultés liées à l'énergie

Les opérateurs de téléphonie mobile d'Afrique subsaharienne sont confrontés à de multiples difficultés liées à l'énergie, notamment les coupures de courant, le manque d'accès au réseau, le coût élevé de l'énergie et la difficulté à accéder aux énergies renouvelables et à en acheter.

Presque tous les opérateurs ayant répondu à l'enquête déclarent que leurs principales difficultés énergétiques des 12 mois précédents ont été les pannes de courant, le coût élevé et grandissant de l'énergie et le manque d'accès au réseau (figure 4). Près de la moitié des opérateurs ayant répondu à l'enquête, notamment ceux qui exercent leur activité en Afrique du Sud et en RDC, font état de leurs difficultés à se procurer des énergies renouvelables et d'un manque d'infrastructures de transport et de distribution pour se connecter à ces énergies. Les réponses des pouvoirs publics à l'enquête indiquent globalement qu'ils sont conscients des difficultés rencontrées par les opérateurs dans le domaine de l'énergie.

Figure 4 | Pourcentage d'opérateurs de réseaux mobiles confrontés à des difficultés liées à l'énergie et taux de sensibilisation des pouvoirs publics à ces difficultés



Question pour les opérateurs de réseaux mobiles : Votre réseau en Afrique subsaharienne a-t-il été confronté à l'un des défis suivants liés à l'énergie au cours des 12 derniers mois?

Question pour les gouvernements : Savez-vous si les opérateurs de réseaux mobiles de votre pays ont été confrontés à l'un des problèmes énergétiques suivants au cours des 12 derniers mois?

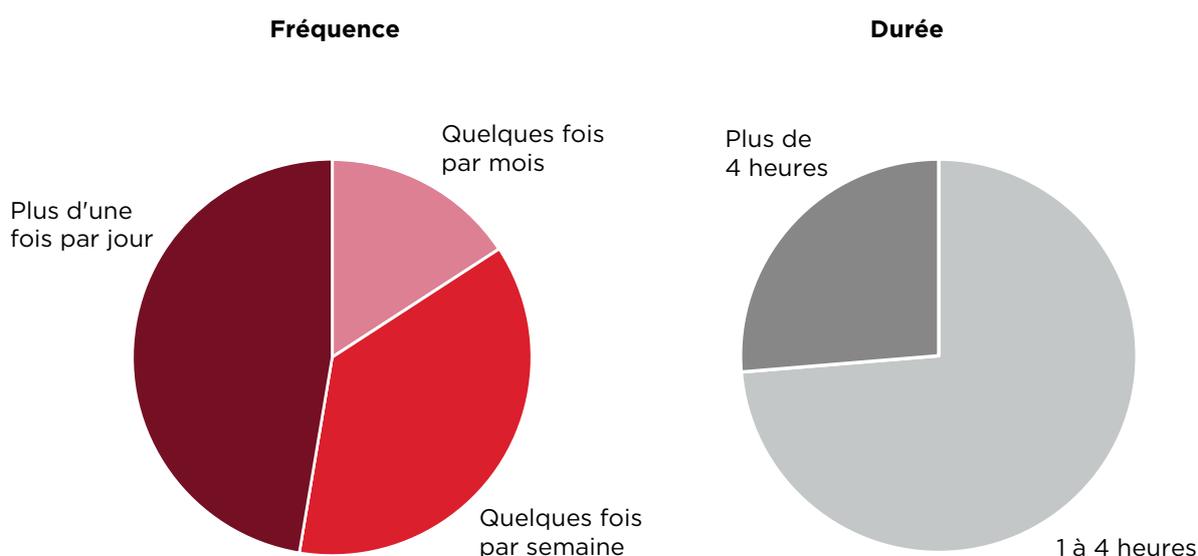
Tous les opérateurs ayant répondu à l'enquête indiquent que ces difficultés entraînent des coûts d'exploitation plus élevés, tandis que 80 % environ d'entre eux font état de difficultés à fournir un service fiable aux clients avec leur réseau existant. Plus de la moitié des opérateurs indiquent que les impacts et les coûts énergétiques ont retardé des dépenses d'investissement (64 %) et le déploiement de nouvelles technologies (55 %). Ils sont 41 % à ne pas avoir été en mesure d'étendre leur couverture en raison des difficultés et des impacts liés à l'énergie.

Pour de nombreux opérateurs, le coût de l'énergie représente une part croissante et importante des charges d'exploitation. Parmi ceux qui fournissent une estimation de leurs coûts énergétiques, 70 % indiquent que ces coûts représentent plus de 20 % des charges d'exploitation du réseau. Pour 30 % des opérateurs, l'énergie représente plus de la moitié des charges d'exploitation du réseau. Plusieurs opérateurs indiquent que les coûts de l'énergie et du carburant ont augmenté de plus de 30 % au cours de l'année précédente.

Les coupures de courant fréquentes et prolongées impactent les opérateurs de téléphonie mobile et leurs clients

Tous les opérateurs de réseaux mobiles qui ont répondu à l'enquête ont subi des coupures de courant au cours de l'année écoulée. La plupart d'entre eux (86 %) ont subi au minimum quelques pannes par semaine et près de la moitié plusieurs pannes par jour (figure 5).

Figure 5 | Frequency and duration of power outages reported by operators over the past year

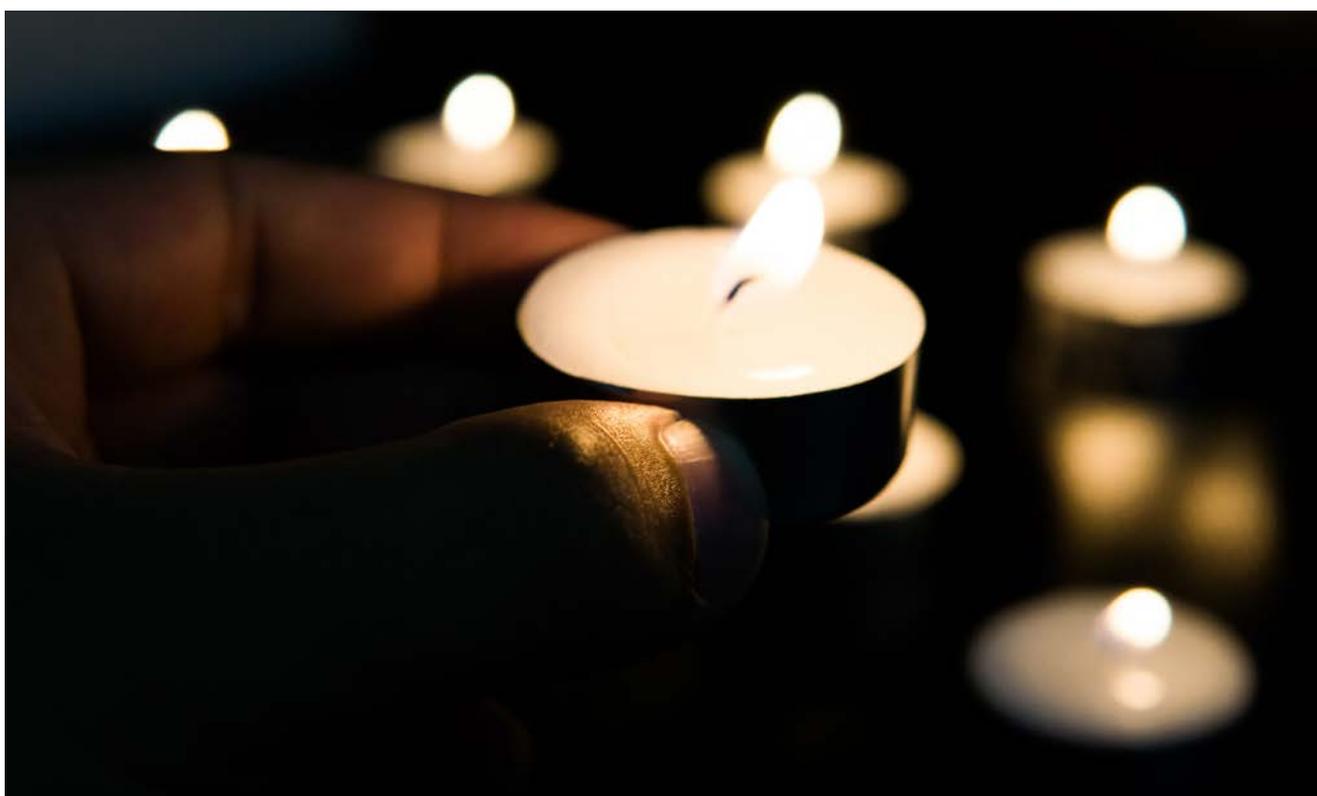


Questions : Au cours de l'année écoulée, à quelle fréquence votre réseau a-t-il connu des problèmes d'approvisionnement en électricité ? Quelle est la durée habituelle des pannes ?

Pour la large majorité des opérateurs (64 %), les pannes de courant durent généralement entre une heure et quatre heures. Cependant, plus d'un quart des opérateurs - principalement d'Afrique centrale (Cameroun et RDC) - sont régulièrement confrontés à des pannes de courant qui durent plus de quatre heures. Les opérateurs d'Afrique du Sud rencontrent également d'importantes difficultés, car le pays traverse actuellement la crise énergétique la plus grave de son histoire, avec plus de 200 jours de délestage au cours des huit premiers mois de 2023 (encadré 1).

En raison de ces pannes fréquentes et prolongées, tous les opérateurs de téléphonie mobile interrogés déclarent avoir des difficultés à fournir un service fiable à leurs clients. Ils font état de problèmes de stabilité du système et d'une baisse de qualité du service en raison des coupures de courant, ce qui se traduit par un nombre accru de réclamations clients, une augmentation des taux de désabonnement et une perte de chiffre d'affaires. Les réponses des pouvoirs publics à l'enquête montrent que les responsables politiques et les régulateurs des télécommunications semblent être conscients de l'impact de ces problèmes sur les opérateurs et leurs clients.

« Environ la moitié des opérateurs ayant répondu à une récente enquête de la GSMA ont signalé subir plusieurs interruptions par jour »



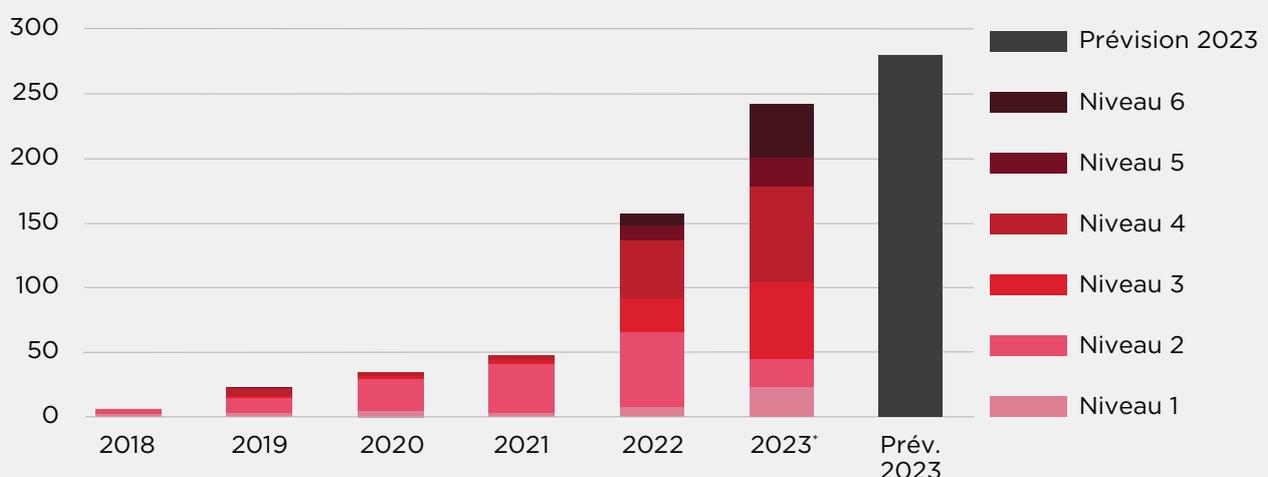
Encadré 1 - Afrique du Sud : délestages sans précédent et déploiement record de l'énergie solaire et des batteries

L'Afrique du Sud traverse actuellement la crise énergétique la plus grave de son histoire. Des années de sous-investissement et de mauvais entretien chez Eskom, l'entreprise publique de distribution d'électricité, ont abouti à un parc de centrales au charbon vieillissant et peu fiable. L'insuffisance des capacités de production a nécessité la planification de coupures d'électricité tournantes, appelées « délestages », afin d'éviter un black-out total à l'échelle du pays (Eskom, 2021). En cas de panne générale, bien que peu probable, le rétablissement complet de l'électricité pourrait prendre jusqu'à 14 jours (Fick, 2023).

En 2022, le pays a connu plus de 150 jours de délestage (The Outlier, 2023). Au cours des neuf premiers mois de 2023, il y a déjà eu 240 jours de délestage, dont 42 jours de niveau 6, contre un maximum de 8 en 2022 (figure 6). Pendant le niveau 6, le plus élevé enregistré à ce jour, jusqu'à 6 GW de charge doivent être délestés, la plupart des Sud-Africains étant privés d'électricité pendant environ six heures par jour (Reuters, 2022).

Ces coupures de courant de plus en plus fréquentes et prolongées ont affecté les réseaux mobiles ainsi que pratiquement tous les autres secteurs de l'économie, du commerce de détail et des autres services à l'industrie manufacturière et minière (Banque africaine de développement, 2023a). La Banque de réserve sud-africaine estime que les délestages ont réduit le PIB du pays de 0,7 à 3,2 points de pourcentage en 2022 (South African Reserve Bank, 2023a) et qu'ils pourraient le réduire deux points de pourcentage en 2023

Figure 6 | Nombre de jours de délestage



Notes : *au 30 septembre. Projection 2023 de la South African Reserve Bank (2023c).

Source : LoadShed et EskomSePush (The Outlier, 2023)

(South African Reserve Bank, 2023d). Elle estime également que les délestages (aux niveaux 3 à 6) coûtent au pays jusqu'à 900 millions de rands par jour (50 millions d'USD) (Naidoo, 2023 ; South African Reserve Bank, 2023c, 2023b).

La hausse des prix de l'énergie ne fait qu'aggraver ces difficultés. Les prix de l'électricité ont plus que quadruplé en termes réels depuis 2007 (Moolman, 2021) et une nouvelle hausse des prix de 19 % a été approuvée en janvier 2023 pour 2023/2024 (Acharya & Gumbi, 2023). Le prix du diesel a augmenté de plus de 50 % depuis le début de 2021 (SAPIA, 2023b, 2023a), ce qui rend la production d'électricité sur site au moyen du diesel plus de deux fois plus chère que l'électricité produite par le réseau, même avec la hausse des prix de celui-ci (IFC, 2019a ; Walwyn, 2023).

Les énergies renouvelables et les batteries peuvent contribuer à combler le déficit de production dans un laps de temps relativement court et à moindre coût par rapport à la construction coûteuse et de longue durée de centrales au charbon et de centrales nucléaires (Fortuin, 2022). Au cours des deux dernières années, les déploiements de panneaux solaires photovoltaïques ont connu une croissance exponentielle, la capacité photovoltaïque installée sur les toits ayant plus que quadruplé depuis mars 2022, pour atteindre 4,8 GW en septembre 2023, soit plus du double de la capacité photovoltaïque installée par Eskom, et environ 16 % de la production totale disponible (Eskom, 2023c, 2023b). Un montant record de 12 milliards de rands de panneaux solaires et de 20 milliards de rands de batteries a été importé par le pays au cours du seul premier semestre 2023, soit plus que pendant toute l'année 2022 (Kuhudzai, 2023b). En février 2023, le ministre des finances de l'Afrique du Sud a annoncé de nouvelles mesures d'incitation fiscale pour l'énergie solaire domestique et les investissements dans les énergies renouvelables pour les entreprises (Kuhudzai, 2023a).

La suppression du seuil d'autorisation de production en janvier 2023 (précédemment porté de 1 MW à 100 MW en 2021) pourrait encore accélérer l'entrée de producteurs indépendants d'électricité (IPP) et la production d'énergie renouvelable dans le pays (Richards & Stolp, 2023). En mai 2023, MTN a annoncé son premier contrat d'achat d'électricité (ITWeb, 2023). Vodacom dispose d'un AAE actif couvrant 36 stations de base dans la province du Cap-Oriental, en Afrique du Sud, depuis 2020 (Vodacom Group, 2023a).

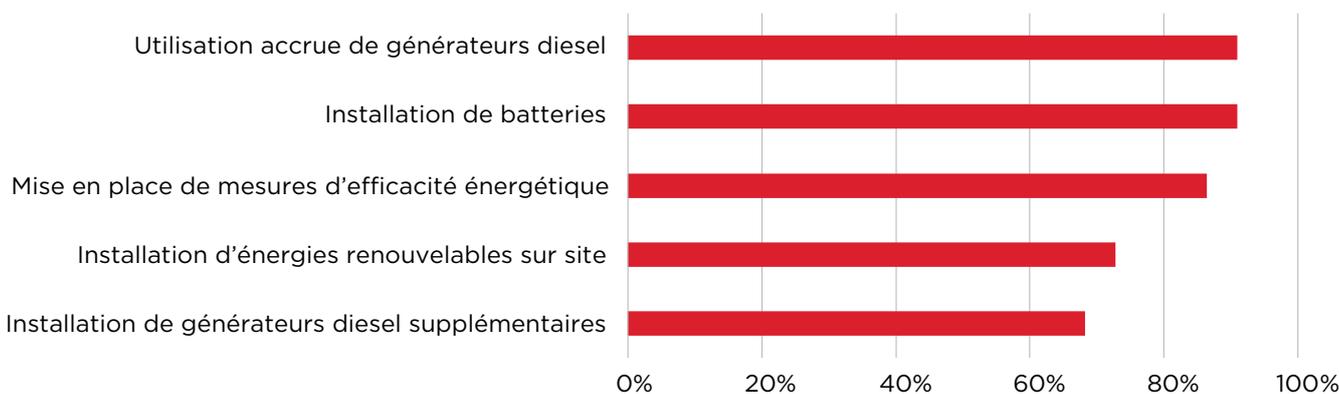
En août 2023, Vodacom a signé un accord de transport virtuel d'électricité avec Eskom. Cette solution, si elle est mise en œuvre à grande échelle, pourrait permettre de réduire considérablement, voire d'éliminer les délestages à court et à moyen terme. Grâce à cette initiative, Vodacom fournira de l'énergie renouvelable au réseau national et espère transférer environ 30 % de la demande d'électricité de Vodacom South Africa vers des sources renouvelables (Vodacom Group, 2023b).

Les opérateurs de téléphonie mobile ont pris des mesures pour maintenir la connectivité, mais à un coût élevé.

Les opérateurs ont pris des mesures pour assurer la continuité du service pour les clients. En Afrique du Sud, par exemple, des rapports publics indiquent que MTN a mis en place plus de 2 000 générateurs en 2022 (Gavaza, 2023) et installé de nouvelles batteries sur plus de 3 000 sites en 2023 (Dludla, 2023a). Vodacom a déclaré avoir dépensé plus de 4 milliards de rands (200 millions de dollars) en alimentation de secours entre le 1er avril 2019 et le 31 mars 2023, et 300 millions de rands au cours de l'exercice écoulé en frais de fonctionnement supplémentaires pour le diesel, la sécurité et l'entretien (Reuters, 2023 ; Vodacom Group, 2023a). Cet investissement représente environ 11 % des dépenses d'investissement totales de Vodacom sur la même période.

La plupart des opérateurs qui ont répondu à l'enquête ont augmenté leur utilisation de générateurs diesel (91 %), installé des batteries (91 %) ou mis en œuvre des mesures d'efficacité énergétique (86 %) (figure 7). Près de 70 % d'entre eux ont installé des énergies renouvelables sur site ou des générateurs diesel supplémentaires.

Figure 7 | Mesures prises par les opérateurs de téléphonie mobile pour assurer le bon fonctionnement des réseaux



Question : Quelles mesures avez-vous prises pour garantir le fonctionnement fiable de votre réseau?

Bien que ces mesures aient été nécessaires pour garantir le bon fonctionnement de la connectivité, la plupart d'entre elles s'accompagnent de coûts d'investissement et d'exploitation importants et, dans le cas de l'utilisation accrue de générateurs diesel, d'émissions plus élevées. La production d'électricité au moyen de générateurs diesel coûte généralement trois à quatre fois plus cher que l'électricité fournie par les réseaux de la région, avec des ratios encore plus élevés dans des pays comme la RDC, l'Éthiopie ou la Zambie (Farquharson, 2019). Les générateurs diesel contribuent à la mauvaise qualité de l'air local et génèrent en moyenne 60 % de CO₂ en plus par rapport à l'électricité provenant du réseau en Afrique (IFC, 2019a ; Our World in Data, 2023a).

« La production d'électricité au moyen de générateurs diesel coûte généralement trois à quatre fois plus cher que l'électricité fournie par les réseaux de la région »

D'un point de vue opérationnel, le fonctionnement prolongé des générateurs diesel accélère également leur usure, ce qui réduit leur durée de vie et augmente les risques de défaillance mécanique et de temps d'arrêt. La nécessité d'une maintenance et d'un ravitaillement plus fréquents constitue un défi opérationnel majeur pour les opérateurs, compte tenu de la nature fortement distribuée des réseaux mobiles. Certains opérateurs déclarent utiliser des centaines de milliers de litres de diesel par mois pour leurs générateurs. L'augmentation du prix du diesel pourrait être un facteur important pour accroître la compétitivité des solutions solaires et de batteries sur site.

Le vol et le vandalisme sont également en augmentation, en particulier le vol de batteries de secours, de générateurs et de panneaux solaires, ce qui a un impact sur la disponibilité des services et sur les coûts. MTN a signalé plus d'un millier d'incidents de vandalisme au cours de l'année écoulée dans la seule province du Cap-Oriental (Dludla, 2023a), tandis que Vodacom a déclaré avoir perdu environ 5 500 batteries par an à cause du vol (Dludla, 2023b). Les opérateurs renforcent les mesures de sécurité, mais sont confrontés à des limitations pratiques, en particulier dans les sites ruraux et distribués. Les opérateurs sud-africains, dont Cell C, MTN, Telkom SA et Vodacom, ont créé le Centre d'information sur les risques de communication (COMRiC) en 2022 pour discuter de l'identification, de l'atténuation et de la prévention collectives des risques partagés par le secteur, notamment le vol, le vandalisme et les pannes d'électricité (Tredger, 2022).

La plupart des opérateurs (80 %) prévoient que leurs frais de carburant, de sécurité et d'investissement vont continuer d'augmenter au cours de l'année à venir.

L'augmentation des coûts retarde les investissements, ce qui compromet la réalisation des objectifs de développement

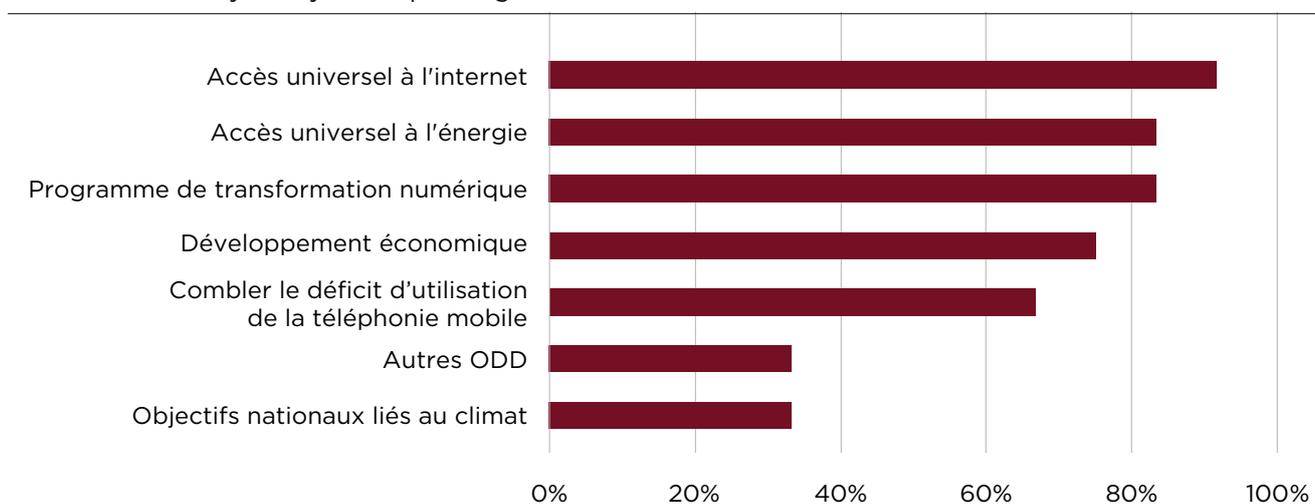
Ces coûts élevés et imprévus entraînent des retards dans les investissements, ce qui compromet la réalisation des objectifs de développement numérique. Plus de la moitié des opérateurs qui ont répondu à l'enquête enregistrent du retard dans le déploiement des nouvelles technologies et près de 40 % d'entre eux font état de retards dans l'expansion de leur couverture.

Lors de la conférence téléphonique sur les résultats annuels de 2023, le PDG de Vodacom, Shameel Joosub, a déclaré que l'entreprise avait « [...] dépensé 4 milliards de rands en investissements de résilience énergétique au cours des quatre dernières années. [...] Malheureusement, cet investissement de 4 milliards [de rands] s'est clairement fait au détriment de nouvelles capacités qui auraient pu accélérer l'expansion du réseau 5G en Afrique du Sud ». (Reuters, 2023 ; Vodacom, 2023).

L'augmentation des coûts de fonctionnement peut également affecter l'accessibilité financière des services mobiles. Les opérateurs de téléphonie mobile peuvent également être soumis à des taxes supplémentaires spécifiques au secteur, ce qui exacerbe les barrières de l'accessibilité financière et de la couverture pour les populations mal desservies (GSMA, 2017b).

Si ces problèmes liés à l'énergie ne sont pas résolus rapidement, ils risquent de compromettre la réalisation d'importants objectifs de développement dans la région. Plus de 80 % des gouvernements qui ont répondu à l'enquête s'attendent à ce que les difficultés liées à l'énergie affectent la réalisation de l'accès universel à l'internet et à l'énergie, ainsi que la mise en œuvre de la transformation numérique au sein de la région (figure 8).

Figure 8 | Telecommunication ministries and regulators expecting energy-related challenges to affect the delivery of key development goals



Question : Pensez-vous que les difficultés liées à l'énergie affecteront la réalisation de l'un des programmes et objectifs gouvernementaux de haut niveau suivants ?

Les opérateurs et les gouvernements impliquent les principales parties prenantes dans les questions énergétiques

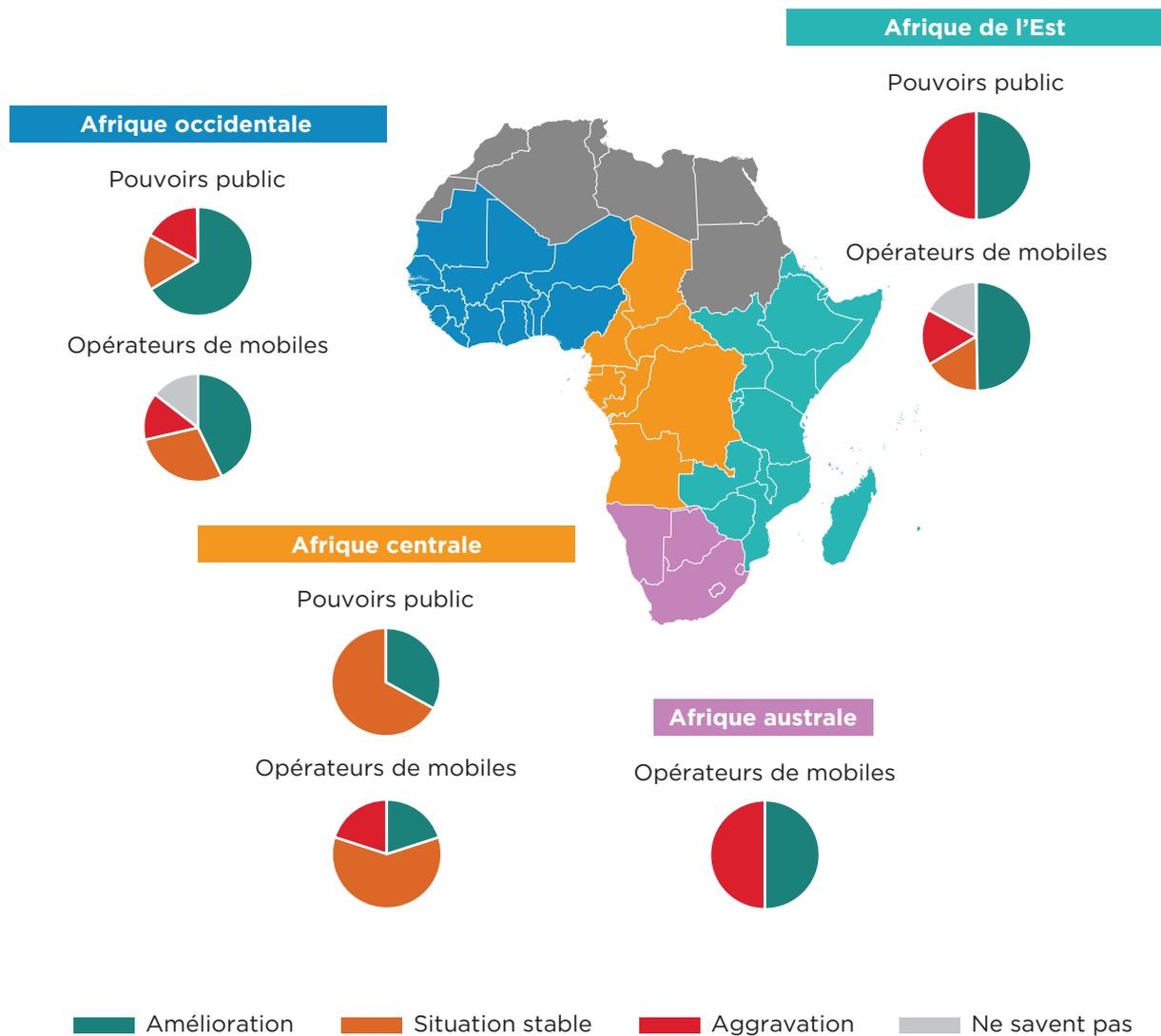
Presque tous les opérateurs qui ont répondu à l'enquête ont dialogué avec les principales parties prenantes sur les questions énergétiques au cours de l'année écoulée, principalement dans le cadre de réunions, de correspondance écrite (y compris les réponses aux consultations) et d'ateliers. Plus de 60 % ont échangé avec l'autorité nationale de régulation des télécommunications et 43 % directement avec les ministères (de l'énergie principalement), tandis que 62 % ont dialogué avec l'opérateur du réseau électrique ou le producteur d'électricité. Seuls 14 % se sont adressés à l'autorité de régulation du marché de l'électricité. Près de 40 % des répondants se sont tournés vers les fournisseurs d'équipements de réseau, d'autres opérateurs de réseaux mobiles ou des sociétés de pylônes. Plus de 80 % des gouvernements qui ont répondu à l'enquête ont eu des échanges avec les opérateurs de réseaux mobiles de leur pays.

Certains de ces dialogues ont déjà permis de faire des progrès pour répondre aux défis énergétiques. En Afrique du Sud, par exemple, le gouvernement a récemment annoncé des dérogations au droit de la concurrence pour permettre aux opérateurs de collaborer afin de se procurer conjointement et de partager leurs sources d'énergie de secours et leurs solutions de sécurité (Illidge, 2023 ; Vermeulen, 2023).

Interrogés sur leurs prévisions concernant l'évolution des défis énergétiques au cours des trois à cinq prochaines années, les opérateurs et les pouvoirs publics affichent des avis divergents. 41 % des opérateurs interrogés s'attendent à une amélioration, 23 % à une aggravation et 36 % à une situation stable ou ne savent pas. Du côté des pouvoirs publics, la moitié des gouvernements interrogés s'attend à ce que les défis énergétiques s'améliorent au cours des trois à cinq prochaines années, tandis que 8 % s'attendent à ce que la situation s'aggrave et 17 % ne savent pas.

Les opérateurs d'Afrique australe sont généralement plus pessimistes, tandis que ceux d'Afrique de l'Est sont généralement plus optimistes (figure 9). Beaucoup d'opérateurs indiquent que leurs prévisions dépendent des politiques énergétiques et des investissements des gouvernements, en matière notamment d'augmentation de la production d'énergie renouvelable, d'extension des infrastructures de réseau (en particulier dans les zones rurales) et d'autres politiques visant à encourager les énergies renouvelables.

Figure 9 | Prévisions sur l'évolution des défis énergétiques au cours des trois à cinq prochaines années



Question: Comment pensez-vous que ces défis énergétique évolueront au cours des 3 à 5 prochaines années?

La réponse des pouvoirs publics de l'Afrique australe n'est pas indiquée pour garantir l'anonymat, étant donné qu'une seule réponse a été reçue de cette région.

4. Solutions potentielles

Solutions à court terme pour les réseaux mobiles : efficacité énergétique, énergies renouvelables sur site et batteries

Les opérateurs de réseaux mobiles peuvent mettre en œuvre différentes solutions à court terme en réponse aux défis énergétiques. La grande majorité des opérateurs interrogés ont ainsi déjà mis en place des mesures d'efficacité énergétique (86 %), des sources d'énergie renouvelable sur site (73 %) et des batteries (91 %).

L'amélioration de l'efficacité énergétique des réseaux peut contribuer à atténuer certains des défis liés à l'énergie, les réseaux d'accès radio représentant plus de 80 % de la consommation d'énergie de la plupart des opérateurs de réseaux de télécommunications (GSMA Intelligence, 2023b). L'amélioration de l'efficacité énergétique permet non seulement de réduire les coûts d'exploitation, mais aussi de diminuer les besoins en énergie sur chaque site, ce qui permet d'économiser du carburant, de réduire les coûts de maintenance et de diminuer les émissions. Bien que de nombreux opérateurs aient déjà pris des mesures importantes pour optimiser l'efficacité énergétique, d'autres possibilités existent, notamment la mise hors service des équipements moins efficaces sur le plan énergétique, le déploiement de solutions avancées en matière de batteries et de refroidissement et la simplification des sites (GSMA Intelligence, 2022).

Les fournisseurs peuvent également jouer un rôle important en améliorant l'efficacité énergétique des équipements de réseau et en concevant des équipements adaptés aux besoins opérationnels et aux contraintes spécifiques des réseaux mobiles en Afrique subsaharienne. Bien que l'ampleur des améliorations de l'efficacité énergétique soit limitée, il s'agit d'une première étape fondamentale dans l'atténuation des problèmes liés à l'énergie.

Les énergies renouvelables et le stockage en batterie sur site peuvent avoir un impact encore plus important sur l'amélioration de la fiabilité énergétique et la réduction des émissions, en particulier dans les zones rurales, hors réseau et mal reliées au réseau. Près de la moitié des tours de téléphonie mobile en Afrique subsaharienne sont considérées comme étant situées dans des zones peu ou pas raccordées au réseau et dépendent principalement de générateurs diesel pour leur alimentation en électricité (GSMA, 2020b).

Si l'espace est suffisant, l'énergie solaire et les batteries sur site peuvent suffire à alimenter une station de base radio, même en cas de pannes prolongées. Les opérateurs sont toutefois nombreux (91 %) à mentionner le coût élevé de ces solutions en tant que principal obstacle à leur développement. Le manque d'espace physique est le second obstacle le plus souvent mentionné (68 %), suivi par le risque de vol (59 %).

Les politiques et incitations des pouvoirs publics peuvent jouer un rôle majeur dans la réduction du coût d'achat des énergies renouvelables et du stockage sur site. Bien que les coûts moyens de l'énergie solaire photovoltaïque et des batteries aient chuté de plus de 85 % depuis 2010 (BloombergNEF, 2022 ; IRENA, 2023), ils peuvent encore être prohibitifs pour certains opérateurs d'Afrique subsaharienne.

Les pouvoirs publics peuvent encourager le déploiement de l'énergie solaire sur site par le biais d'incitations financières comme des crédits d'impôt ou des baisses d'impôt ou de droits de douane en vue de réduire l'investissement de départ. En février 2023, le gouvernement sud-africain a annoncé une incitation fiscale concernant les énergies renouvelables pour les entreprises (125 %) et une exonération fiscale sur les panneaux solaires pour les particuliers (jusqu'à 25 %) (Kuhudzai, 2023a). Les gouvernements et les organisations de développement peuvent également intervenir pour aider les opérateurs et d'autres entreprises à accéder à des financements préférentiels pour l'achat de panneaux solaires et de batteries sur site.

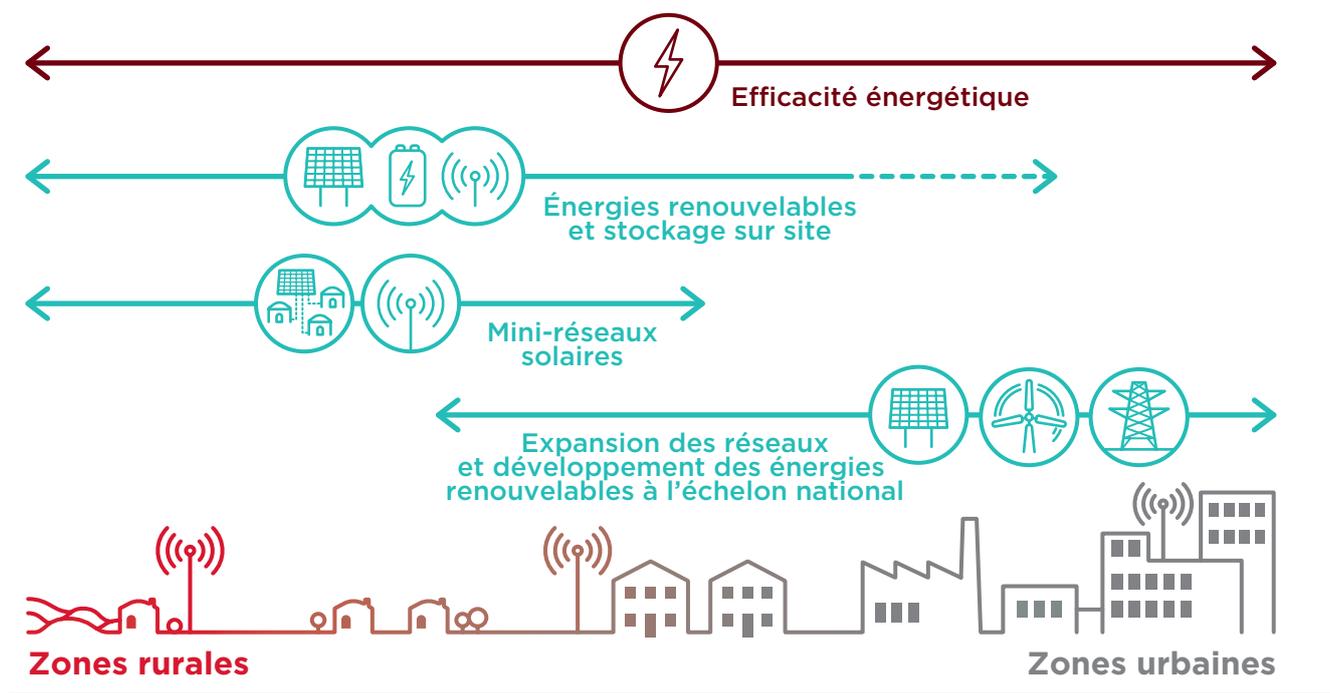
« Les pouvoirs publics peuvent encourager le déploiement de l'énergie solaire sur site par le biais d'incitations financières comme des crédits d'impôt ou des baisses d'impôt ou de droits de douane en vue de réduire l'investissement de départ »

Malgré les progrès considérables réalisés au cours de la dernière décennie pour améliorer l'efficacité des cellules solaires et la densité des batteries, les contraintes d'espace physique sont un obstacle dans la plupart des zones urbaines pour les stations de base radio. Le manque d'espace physique est également un défi pour la plupart des sites en Afrique du Sud, où les réseaux mobiles ont été conçus en supposant un réseau fiable. Les entreprises de service public et les gouvernements doivent collaborer pour améliorer la fiabilité du réseau dans les zones urbaines où l'énergie solaire et les batteries ne sont pas envisageables.

Beaucoup d'opérateurs ont déjà pris des mesures pour lutter contre les vols de générateurs, de panneaux solaires et de batteries, notamment en renforçant la sécurité physique et numérique et en encastrant les batteries dans du béton (Labuschagne, 2023). Les équipements restent toutefois exposés au vandalisme et l'importante dispersion des sites fait de la sécurité un défi logistique majeur.

Dans beaucoup de cas, l'énergie solaire et les batteries sur site sont supérieures aux générateurs diesel de secours en termes de performance, de coûts d'exploitation et d'entretien et d'impact sur l'environnement. Toutefois, l'abandon du diesel, en particulier dans les communautés isolées, peut entraîner des coûts sociaux cachés qu'il convient de gérer. Dans certaines communautés, le diesel est parfois siphonné par les résidents locaux lorsque les générateurs sont rechargés, ce qui permet de fournir l'énergie nécessaire aux ménages et aux communautés. Des solutions structurelles sont nécessaires pour fournir un accès fiable à l'électricité et à la cuisson propre dans ces communautés.

Figure 10 | Solutions potentielles aux défis énergétiques



Mini-réseaux : une solution gagnante pour la résilience et l'accès aux services

Dans de nombreux contextes d'Afrique subsaharienne, les mini-réseaux solaires pourraient permettre aux opérateurs de réseaux mobiles de relever les défis liés à l'énergie tout en offrant des avantages connexes pour l'accès à l'énergie dans les communautés rurales.

Les mini-réseaux sont des systèmes électriques décentralisés relativement petits qui peuvent fonctionner indépendamment du réseau national. Dans le contexte de l'amélioration de l'accès à l'électricité, les mini-réseaux offrent une solution idéale dans les cas où l'extension du réseau national n'est pas économiquement viable compte tenu de la densité de population, de la localisation et des niveaux prévisibles de consommation, mais où les besoins énergétiques de la communauté dans son ensemble sont susceptibles de dépasser la capacité de production des systèmes solaires domestiques (Bauer, 2019).

Les réseaux mobiles peuvent jouer le rôle de charges « d'ancrage » fiables garantissant une demande stable à long terme afin d'accroître la bancabilité des nouveaux projets. Les innovations numériques basées sur la téléphonie mobile, telles que les compteurs intelligents basés sur l'IoT ou les modèles commerciaux de paiement à l'utilisation reposant sur le mobile money, sont également essentielles pour garantir la viabilité commerciale à terme des mini-réseaux (GSMA, 2019).

La Banque mondiale estime que près de 300 000 pôles de consommation de l'Afrique subsaharienne ont un profil favorable aux mini-réseaux : population de 100 à 100 000 habitants, située à plus d'un kilomètre du réseau, avec une densité de population supérieure à 1 000 hab./km² (programme ESMAP de la Banque Mondiale, 2022). Le déploiement de mini-réseaux dans ces zones permettrait de raccorder près d'un quart de la population de la région, soit environ 55 millions de ménages. Les données liées à la couverture mobile peuvent aider à identifier les sites optimaux pour le déploiement de mini-réseaux, comme cela a été démontré en RDC (Bauer, 2022).

Les mini-réseaux les plus récents (de troisième génération) sont fiables et rentables, avec un temps de disponibilité de plus de 99 % (c'est-à-dire qu'ils fonctionnent 99 % du temps), contre seulement 40 à 50 % pour de nombreux services publics africains (Banque mondiale, 2023a). Depuis 2010, les coûts d'installation des mini-réseaux en Afrique et en Asie ont diminué de plus de moitié pour atteindre 3 660 USD par kilowatt en 2021, ce qui correspond à un coût nivelé de l'énergie (LCOE) de 0,38 USD/kWh (programme ESMAP de la Banque Mondiale, 2022). D'autres réductions de coûts prévues pourraient permettre aux mini-réseaux de fournir de l'électricité à un coût inférieur à celui de nombreux services publics nationaux en Afrique subsaharienne à l'horizon 2030 (programme ESMAP de la Banque Mondiale, 2022).

Les mini-réseaux sont souvent la solution la plus économique pour connecter les réseaux mobiles et les communautés dans les endroits où le coût d'extension du réseau principal est trop élevé à l'heure actuelle. Les mini-réseaux solaires peuvent également soutenir les compagnies d'électricité et le réseau principal en améliorant la viabilité économique de l'extension du réseau principal. Les mini-réseaux peuvent stimuler le développement économique pour qu'il existe une charge de consommation suffisante au moment de l'arrivée du réseau principal et que les clients aient une capacité de paiement plus importante (programme ESMAP de la Banque Mondiale, 2022). Plusieurs modèles de distribution différents sont examinés en profondeur dans le document ESMAP de la Banque mondiale (2022), notamment le rôle des charges d'ancrage telles que les tours mobiles. Des projets réussis au Népal, à Madagascar et en Inde fournissent des études de cas utiles (GSMA, 2017a, 2020a ; ISA & NEDO, 2022).

Compte tenu de l'énorme potentiel de réduction des émissions offert par le mini-réseaux solaires, il existe également des opportunités évidentes de financement climatique pour soutenir leur déploiement dans la région (Fondation Shell et Fondation Rockefeller, 2021).

Solutions structurelles à grande échelle : développement des énergies renouvelables à grande échelle et des réseaux électriques

L'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et le stockage sur site, ainsi que les mini-réseaux sont des solutions clés pour relever les défis liés à l'énergie, mais les opérateurs se heurtent à des contraintes physiques et pratiques dans leur mise en œuvre, notamment dans les environnements urbains. Par conséquent, les politiques publiques et les investissements visant à développer les énergies renouvelables à grande échelle et à améliorer les réseaux électriques sont nécessaires pour accroître la sécurité énergétique des réseaux mobiles, des autres entreprises et des ménages.

Près de la moitié des opérateurs ayant répondu à l'enquête déclarent que les pouvoirs publics de leurs pays ont pris des mesures au cours de l'année écoulée pour répondre aux difficultés énergétiques, portant principalement sur l'augmentation de la production d'énergie renouvelable. Les pouvoirs publics ont un point de vue beaucoup plus favorable, plus de 80 % d'entre eux indiquant que des initiatives gouvernementales ont été mises en œuvre pour améliorer la situation dans leur pays, avec notamment des stratégies énergétiques nationales visant à assurer la sécurité énergétique et à développer les énergies renouvelables, des modifications de la conception du marché de l'électricité pour autoriser la production par des producteurs d'électricité indépendants (IPP) et des programmes d'électrification rurale.

« Près de la moitié des opérateurs mentionnent le niveau élevé des coûts et le manque d'options pour conclure des accords d'achat d'électricité (AAE) en tant que principaux obstacles à l'achat d'électricité renouvelable »

Néanmoins, beaucoup d'opérateurs continuent de se heurter à des difficultés pour se connecter aux énergies renouvelables ou en acheter. Près de la moitié des opérateurs mentionnent le coût élevé des énergies renouvelables et le manque d'options pour conclure des accords d'achat d'électricité (AAE) en tant que principaux obstacles à l'achat d'électricité renouvelable. Moins de 20 % des opérateurs font état d'obstacles internes, notamment le manque d'adhésion au sein de l'entreprise ou le manque de ressources et d'expertise en interne. Le manque d'options abordables pour l'achat et l'utilisation d'énergies renouvelables empêche les opérateurs de réseaux mobiles de réduire leurs émissions et d'atteindre leurs objectifs climatiques à court et à long terme.

En Afrique du Sud, un concept appelé « virtual wheeling » (transport virtuel) a été développé pour accroître l'accessibilité des AAE. Ce concept permet aux entreprises qui utilisent de l'électricité sur plusieurs sites (et à des tensions plus faibles) d'avoir accès à l'énergie renouvelable de producteurs d'électricité indépendants par le biais d'une plateforme numérique qui recueille, regroupe, traite et communique les données relatives aux horaires d'utilisation pour la production et la consommation sur différents sites (Eskom, 2023a). Une plateforme de transit virtuel est en cours de développement par Mezzanine, filiale de Vodacom, qui participe au programme pilote afin de progresser vers son objectif de 100 % d'énergie renouvelable d'ici 2025 (Creamer, 2023).

Interrogés sur les solutions politiques potentielles pour lever les obstacles à l'achat et à l'utilisation des énergies renouvelables, les opérateurs de téléphonie mobile comme les pouvoirs publics recommandent d'étendre et de moderniser les centrales électriques et les infrastructures de transport et de distribution. Ils recommandent aussi de nouvelles politiques et incitations pour soutenir le déploiement des énergies renouvelables, notamment des exonérations fiscales sur les équipements et les installations d'énergie renouvelable, des prêts à taux réduit pour les énergies renouvelables, la facturation nette et les tarifs de rachat. Pour maximiser les avantages environnementaux de ces politiques, elles doivent s'accompagner d'un renforcement des capacités institutionnelles, en particulier dans les pays à faible revenu (Galeazzi et al., 2023). Plusieurs pays ont été reconnus pour la solidité de leurs cadres réglementaires et de leurs capacités dans l'indice de réglementation de l'électricité de la Banque africaine de développement, notamment l'Ouganda, le Sénégal, le Ghana et le Kenya (Banque africaine de développement, 2023b).



Outre l'augmentation et la diversification de la production d'électricité, les gouvernements et les entreprises de services publics doivent également investir massivement dans la modernisation et l'extension du réseau. Dans beaucoup de pays d'Afrique subsaharienne, les réseaux de transport et de distribution sont sous-développés et utilisent des équipements anciens et dépassés en raison d'années de sous-investissement, ce qui se traduit par des pertes de réseau très élevées, de l'ordre de 15 % en 2020, le double de la moyenne mondiale (AIE, 2022a).

Cela signifie que des investissements importants sont nécessaires pour les nouvelles lignes comme pour l'entretien et la modernisation des lignes existantes, y compris l'utilisation des technologies numériques pour optimiser l'exploitation et la maintenance. Au Ghana, l'utilisation de SIG, de systèmes de gestion des pannes, d'automatisation et de contrôle sur les lignes à moyenne tension a permis de réduire la durée moyenne des pannes de plus de 90 % (AIE, 2022a). Une plus grande collaboration associée à l'utilisation de données géospatiales, y compris des données sur les sites des opérateurs de téléphonie mobile, est nécessaire dans le cadre de l'élaboration des plans d'extension du réseau. Des investissements sont également nécessaires pour améliorer les interconnexions entre les systèmes nationaux et régionaux afin d'accroître l'intégration régionale et l'équilibrage du système.

La majorité des pays d'Afrique subsaharienne ont des services publics intégrés verticalement avec peu ou pas de participation privée, ce qui limite les possibilités d'AAE pour les énergies renouvelables (Ford, 2022 ; AIE, 2020a). La Zambie est actuellement le seul pays dans lequel le secteur privé est représenté au niveau de la production, du transport et de la distribution. Plusieurs répondants à l'enquête recommandent de modifier la conception du marché de l'électricité, notamment en libéralisant le marché pour accroître la concurrence. Des analyses de RES4Africa et PwC montrent que les opérateurs privés, s'ils sont autorisés à entrer sur un marché, obtiennent de meilleurs résultats que leurs homologues publics sur toute une série d'indicateurs techniques et commerciaux (RES4Africa, 2021).

En Namibie, le service public a ouvert la production d'électricité aux projets indépendants en 2015 dans le cadre de son programme de tarifs de rachat (Jaeger, 2023). Au cours des années suivantes, ils ont introduit des enchères concurrentielles et mis en œuvre d'autres réformes politiques, attirant des investissements significatifs dans le solaire, y compris plus de 20 projets d'énergie indépendants (Kruger, 2022). L'énergie solaire représente aujourd'hui environ un quart du mix électrique du pays, contre 2 % en 2014.

Les compagnies d'électricité d'Afrique subsaharienne sont confrontées à des obstacles majeurs dans le financement des centrales et des réseaux électriques en raison du coût élevé du capital et de leur mauvaise santé financière. Le coût du capital en Afrique subsaharienne est au moins deux à trois fois plus élevé que dans les économies avancées (AIE, 2022b, 2023a). Les banques de développement et les investisseurs du secteur privé peuvent jouer un rôle clé dans l'augmentation des investissements destinés aux énergies propres. En tant qu'importants utilisateurs d'énergie bénéficiant d'un bon crédit, les opérateurs de réseaux mobiles peuvent être en mesure de soutenir la solvabilité de nouveaux projets énergétiques développés par des services publics ou des producteurs d'énergie indépendants.

Un excellent exemple de financement innovant est celui du projet hydroélectrique Kingulé Aval, le premier producteur d'électricité indépendant du Gabon. Ce projet de 35 MW a été parrainé par un investisseur privé français (Meridiam) aux côtés du fonds souverain gabonais. Afin d'atténuer le risque de l'acheteur (l'entreprise publique), un compte séquestre a été mis en place et les paiements destinés au projet seront acheminés par l'intermédiaire d'Airtel Africa, l'opérateur de téléphonie mobile, sur la base de paiements prépayés de l'électricité (AIE, 2023a).

« Airtel Africa a joué un rôle clé dans la mise en place d'une solution de financement innovante pour le projet hydroélectrique Kingulé Aval de 35 MW au Gabon, le premier projet électrique indépendant du pays »

Des politiques énergétiques et climatiques fortes sont le principal catalyseur des mesures visant à développer l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et les investissements dans les réseaux d'électricité. Partout dans le monde, les gouvernements intègrent de plus en plus une politique climatique ambitieuse à la politique industrielle et aux stratégies de développement plus larges. En tant que producteur majeur de minéraux essentiels pour les technologies énergétiques propres, l'Afrique subsaharienne a une opportunité majeure d'en recueillir les fruits en développant des industries nationales pour traiter les minéraux clés et développer des chaînes de valeur pour les batteries et d'autres technologies énergétiques propres.

5. Résumé et recommandations

Résumé des défis et des implications

Comme le montre ce document, les opérateurs de réseaux mobiles de l'Afrique subsaharienne sont confrontés à plusieurs défis majeurs liés à l'énergie, qui ont des répercussions négatives directes et indirectes sur les opérateurs et les clients.

Les coupures de courant fréquentes et prolongées affectent la disponibilité et la qualité des services de réseau mobile pour les clients, ce qui oblige les opérateurs à recourir davantage à des options d'alimentation de secours pour maintenir leurs réseaux en état de fonctionnement.

Les prix élevés et volatils de l'énergie, en particulier du diesel, renchérissent également les coûts d'exploitation. L'augmentation des coûts pour les opérateurs affecte à son tour leur capacité à investir dans l'extension de la couverture et le déploiement des nouvelles technologies, ce qui compromet la réalisation d'objectifs clés en matière de développement numérique et durable. Ces défis, impacts et implications sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 | Défis liés à l'énergie, conséquences pour les opérateurs et implications plus larges

Défis	Impacts sur les opérateurs et les clients	Implications et risques plus larges
<ul style="list-style-type: none"> › Problèmes d'approvisionnement en électricité : les opérateurs sont confrontés à des coupures de courant de plus en plus fréquentes et prolongées. › Coûts énergétiques élevés : les opérateurs sont confrontés au niveau élevé et à la volatilité des prix de l'énergie. › Problèmes d'accès à l'énergie: les opérateurs n'ont pas accès au réseau, notamment en milieu rural. › Difficulté à accéder aux énergies renouvelables et à en acheter: les opérateurs n'ont pas la possibilité d'acheter des énergies renouvelables. 	<ul style="list-style-type: none"> › Dégradation de la qualité du service et de l'expérience des clients de la téléphonie mobile, avec des répercussions négatives sur les ménages et les entreprises › Augmentation des dépenses d'investissement des opérateurs de téléphonie mobile pour l'installation d'une alimentation de secours (générateurs diesel, énergie solaire sur site, batteries) › Augmentation des coûts de carburant et de maintenance pour les opérateurs en raison d'une dépendance accrue à l'égard des générateurs diesel de secours › Augmentation des coûts et des conséquences des vols et du vandalisme › Augmentation des émissions des générateurs diesel de secours, ce qui accroît les émissions du scope 1 › Retards et difficultés dans la réduction des émissions et la réalisation des objectifs climatiques en raison d'un manque d'options pour l'achat d'énergie renouvelable 	<ul style="list-style-type: none"> › Augmentation des dépenses d'investissement et d'exploitation liées aux investissements dans le déploiement de nouvelles technologies et à l'extension de la couverture › Retards dans la réalisation des objectifs de développement numérique et durable en raison des retards dans le déploiement des technologies mobiles dans la région › Difficultés accrues pour atteindre les objectifs nationaux en matière de climat, ce qui accroît les risques climatiques, en raison d'une mauvaise couverture du réseau et d'une dépendance persistante à l'égard des combustibles fossiles › Des industries clés peuvent choisir d'exercer leur activité ailleurs (par exemple, les centres de données, l'industrie manufacturière) en raison du manque d'électricité propre et fiable

Actions recommandées

Les opérateurs de réseaux mobiles, les gouvernements et les compagnies d'électricité de la région prennent déjà des mesures pour relever les défis liés à l'énergie. Les opérateurs de téléphonie mobile ont réagi rapidement aux pannes en augmentant l'alimentation de secours afin de garantir la fiabilité des opérations du réseau.

Certains gouvernements et entreprises publiques développent de nouvelles centrales solaires, éoliennes et hydroélectriques et étendent et modernisent les réseaux. Mais il reste encore beaucoup à faire, notamment en ce qui concerne les politiques et les solutions structurelles susceptibles d'accélérer l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et l'expansion des réseaux.

Pour relever ces défis énergétiques, il faudra l'intervention d'une série d'acteurs clés (tableau 2).

Les opérateurs de réseaux mobiles, par exemple, peuvent mettre en œuvre des solutions à court terme avec des panneaux solaires et des batteries sur site, tandis que les fournisseurs d'équipements peuvent travailler à la conception de solutions plus efficaces sur le plan énergétique et plus résilientes pour l'avenir. Les opérateurs peuvent s'appuyer sur leur stabilité financière pour devenir des partenaires fiables dans de nouveaux projets de mini-réseaux et d'autres projets énergétiques.

D'autres secteurs qui dépendent de l'énergie et de la connectivité mobile peuvent sensibiliser à la criticité des réseaux mobiles et soutenir les efforts déployés par le secteur de la téléphonie mobile pour accroître la résilience énergétique et la durabilité.

Les ministères de l'énergie et les compagnies d'électricité ont un rôle central à jouer pour relever les défis de l'énergie dans le cadre des politiques publiques et de l'investissement, avec le soutien des financements et du renforcement des capacités apportés par les banques et les organisations de développement.

Les régulateurs du marché de l'énergie peuvent jouer un rôle clé en adaptant la structure du marché de l'électricité pour faciliter les investissements du secteur privé dans des projets d'énergie renouvelable qui répondent à la demande croissante d'électricité propre. Les régulateurs et les responsables politiques peuvent développer des mécanismes et des incitations pour encourager la production d'énergie distribuée (ex. systèmes solaires de toiture), par le biais de tarifs de rachat par exemple.

Les ministères des télécommunications et les régulateurs peuvent jouer un rôle important en facilitant le dialogue et l'action au niveau intergouvernemental pour relever les principaux défis liés à l'énergie auxquels sont confrontés les opérateurs de réseaux mobiles.

Tableau 2 | Actions recommandées pour relever les défis liés à l'énergie

Solutions	Obstacles potentiels	Actions recommandées
<p>Améliorer l'efficacité énergétique des réseaux d'accès radio</p>	<ul style="list-style-type: none"> › L'arrêt des réseaux 2G et 3G moins performants peut être freiné par les licences existantes. › Coût élevé des équipements plus récents et plus économes en énergie. › Les besoins en énergie des stations de base peuvent augmenter avec les nouvelles technologies. 	<ul style="list-style-type: none"> › Opérateurs de téléphonie mobile: mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique › Fabricants d'équipements: collaborer avec les opérateurs pour mieux comprendre leurs besoins opérationnels afin de développer des solutions plus efficaces et plus résilientes pour la région. › Régulateurs des télécommunications: collaborer avec les opérateurs de téléphonie mobile et les détenteurs d'anciennes licences pour gérer le démantèlement des anciens réseaux et le réaménagement du spectre afin de réduire la consommation d'énergie. › Ministères des finances: réduire les droits d'accises sur les équipements plus économes en énergie.
<p>Augmenter les énergies renouvelables et le stockage en batterie sur site</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Coût d'investissement élevé des solutions existantes. › Les contraintes d'espace limitent le déploiement en milieu urbain. › Vol et vandalisme des panneaux solaires et des batteries. 	<ul style="list-style-type: none"> › Opérateurs de téléphonie mobile: mettre en œuvre des solutions à court terme en recourant dans la mesure du possible à l'énergie solaire et aux batteries. › Énergie, climat et ministères compétents: offrir des incitations financières pour encourager l'adoption de l'énergie solaire et des batteries ; réviser les règles de concurrence pour permettre le partage des infrastructures et de la sécurité. › Banques de développement: collaborer avec les opérateurs de réseaux mobiles pour offrir de meilleures conditions de financement pour l'énergie solaire et les batteries
<p>Développer les énergies renouvelables à grande échelle et les réseaux électriques et déployer des mini-réseaux solaires dans les zones rurales</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Coûts d'investissement élevés. › Longueur des délais d'exécution et autres risques. › Possibilités limitées d'achat d'énergies renouvelables par les entreprises. › Sur certains marchés, la réglementation ne permet pas d'intégrer les mini-réseaux au réseau. 	<ul style="list-style-type: none"> › Opérateurs de téléphonie mobile: utiliser la stabilité financière pour devenir des fournisseurs et des partenaires fiables dans les projets d'électricité › Ministère de l'énergie et autres ministères concernés: classer les réseaux de télécommunications comme infrastructures critiques ; mettre en œuvre des politiques énergétiques et climatiques qui soutiennent les investissements des secteurs public et privé dans les nouvelles capacités renouvelables et les réseaux électriques ; rationaliser les processus pour que les nouveaux projets soient approuvés et mis en ligne. › Régulateurs de l'énergie: faciliter l'entrée des producteurs indépendants d'électricité et les options d'achat d'énergie renouvelable › Ministères et régulateurs des télécommunications: faciliter le dialogue et l'action au niveau intergouvernemental pour répondre aux difficultés énergétiques rencontrées par les opérateurs de réseaux mobiles. › Entreprises publiques: collaborer avec les télécoms en tant qu'acheteurs fiables d'électricité propre › Banques et organisations de développement: offrir des conditions de financement préférentielles et mettre en place des programmes de renforcement des capacités.

Les banques de développement ont un rôle clé à jouer dans le financement des projets d'énergie propre de la région. La Banque africaine de développement est le fer de lance des efforts visant à libérer le potentiel de la région en matière d'énergies renouvelables. Depuis 2016, 87 % des investissements de la banque dans la production d'électricité concernent les énergies renouvelables, notamment le projet éolien du lac Turkana de 310 MW au Kenya, le plus grand parc éolien d'Afrique subsaharienne (AIE, 2023a). Les taux de pauvreté élevés et la faible demande d'électricité signifient que les nouveaux projets d'accès à l'électricité ont peu de chances d'être commercialement viables, ce qui plaide en faveur d'un financement à des conditions préférentielles compte tenu de leur impact social. L'obtention d'un financement à des conditions privilégiées peut aider à mobiliser l'investissement privé.

Les investissements internationaux en Afrique subsaharienne ont chuté ces dernières années, passant d'environ 60 % du total des investissements énergétiques en 2011 à seulement 20 % en 2021 (AIE, 2023a). Les partenariats pour une transition énergétique équitable (JETP) constituent un mécanisme de coopération financière prometteur pour aider les économies tributaires des combustibles fossiles à opérer une transition énergétique équitable. Le JETP pour l'Afrique du Sud a été annoncé lors de la COP26 en 2021, et comprend une offre initiale de 8,5 milliards USD de soutien entre 2023 et 2027 (Commission présidentielle sud-africaine sur le climat, 2023). En juin 2023, le Sénégal a signé un accord JETP de 2,5 milliards d'euros avec la France, l'Allemagne, le Canada et l'UE, fixant l'objectif d'atteindre 40 % d'électricité renouvelable à l'horizon 2030 (Sarr et al., 2023).

Conclusion

Les solutions aux défis actuels et émergents liés à l'énergie doivent tenir compte de l'énorme diversité de l'Afrique subsaharienne en termes de mix électrique et d'infrastructures de réseau, de ressources disponibles et de potentiel d'énergie renouvelable, de conception et de réglementation du marché de l'électricité, et de fiscalité.

La collaboration entre les parties prenantes sera essentielle pour relever les défis actuels et émergents liés à l'énergie pour les opérateurs de téléphonie mobile ainsi que pour les ménages et les entreprises d'Afrique subsaharienne qui dépendent de la connectivité mobile dans leur quotidien.

Annexe

Méthodologie de l'enquête

Des questionnaires ont été élaborés à l'intention des opérateurs de téléphonie mobile et des pouvoirs publics dans le but de recueillir des informations sur l'ampleur et l'impact des défis liés à l'énergie rencontrés par les opérateurs de téléphonie mobile et de mieux comprendre les obstacles et les solutions potentielles pour relever ces défis.

L'enquête destinée aux opérateurs de réseaux mobiles comprenait des questions sur les difficultés rencontrées à l'heure actuelle dans le domaine de l'énergie, sur l'ampleur et l'impact des coupures d'électricité, sur les mesures prises par les opérateurs et par les pouvoirs publics (y compris l'engagement avec les principales parties prenantes) et sur les solutions envisagées pour surmonter les obstacles à l'utilisation et à l'achat d'énergies renouvelables.

L'enquête destinée aux pouvoirs publics, disponible en anglais et en français, comprenait des questions sur leur connaissance des difficultés rencontrées par les opérateurs de téléphonie mobile dans le domaine de l'énergie, sur les mesures prises par les gouvernements pour répondre à ces difficultés et sur les solutions potentielles pour relever les défis restants.

L'enquête a été envoyée aux opérateurs de réseaux mobiles en juin-août 2023. 22 réponses ont été reçues de la part des opérateurs suivants, qui représentent plus de 60 % des connexions mobiles de la région:

- › Au niveau du groupe : Vodacom, MTN
- › Afrique de l'Ouest : Expresso Sénégal, Free Sénégal, Moov Côte d'Ivoire, Moov Niger, MTN Côte d'Ivoire, Orange Burkina Faso, Orange Côte d'Ivoire.
- › Afrique centrale : Africell RDC, Airtel RDC, MTN Cameroun, Orange Cameroun, Vodacom RDC
- › Afrique de l'Est : ethio telecom, Jamii Telecommunications Limited (JTL), Safaricom Ethiopia, Safaricom Kenya, Vodacom Mozambique, Vodacom Tanzanie
- › Afrique australe : Vodacom Afrique du Sud ; Vodacom Lesotho

L'enquête a été envoyée aux ministères des télécommunications et/ou aux autorités de régulation en juin-août 2023 dans des pays représentatifs de chacune des quatre sous-régions. 12 réponses ont été reçues des gouvernements suivants, représentant près de 60 % de la population de la région:

- › Afrique de l'Ouest : Burkina Faso, Ghana, Niger, Nigeria, Sénégal
- › Afrique centrale : Cameroun, RDC
- › Afrique de l'Est : Éthiopie, Kenya
- › Afrique australe : Afrique du Sud

Les réponses à l'enquête représentent les opérateurs et les gouvernements de chacune des quatre sous-régions de l'Afrique subsaharienne, couvrant plus de la moitié de la population et des connexions mobiles de la région. Toutefois, compte tenu de la diversité des contextes sociaux, économiques, politiques et énergétiques de la région, les résultats de l'enquête n'ont pas vocation à être statistiquement représentatifs. Les difficultés rencontrées dans la collecte des données font que les sous-régions ne sont pas toutes représentées de façon proportionnelle dans les résultats.

Références bibliographiques

- Acharya, B. and Gumbi, K. (2023, January 13). *South African regulator approves 18.65% power price hike for Eskom*. Reuters. www.reuters.com/business/energy/south-africas-eskom-granted-1865-power-tariff-increase-2023-01-12/
- African Development Bank. (2022). *African Economic Outlook 2022. African Development Bank Group*. www.afdb.org/en/documents/african-economic-outlook-2022
- African Development Bank. (2023a). *African Economic Outlook 2023. African Development Bank Group*. www.afdb.org/en/documents/african-economic-outlook-2023
- African Development Bank. (2023b). *Electricity Regulatory Index for Africa 2022*. africa-energy-portal.org/reports/electricity-regulatory-index-africa-2022-eri
- Attia, B., Auth, K. and Moss, T. (2022). *New Headwinds to Clean Energy: Four crippling squeezes on SDG7 and priorities to address them*. energyforgrowth.org/article/new-headwinds-to-clean-energy/
- Bauer, G. K. (2019, May 29). *Mini-grids, macro impact? GSMA Mobile for Development*. www.gsma.com/mobilefordevelopment/blog/mini-grids-macro-impact/
- Bauer, G. K. (2022, August 10). *The role of mobile coverage data in integrated energy planning: The case of the Democratic Republic of Congo*. *GSMA Mobile for Development*. www.gsma.com/mobilefordevelopment/blog/the-role-of-mobile-coverage-data-in-integrated-energy-planning-the-case-of-the-democratic-republic-of-congo/
- Blimpo, M. P. and Cosgrove-Davies, M. (2019). *Electricity Access in Sub-Saharan Africa*. *The World Bank*. elibrary.worldbank.org/doi/10.1596/978-1-4648-1361-0_ch1
- BloombergNEF. (2022). *Increase in Battery Prices Could Affect EV Progress*. about.bnef.com/blog/increase-in-battery-prices-could-affect-ev-progress/
- Creamer, T. (2023, May 22). *Vodacom working with Eskom on virtual wheeling platform to enable firms with distributed demand to buy renewable power*. *Engineering News*. www.engineeringnews.co.za/article/vodacom-working-with-eskom-on-virtual-wheeling-platform-to-enable-firms-with-distributed-demand-to-buy-renewable-power-2023-05-22
- Dludla, N. (2023a, March 30). *South Africa power cuts, vandalism, theft prompt MTN security moves*. Reuters. www.reuters.com/business/media-telecom/south-africa-power-cuts-vandalism-theft-prompt-mtn-security-moves-2023-03-30/

- Dludla, N. (2023b, April 5). *Focus: South Africa fights to keep phone networks up as lights go out*. Reuters. www.reuters.com/business/media-telecom/south-africa-fights-keep-phone-networks-up-lights-go-out-2023-04-05/
- Eskom. (2021). *Understanding the loadshedding stages*. www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2021/03/UnderstandingLSstages.pdf
- Eskom. (2023a). *Virtual Wheeling Platform*. www.eskom.co.za/distribution/wp-content/uploads/2023/07/20230710_-9553-Virtual-Wheeling-Digital-Brochure-FINAL.pdf
- Eskom. (2023b). *Weekly System Status Report – 2023 Week 28*. www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2023/07/Weekly_System_Status_Report_2023_w28.pdf
- Eskom. (2023c). *Weekly System Status Report – 2023 Week 37*. www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2023/09/Weekly_System_Status_Report_2023_w37.pdf
- Farquharson, D. T. (2019). *Sustainable Energy Transitions in sub-Saharan Africa: Impacts on Air Quality, Economics, and Fuel Consumption [Carnegie Mellon University]*. www.cmu.edu/ceic/research-publications/devynne-farquharson-phd-thesis-2019.pdf
- Fick, I. (2023, July 20). *Loadshedding, National Blackout Awareness & System Restoration Overview. Myths and facts about electricity grid stability*. youtu.be/CDth1UxXvkl?feature=shared&t=769
- Ford, N. (2022, June 7). *Powering Africa: National utilities face uncertain future*. African Business. african.business/2022/06/energy-resources/powering-africa-national-utilities-face-uncertain-future
- Fortuin, M. (2022). *Strategic analysis of electricity generation mix in South Africa* (SSRN Scholarly Paper 4012830). doi.org/10.2139/ssrn.4012830
- Galeazzi, C., Steinbuks, J. and Anadon, L. D. (2023, June 1). *Is the Gap Widening? Assessing the Current Renewable Energy Policies in Developing Countries*. World Bank Blogs. blogs.worldbank.org/energy/gap-widening-assessing-current-renewable-energy-policies-developing-countries
- Gavaza, M. (2023, March 30). *MTN earmarks R1.5bn to keep network going during load-shedding*. BusinessDay. www.businesslive.co.za/bd/companies/telecoms-and-technology/2023-03-30-mtn-earmarks-r15bn-to-keep-network-going-during-load-shedding/
- GSMA. (2017a). *Gham Power: Finding a replicable model for mobile-enabled micro-grids with NCell in Nepal*. www.gsma.com/mobilefordevelopment/resources/gham-power-finding-a-replicable-model-for-mobile-enabled-micro-grids-with-ncell-in-nepal/

GSMA. (2017b). *Taxing mobile connectivity in Sub-Saharan Africa: A review of mobile sector taxation and its impact on digital inclusion 2017*. www.gsma.com/publicpolicy/resources/taxing-mobile-connectivity-in-sub-saharan-africa-a-review-of-mobile-sector-taxation-and-its-impact-on-digital-inclusion

GSMA. (2019). *Intelligent Utilities for All*. www.gsma.com/mobilefordevelopment/resources/intelligent-utilities-for-all/

GSMA. (2020a). *Électricité de Madagascar—Enabling Access to Electricity through Mobile-enabled Rural Mini-Grids*. www.gsma.com/mobilefordevelopment/resources/electricite-de-madagascar-enabling-access-to-electricity-through-mobile-enabled-rural-mini-grids/

GSMA. (2020b). *Renewable Energy for Mobile Towers: Opportunities for low- and middle-income countries*. www.gsma.com/mobilefordevelopment/resources/renewable-energy-for-mobile-towers-opportunities-for-low-and-middle-income-countries/

GSMA. (2022). *The Mobile Economy Sub-Saharan Africa 2022*. www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2022/10/The-Mobile-Economy-Sub-Saharan-Africa-2022.pdf

GSMA. (2023a). *2023 Mobile Industry Impact Report: Sustainable Development Goals*. sdgreport2023.gsma.com/

GSMA. (2023b). *The Mobile Economy Sub-Saharan Africa 2023*. www.gsma.com/mobileeconomy/sub-saharan-africa/

GSMA. (2023c). *Mobile Net Zero: State of the Industry on Climate Action 2023*. www.gsma.com/betterfuture/resources/mobile-net-zero-state-of-the-industry-on-climate-action-2023

GSMA. (2023d). *Mobile's impact on the SDGs in Sub-Saharan Africa*. sdgreport2023.gsma.com/mobiles-impact-on-the-sdgs/mobiles-impact-on-the-sdgs-in-sub-saharan-africa/

GSMA Intelligence. (2022). *A blueprint for green networks*.

GSMA Intelligence. (2023a). *Dashboard [dataset]*. data.gsmaintelligence.com/data

GSMA Intelligence. (2023b). *Going green: Benchmarking the energy efficiency of mobile networks (second edition)*. data.gsmaintelligence.com/research/research/research-2023/going-green-benchmarking-the-energy-efficiency-of-mobile-networks-second-edition-

Guan, Y., Yan, J., Shan, Y., Zhou, Y., Hang, Y., Li, R., Liu, Y., Liu, B., Nie, Q., Bruckner, B., Feng, K. and Hubacek, K. (2023). *Burden of the global energy price crisis on households*. *Nature Energy*, 8(3), Article 3. doi.org/10.1038/s41560-023-01209-8

- IEA (International Energy Agency). (2017). *Digitalization & Energy*. www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy
- IEA. (2020a). *2020 Regional focus: Africa – Electricity Market Report*. www.iea.org/reports/electricity-market-report-december-2020/2020-regional-focus-africa
- IEA. (2020b). *Climate Impacts on African Hydropower*. www.iea.org/reports/climate-impacts-on-african-hydropower
- IEA. (2022a). *Africa Energy Outlook 2022*. www.iea.org/reports/africa-energy-outlook-2022
- IEA. (2022b). *World Energy Outlook 2022*. www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022
- IEA. (2023a). *Financing Clean Energy in Africa*. www.iea.org/reports/financing-clean-energy-in-africa
- IEA. (2023b). *Kenya*. www.iea.org/countries/kenya
- IEA. (2023c). *Uganda*. www.iea.org/countries/uganda
- IEA, IRENA, UNSD, World Bank and WHO. (2023a). *SDG 7.1 Electrification Dataset [dataset]*. trackingsdg7.esmap.org/downloads
- IEA, IRENA, UNSD, World Bank and WHO. (2023b). *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report*. trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/sdg7-report2023-full_report.pdf
- IFC. (2019a). *The Dirty Footprint of the Broken Grid: The Impacts of Fossil Fuel Back-up Generators in Developing Countries*. www.ifc.org/en/insights-reports/2010/dirty-footprint-of-broken-grid
- IFC. (2019b). *The Dirty Footprint of the Broken Grid—Summary*. www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/20190919-summary-the-dirty-footprint-of-the-broken-grid.pdf
- IHME. (2023). *Global Burden of Disease 2019 [dataset]*. vizhub.healthdata.org/gbd-results
- Illidge, M. (2023, May 30). *Vodacom and MTN get relaxed competition rules to tackle load-shedding*. *MyBroadband*. mybroadband.co.za/news/energy/493937-vodacom-and-mtn-get-relaxed-competition-rules-to-tackle-load-shedding.html
- IRENA. (2023). *Renewable Power Generation Costs in 2022*. www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022
- ISA and NEDO. (2022). *Case Study: Operational use of “Anchor load business community model” solar mini-grids—Uttar Pradesh, India*. isolaralliance.org/uploads/docs/3d3f6a2d6a9b61883ecfd957bb2368.pdf

- ITU. (2023). *Statistics*. www.itu.int:443/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx
- ITWeb. (2023, May 22). *MTN SA inks first renewable energy deal*. ITWeb. www.itweb.co.za/content/P3gQ2MGA9LXvnRD1
- Jaeger, J. (2023). *These 8 Countries Are Scaling Up Renewable Energy the Fastest*. www.wri.org/insights/countries-scaling-renewable-energy-fastest
- Kruger, W. (2022). *A quiet transition: The role of Namibia's state-owned power utility in the renewable energy auction program*. *Utilities Policy*, 78, 101392. doi.org/10.1016/j.jup.2022.101392
- Kuhudzai, R. J. (2023a, February 24). *South Africa Introduces Solar Panel Tax Incentives For Homes, Adds New Incentives For Businesses To Adopt Renewables*. *CleanTechnica*. cleantechnica.com/2023/02/24/south-africa-introduces-solar-panel-tax-incentives-for-homes-adds-new-incentives-for-businesses-to-adopt-renewables/
- Kuhudzai, R. J. (2023b, August 6). *South Africa Imported \$1.1 Billion (4.4 GWh) Of Lithium-Ion Cells & Batteries In First 6 Months Of 2023!* *CleanTechnica*. cleantechnica.com/2023/08/05/south-africa-imported-1-1-billion-4-4-gwh-of-lithium-ion-cells-batteries-in-first-6-months-of-2023/
- Labuschagne, H. (2023, March 31). *"This is a crisis"—Photos of MTN's battle against battery thieves*. *My Broadband*. mybroadband.co.za/news/cellular/486017-this-is-a-crisis-photos-of-mtns-battle-against-battery-thieves.html
- Moolman, S. (2021, August 1). *2022 update: Eskom tariff increases vs inflation since 1988 (with projections to 2024)*. *PowerOptimal*. poweroptimal.com/2021-update-eskom-tariff-increases-vs-inflation-since-1988/
- Naidoo, P. (2023, February 6). *Blackouts May Cost South Africa \$51 Million a Day, Central Bank Says*. *Bloomberg*. www.bloomberg.com/news/articles/2023-02-06/blackouts-may-cost-s-africa-51-million-day-central-bank-says
- Net Zero Tracker. (2023). *Net Zero Tracker*. zerotracker.net/
- Omukuti, J. (2022). *Net Zero Commitments by Businesses in Africa—A Stocktake*. *Oxford Net Zero*. netzeroclimate.org/new-onz-report-on-net-zero-commitments-by-businesses-in-africa/
- Our World in Data. (2023a). *Carbon intensity of electricity*. ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity
- Our World in Data. (2023b). *Cumulative CO₂ emissions*. ourworldindata.org/grapher/cumulative-co-emissions

RES4Africa. (2021). *Private Sector Participation in African Grid Development*. res4africa.org/wp-content/uploads/2023/04/PrivateSectorParticipationinAfricanGridDevelopment-RES4AfricaNovember20212.pdf

Reuters. (2022, December 7). *South Africa's Eskom repeats worst power cut level on record*. Reuters. www.reuters.com/business/energy/south-africas-eskom-implement-stage-6-power-cuts-2022-12-07/

Reuters. (2023, May 15). *UPDATE 2-S.Africa's Vodacom says power crisis will remain key challenge*. Reuters. www.reuters.com/article/vodacom-grp-results-idAFL1N37C09Z

Richards, M. and Stolp, J. (2023, January 27). *South Africa exempts private generators from Generation Licence requirements*. White & Case LLP. www.whitecase.com/insight-alert/south-africa-exempts-private-generators-generation-licence-requirements

SAPIA. (2023a). *Fuel Prices*. www.sapia.org.za/fuel-prices/
SAPIA. (2023b). *Old Fuel Prices*. www.sapia.org.za/old-fuel-prices/

Sarr, S., Waisman, H., Svensson, J., Fall, S., Ndao, M. and Diop, C. A. K. D. (2023, September 6). *Guest post: Behind the scenes at Senegal's 'just energy transition partnership'*. Carbon Brief. www.carbonbrief.org/guest-post-behind-the-scenes-at-senegals-just-energy-transition-partnership/

Science Based Targets. (2023). *Target dashboard (Beta) [dataset]*. sciencebasedtargets.org/target-dashboard

Shell Foundation and Rockefeller Foundation. (2021). *Unlocking Climate Finance to Accelerate Energy Access in Africa*. shellfoundation.org/app/uploads/2021/04/Unlocking-Climate-Finance-for-SDG7-Report-For-RF-web-04-21-2021.pdf

South Africa Presidential Climate Commission. (2023). *South Africa's Just Energy Transition Investment Plan*. [www.climatecommission.org.za/\\$PRIMARY_SITE_URL/south-africas-jet-ip](https://www.climatecommission.org.za/$PRIMARY_SITE_URL/south-africas-jet-ip)

South African Reserve Bank. (2023a). *Reflections on load-shedding and potential GDP (Occasional Bulletin of Economic Notes OBEN/23/01)*. www.resbank.co.za/content/dam/sarb/publications/occasional-bulletin-of-economic-notes/2023/oben-2301-reflections-on-load-shedding-and-potential-gdp-june-2023.pdf

South African Reserve Bank. (2023b). *Statement of the Monetary Policy Committee January 2023*. www.resbank.co.za/content/dam/sarb/publications/statements/monetary-policy-statements/2023/january-Statement%20of%20the%20Monetary%20Policy%20Committee%20January%202023.pdf

South African Reserve Bank. (2023c). *Statement of the Monetary Policy Committee July 2023*. www.resbank.co.za/content/dam/sarb/publications/statements/monetary-policy-statements/2023/july-/Statement%20of%20the%20Monetary%20Policy%20Committee%20July%202023.pdf

South African Reserve Bank. (2023d). *Statement of the Monetary Policy Committee March 2023*. www.resbank.co.za/content/dam/sarb/publications/statements/monetary-policy-statements/2023/march-/Statement%20of%20the%20monetary%20policy%20committee%20March%202023.pdf

The Outlier. (2023). *LoadShed*. loadshed.theoutlier.co.za/

Tredger, C. (2022, January 25). *No question, SA operators will work together says newly formed anti-crime org COMRiC*. *ITWeb Africa*. itweb.africa/content/j5alrvQad9LvpYQk

UNFCCC. (2023). *Nationally Determined Contributions Registry*. unfccc.int/NDCREG

US EIA. (2023). *International—Electricity [dataset]*. www.eia.gov/international/data/world/electricity/electricity-generation

Vermeulen, J. (2023, May 16). *Network operators ask for diesel rebate and relaxed competition rules over load-shedding*. *MyBroadband*. mybroadband.co.za/news/technology/492053-network-operators-ask-for-diesel-rebate-and-relaxed-competition-rules-over-load-shedding.html

Vodacom. (2023). *Conference Call Transcript—Annual Results Investor & Analyst Call*. www.vodacom.com/pdf/investor/annual-results/2023/results-transcript.pdf

Vodacom Group. (2023a). *Vodacom Group CDP Climate Change Questionnaire 2023*. www.vodacom.com/pdf/social-report/2023/vodacom-group-cdp-climate-change-questionnaire-2023.pdf

Vodacom Group. (2023b, August 30). *Vodacom, Eskom sign historic first virtual wheeling agreement*. www.vodacom.com/news-article.php?articleID=13422

Walwyn, D. R. (2023, June 1). *South Africa's power blackouts: Solutions lie in solar farms and battery storage at scale, and an end to state monopoly*. *The Conversation*. theconversation.com/south-africas-power-blackouts-solutions-lie-in-solar-farms-and-battery-storage-at-scale-and-an-end-to-state-monopoly-206620

Wood Mackenzie. (2022). *Utility evolution in Africa to reshape global electricity demand*. www.woodmac.com/press-releases/Utility-evolution-in-Africa-to-reshape-global-electricity-demand/

World Bank. (2023a). *Expanding Mini Grids for Economic Growth*. www.esmap.org/sites/default/files/2022/MG%20Kenya%202023/booklet%2025%20feb%20rev.pdf

World Bank. (2023b). *CO₂ emissions (metric tons per capita)—Sub-Saharan Africa, OECD members*. *World Bank Open Data*. data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?contextual=default&end=2020&locations=ZG-OE&start=1990&view=chart

World Bank ESMAP. (2022). *Mini Grids for Half a Billion People: Market Outlook and Handbook for Decision Makers*. openknowledge.worldbank.org/entities/publication/b53273b6-b19a-578e-8949-8dc5c7a3cd79

World Bank ESMAP. (2023). *UPBEAT - Utility Performance & Behavior in Africa Today*. utilityperformance.energydata.info/

GSMA™

GSMA Head Office

1 Angel Lane,
London,
EC4R 3AB,
United Kingdom

Tel: +44 (0) 20 7356 0600
Fax: +44 (0) 20 7356 0601

Copyright © 2023 GSM Association