

Energies renouvelables en Afrique : Enjeux, défis et opportunités

—

Rim Berahab

PP-19/06

A propos du Policy Center for the New South

Le Policy Center for the New South, anciennement OCP Policy Center, est un think tank marocain basé à Rabat, Maroc, qui a pour mission la promotion du partage de connaissances et la contribution à une réflexion enrichie sur les questions économiques et les relations internationales. A travers une perspective du Sud sur les questions critiques et les grands enjeux stratégiques régionaux et mondiaux auxquels sont confrontés les pays en développement et émergents, Policy Center for the New South offre une réelle valeur ajoutée et vise à contribuer significativement à la prise de décision stratégique à travers ses quatre programmes de recherche: Agriculture, Environnement et Sécurité Alimentaire, Économie et Développement Social, Economie et Finance des matières premières, Géopolitique et Relations Internationales.

Nous sommes activement engagés dans l'analyse des politiques publiques tout en favorisant la coopération internationale pour le développement des pays de l'hémisphère sud. À cet égard, Policy Center for the New South vise à être un incubateur d'idées et une source de réflexion prospective sur les actions et stratégies à entreprendre dans les politiques publiques pour les économies émergentes, et plus largement, pour tous les acteurs engagés dans le processus de croissance et de développement national et régional. A cet effet, le think tank se fonde sur une recherche indépendante et un réseau solide de chercheurs internes et externes.

Un des objectifs du Policy Center for the New South est d'appuyer et de soutenir l'émergence d'un dialogue atlantique élargi et de promouvoir la coopération sur les questions stratégiques régionales et mondiales. Conscients du fait que la réalisation de ces objectifs exige également le développement et l'amélioration du capital Humain, nous nous engageons à travers notre Policy School à participer concrètement au renforcement des capacités nationales et continentales, et à améliorer la compréhension sur les questions liées à nos programmes de recherche.

Policy Center for the New South

Complexe Suncity, Immeuble C, Angle Boulevard Addolb et rue Albortokal, Hay Riad, Rabat - Maroc.
Email : contact@policycenter.ma
Phone : +212 5 37 54 04 04 / Fax : +212 5 37 71 31 54
Website : www.policycenter.ma

© Policy Center for the New South. All rights reserved
Les opinions exprimées dans cette publication sont celles de l'auteur.



Energies renouvelables en Afrique : Enjeux, défis et opportunités

Rim Berahab

Table des matières

A propos du Policy Center for the New South	2
Résumé	5
A propos de l’auteur Rim Berahab	5
Introduction	7
1. Etat des lieux des ressources énergétiques en Afrique	8
1.1. Les ressources énergétiques non renouvelables	8
1.1.1. Le pétrole brut	8
1.1.2. Le gaz naturel	9
1.1.3. Le charbon	10
1.1.4. L’énergie nucléaire	11
1.2. Les ressources énergétiques renouvelables	11
1.2.1. La bioénergie	12
1.2.2. L’énergie hydroélectrique	13
1.2.3. L’énergie solaire	14
1.2.4. L’énergie éolienne	16
1.2.5. La géothermie	17
2. Enjeux et déterminants du déploiement des énergies renouvelables en Afrique	17
2.1. Enjeux des énergies renouvelables en Afrique	18
2.2. Déterminants du déploiement des énergies renouvelables en Afrique	20
2.2.1. Un dynamisme de l’activité économique	20
2.2.2. Une croissance démographique soutenue	21
2.2.3. Une demande d’énergie en hausse	22
2.2.4. Des coûts technologiques de plus en plus compétitifs	23
3. Promotion des investissements dans les énergies renouvelables en Afrique	24
3.1. Tendances de financement des infrastructures énergétiques en 2017	25
3.2. Défis pour l’accroissement des investissements dans les énergies renouvelables en Afrique	26
3.2.1. Défis liés au financement et à la profitabilité	26
3.2.2. Défis liés aux procédures administratives, à la réglementation et aux politiques publiques	27
3.3. Recommandations	28
3.3.1. Atténuation des risques liés au financement et à la profitabilité	28
3.3.2. Atténuation des risques liés aux procédures administratives, à la réglementation et aux politiques publiques	29
Conclusion	30
Références	31

Résumé

Les pays du continent africain ont connu une croissance sans précédent au cours des deux dernières décennies. L'énergie, pilier fondamental du développement économique, politique et social, demeure toutefois un des principaux défis auxquels ils sont confrontés. En effet, la majorité des pays d'Afrique se heurte à un manque important d'accès à l'énergie. Alors que les combustibles fossiles continuent de dominer leurs mix énergétiques, ces pays sont dotés d'abondantes ressources en énergies renouvelables qui peuvent rendre l'énergie à la fois abordable, fiable et durable. Au cours des dernières années, les stratégies de déploiement des énergies renouvelables en Afrique ont pris de plus en plus d'ampleur, grâce à la conjonction de plusieurs facteurs, tels le dynamisme de l'activité économique, la croissance démographique rapide et la baisse des coûts technologiques des énergies renouvelables. Néanmoins, plusieurs défis liés à leur financement, à la réglementation et aux politiques publiques entravent encore l'accroissement des investissements à leur rencontre. Relever ces défis devient essentiel pour les pays africains afin de tirer parti de leurs abondantes ressources renouvelables et mener à bien leur transition énergétique.

A propos de l'auteur Rim Berahab

Rim Berahab est économiste au Policy Center for the New South qu'elle a rejoint en 2014. Elle travaille actuellement sur des thématiques liées aux problématiques énergétiques en Afrique, notamment sur les opportunités que recèlent les énergies renouvelables. Elle s'intéresse, également, aux questions de l'intégration régionale et de commerce intra-africain.

Rim a effectué un séjour de recherche au Fonds monétaire international (FMI) au sein de l'Unité des produits de base du Département de Recherche pendant trois mois. Elle est titulaire d'un diplôme d'ingénieur d'Etat de l'Institut national de la statistique et de l'économie appliquée (INSEA).

Energies renouvelables en Afrique : Enjeux, défis et opportunités

Introduction

Les énergies renouvelables, longtemps éclipsées par les combustibles fossiles pour l’approvisionnement en énergie, réapparaissent sur le devant de la scène, depuis la recrudescence des préoccupations liées au réchauffement climatique et la montée, récente, des cours du pétrole. Les énergies renouvelables sont, également, entrées dans un cercle vertueux de progrès technologiques et de réduction de coûts, les rendant de plus en plus compétitives avec les énergies fossiles, ce qui explique, en partie, ce regain d’intérêt. Cela laisse présager, alors, un potentiel de développement majeur pour les années à venir.

L’Afrique n’est pas en reste, mais elle fait face à une réalité contrastée. D’une part, le continent détient d’importantes réserves de ressources énergétiques, à la fois d’origine fossile et renouvelable, mais, de l’autre côté, il est confronté à de nombreux défis énergétiques. En effet, bien qu’abondantes, ces ressources sont réparties de manière inégale, sous-exploitées, exportées sous forme brute, ou bien encore gaspillées lors de l’extraction ou du transport. En conséquence, l’offre disponible pour les populations demeure insuffisante, dans un continent caractérisé par une croissance économique et démographique élevée qui ne ferait qu’accentuer sa demande énergétique.

L’accès à l’énergie, considérée comme un catalyseur du développement, demeure ainsi précaire en Afrique. L’électrification, en particulier, constitue un réel frein au développement. Bien que l’Afrique du Nord et l’Afrique du Sud ont des taux élevés d’accès à l’électricité, les deux tiers de la population en Afrique subsaharienne n’y ont pas accès, tandis que le tiers restant fait face à des coupures fréquentes de courant. Aussi, outre les biocarburants traditionnels, les produits pétroliers et le charbon dominent toujours les mix énergétiques des pays africains, tant en termes de production que de consommation. Cela exacerbe, donc, le changement climatique et rend les populations vulnérables aux fluctuations des prix.

Dans ce contexte, au vu de leur maturité et des progrès technologiques qu’elles ont réalisé au cours des dernières années, les énergies renouvelables apparaissent comme une alternative soutenable pour aider à surmonter les défis énergétiques du continent africain. Elles constituent une opportunité pour mieux répondre à la demande croissante de l’Afrique, garantir un accès universel à l’énergie, favoriser un développement socio-économique durable et offrir de nouvelles perspectives d’investissement. Cependant, leur déploiement à grande échelle nécessite de mettre en place des cadres institutionnel, réglementaire et incitatif clairs et cohérents ainsi qu’un environnement favorable pour attirer les financements indispensables pour le développement de ces projets.

Ce papier a donc pour objectif de répondre à la question : quels sont les facteurs qui déterminent le déploiement des énergies renouvelables en Afrique ? Et comment favoriser les investissements à leur rencontre ? Dans ce sens, la première section présente un état des lieux des ressources énergétiques, fossile et renouvelable, disponibles en Afrique afin d'offrir une vue d'ensemble sur le secteur énergétique africain. Une seconde section met en exergue les enjeux des énergies renouvelables pour le continent et identifie les principaux facteurs déterminants de leur déploiement. Une troisième section analyse les principaux défis entravant les investissements des projets d'énergies renouvelables et discute des solutions pour y remédier.

1. Etat des lieux des ressources énergétiques en Afrique

L'Afrique est dotée de ressources énergétiques aussi riches que variées, qui comptent d'importantes réserves de pétrole, de gaz naturel mais aussi de potentiel non négligeable de biomasse, d'hydroélectricité, d'énergie solaire et éolienne. Bien qu'abondantes, ces ressources sont réparties de manière inégale, ce qui conditionne leur exploitation. Cette section fait un état des lieux des principales ressources énergétiques disponibles en Afrique et décrit leurs évolutions en termes de production et de consommation.

1.1. Les ressources énergétiques non renouvelables¹

Les ressources énergétiques non renouvelables désignent les ressources d'énergies qui ne se renouvellent pas assez rapidement pour être considérées comme inépuisables à l'échelle de l'homme. Elles sont dérivées des hydrocarbures et sont classées en deux catégories : les énergies fossiles et l'énergie nucléaire. En 2017, les ressources énergétiques non renouvelables ont constitué près de 86% de la demande énergétique mondiale et 48% de la demande énergétique africaine².

1.1.1. Le pétrole brut

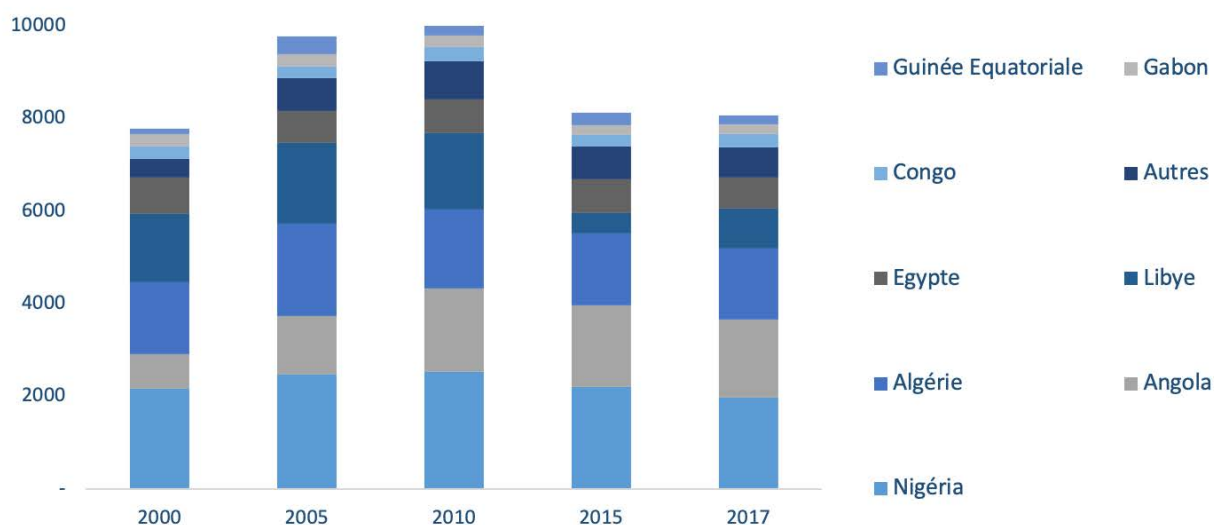
L'Afrique détient 7,5% des réserves mondiales de pétrole brut, principalement concentrées en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest. Ces réserves ont augmenté depuis la fin des années 1990 et sont passées de 75 milliards de barils à 126 milliards durant la période 1997-2017³, soit une croissance de 68%. La production de pétrole brut, quant à elle, s'est élevée à 8 millions de barils par jour en 2017, et a constitué près 8,7% de la production mondiale. Après des taux de croissance négatifs enregistrés en 2015 et 2016, suite à la chute des prix de pétrole, la production africaine a repris à la hausse, marquant une croissance de 5% en 2017.

Les principaux producteurs de pétrole en Afrique sont le Nigéria et l'Angola, qui représentent près de 45% de la production africaine totale et 4% de la production mondiale totale (Figure 1). L'Algérie, la Libye et, à moindre mesure, l'Egypte, ont des niveaux de production similaires, bien que la production libyenne soit bien inférieure à son potentiel depuis la guerre civile de 2011. Le pétrole est également extrait dans de nombreux autres pays d'Afrique subsaharienne comme le Congo, le Gabon et la Guinée Equatoriale.

1. Sauf indication contraire, les données utilisées dans cette section proviennent du Statistical Review of World Energy du British Petroleum (PB, 2018).

2. D'après le World Energy Outlook 2018 de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE).

3. Soit 8 millions de barils par jour en 2017 contre 7,4 millions de barils par jour en 1997.

Figure 1: Production de pétrole en Afrique par pays (milliers de barils par jour)

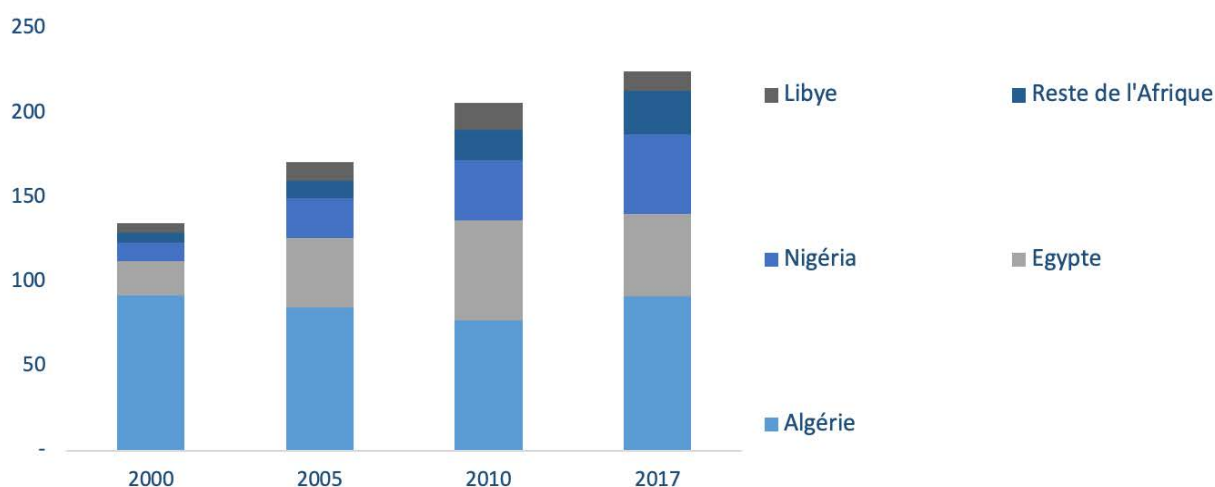
Source : British Petroleum, 2018

La consommation du pétrole en Afrique a connu une croissance de 2,7% au terme de l'année 2017. Elle s'est établie à 4 millions de barils par jour, soit 4,1% de la consommation mondiale contre 2 millions de barils par jour en 2000. Au niveau du continent africain, le pétrole constitue la seconde ressource d'énergie la plus consommée après la biomasse, avec une part de 28%. Il est principalement utilisé dans le secteur du transport qui, à lui seul, consomme près de 19% de ce carburant.

1.1.2. Le gaz naturel

Le gaz naturel, combustible réputé moins polluant que le pétrole ou le charbon, est souvent utilisé en association avec d'autres combustibles pour réduire la pollution liée à la production d'électricité. L'Afrique continentale détient des ressources de gaz naturel abondantes, estimées à 7,1% des réserves mondiales après le Moyen-Orient et la Communauté des Etats Indépendants. Ces réserves sont, en grande partie, localisées en Afrique de l'Ouest, particulièrement au Nigéria, qui abrite 38% des ressources africaines, et en Afrique du Nord, plus précisément en Algérie (31%), en Égypte (13%) et en Libye (10%).

Ces quatre pays dominant, aussi, la production de gaz naturel en Afrique, qui a connu une croissance positive de 9% en 2017 par rapport à l'année précédente. Cette croissance est principalement expliquée par une reprise de la production égyptienne, qui a cru de 22% en 2017, après cinq années de croissance négative, constituant ainsi 22% de la production totale africaine. L'Algérie et la Libye ont produit près de 46% de la production totale africaine, et le Nigéria environ 21% (Figure 2).

Figure 2: Production de gaz en Afrique par pays (milliards de mètre cube)

Source : British Petroleum, 2018

La consommation de gaz en Afrique a atteint 141 milliards de mètres cubes. Elle a ainsi enregistré un taux de croissance annuel moyen de 4,3%, durant la période 2006-2016, et a augmenté de 6,8% en 2017, tirée par les pays d'Afrique du Nord. Elle a représenté 3,9% de la consommation mondiale, et 6,0% de la consommation totale africaine en 2017 respectivement. Encore une fois, la production d'électricité reste le principal moteur de la croissance de la consommation du gaz, tant en Afrique du Nord qu'en Afrique subsaharienne.

1.1.3. Le charbon

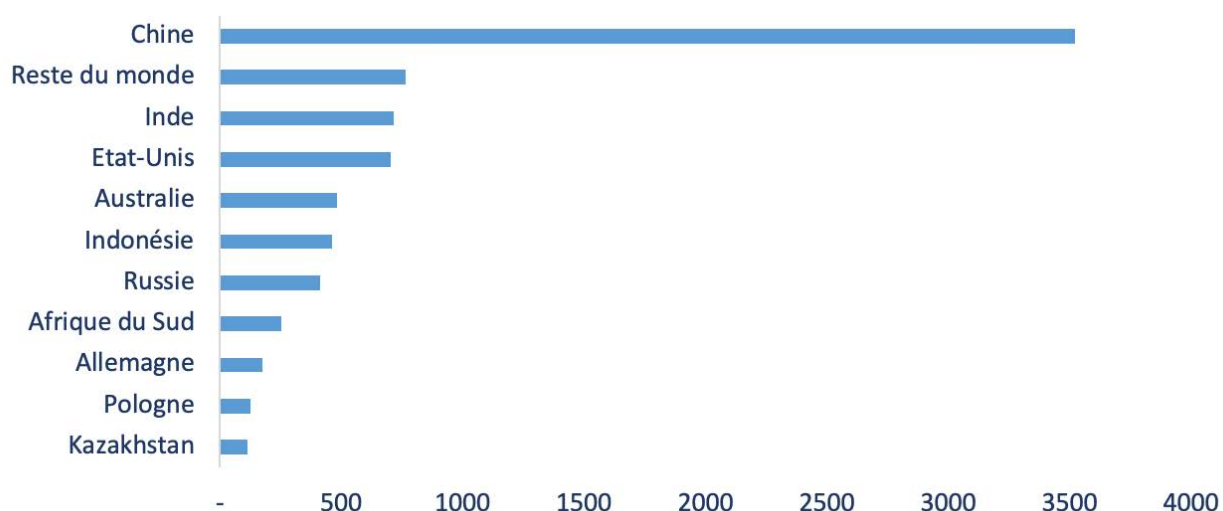
Les réserves de charbon en Afrique représentent 1,3% des réserves mondiales et sont confinées dans la partie sud du continent. En effet, sur les 13 milliards de tonnes de réserves prouvées de charbon, 75% sont situées en Afrique du Sud. Des réserves existent au Mozambique, au Zimbabwe et, à moindre mesure, en Tanzanie et en Zambie. Une grande partie de ces réserves, composées d'antracite et bitumineux, est réputée de haute qualité. A l'exception de l'Afrique du Sud, les réserves de charbon de l'Afrique subsaharienne sont en grande partie sous-exploitées, pour plusieurs facteurs. D'une part, l'éloignement des mines potentielles et le manque d'infrastructures, notamment en rails et ports, contraignent les activités de production. D'autre part, ces mines ne sont pas développées pour des raisons stratégiques propres aux pays en question. A titre d'exemple, malgré un potentiel important au Nigéria, la production est relativement faible, car ce pays a toujours donné la priorité au développement du pétrole, et plus récemment du gaz. En outre, la faible qualité des réserves en Tanzanie a incité le pays à reconsidérer ses investissements dans les mines de charbon et la production d'électricité à base de charbon⁴.

En ce qui concerne la production, l'Afrique du Sud se démarque encore une fois. En 2017, ce pays a produit environ 252 millions de tonnes de charbon, soit 95% de la production totale africaine, devenant ainsi le 7ème producteur mondial, derrière la Russie et l'Indonésie (Figure 3). Sur le plan technologique, l'industrie charbonnière en Afrique du Sud est également très avancée, le pays étant un précurseur mondial en terme de technologie de conversion du charbon en liquides En ce qui

4. Othieno et Awange 2016.

concerne la consommation du charbon, elle a enregistré une faible croissance annuelle moyenne de 0,5% durant la période 2006-2016 et a marqué un recul de 1,7% en 2017.

Figure 3: Classement des 10 premiers producteurs mondiaux de charbon en 2017, millions de tonnes



Source : British Petroleum, 2018

1.1.4. L'énergie nucléaire

L'énergie nucléaire est générée à partir d'uranium ou de plutonium. L'Afrique comprend trois des dix plus grands détenteurs de ressources en uranium au monde: la Namibie, le Niger et l'Afrique du Sud. Le continent fournit, aussi, une part importante de la production mondiale d'uranium de l'ordre de 18%, répartie comme suit: la Namibie 8,2%, le Niger 7,7%, le Malawi 1,2% et l'Afrique du Sud 1,1%⁵. L'Afrique du Sud est le seul pays à disposer d'une capacité de production d'énergie nucléaire, estimée à 14 202 GWh produits en 2013, et a annoncé son intention de l'étendre. D'autres pays africains, tels que le Kenya et la Namibie, ont manifesté leur intérêt pour intégrer l'énergie nucléaire à leur mix domestique. Cependant, l'introduction de l'énergie nucléaire pose de nombreux défis, notamment l'important investissement initial nécessaire, la nécessité de développer des capacités techniques et réglementaires. D'importants défis environnementaux se posent, également, étant donné que la production d'uranium génère une énorme quantité de déchets radioactifs.

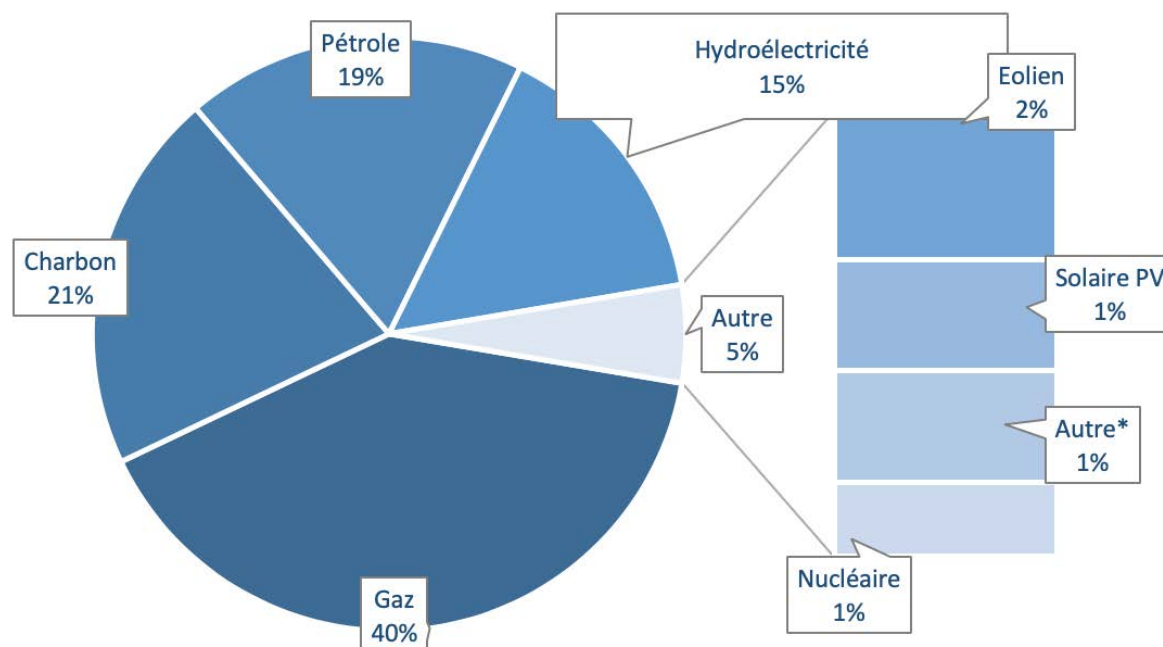
1.2. Les ressources énergétiques renouvelables

Les énergies renouvelables désignent les sources d'énergie qui ne sont pas dérivées de combustibles fossiles ou nucléaires. Elles comprennent la biomasse, l'énergie hydroélectrique, solaire, éolienne et géothermique. Elles sont abondantes mais réparties de manière inégale en Afrique. La majeure partie de leur potentiel demeure ainsi non exploitée. Les énergies renouvelables, à l'exception de la bioénergie, sont principalement utilisées pour produire de l'électricité, leur part dans les secteurs du transport et de production de chaleur étant faible. En 2017, l'énergie hydroélectrique a constitué

5. AIE, 2014.

15% de la capacité totale électrique installée, tandis que les autres énergies renouvelables près de 4% (Figure 4).

Figure 4: Capacité installée d'électricité en Afrique 2017



Source : Agence Internationale de l'Énergie, 2018.

*Comprend le CSP, la bioénergie et la géothermie

1.2.1. La bioénergie

La bioénergie constitue une source importante d'énergie renouvelable. Elle est générée par la conversion des produits solides, liquides et gazeux dérivés de la biomasse. Au niveau mondial, sa contribution à la demande d'énergie finale dans tous les secteurs s'est élevée à 10%, en 2017, soit cinq fois celle de l'énergie éolienne et solaire photovoltaïque combinées. En Afrique, la bioénergie domine le mix énergétique⁶. Elle a constitué près de 49% de la demande d'énergie primaire en 2017, dépassant la part du pétrole (22%) et du gaz (15%) par une large marge. Seuls l'Afrique du Sud et les pays d'Afrique du Nord font exception à ce constat, dans la mesure où leur demande énergétique est dominée par le pétrole.

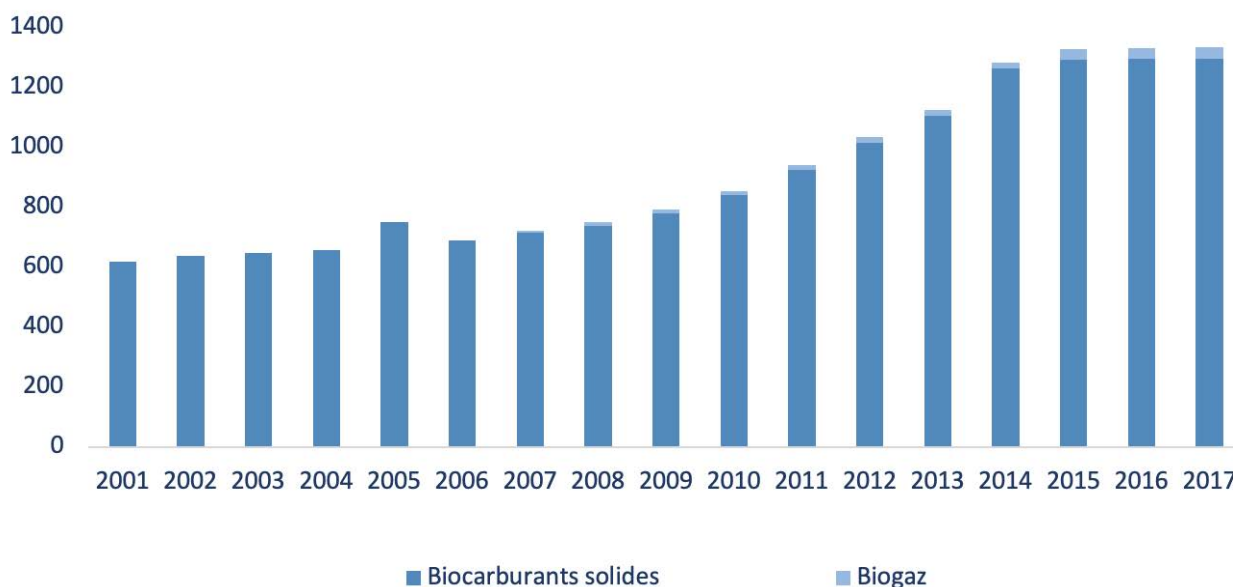
L'utilisation de la biomasse traditionnelle⁷ prédomine en Afrique, où elle est brûlée directement, soit à des fins de cuisson et d'éclairage dans le secteur résidentiel ou, dans une moindre mesure, dans le secteur industriel. Ceci engendre des conséquences néfastes, non seulement pour la santé des populations mais aussi pour l'environnement. La principale source de biomasse traditionnelle sur le continent africain est le bois de chauffage ou le bois de feu, avec un stock total forestier estimé à 130 milliards de tonnes en 2010, répandu en Afrique centrale et dans certaines parties de l'Afrique australe. Mais, la quantité disponible chaque année sans risque de déforestation est beaucoup plus

6. Hors production de l'électricité.

7. L'utilisation traditionnelle de la biomasse solide fait référence à une utilisation avec des technologies de base, telles qu'un feu à trois pierres, souvent avec des cheminées inexistantes ou mal exploitées.

petite. Les résidus agricoles représentent, également, une partie importante des ressources en biomasse traditionnelle disponibles⁸.

Figure 5: Capacité de bioénergie cumulative installée pour la génération de l'électricité en Afrique (MW)



Source : IRENA

En ce qui concerne l'utilisation de la bioénergie moderne pour la production d'électricité et la chaleur, elle ne représente encore qu'une très petite part en Afrique. La capacité installée est estimée à 1,3 GW en 2017, dont uniquement 40 MW pour le biogaz (Figure 5). La consommation de ce dernier enregistre cependant une croissance annuelle moyenne de 2% pour la période 2000-2016. Bien que l'intérêt pour la production de l'électricité à partir du biogaz grandit de plus en plus en Afrique de l'Est et en Afrique Australe, le déploiement à grande échelle sera difficile, car les coûts initiaux de la production de l'électricité sont souvent plus élevés que ceux de production au gaz et de l'énergie hydroélectrique.

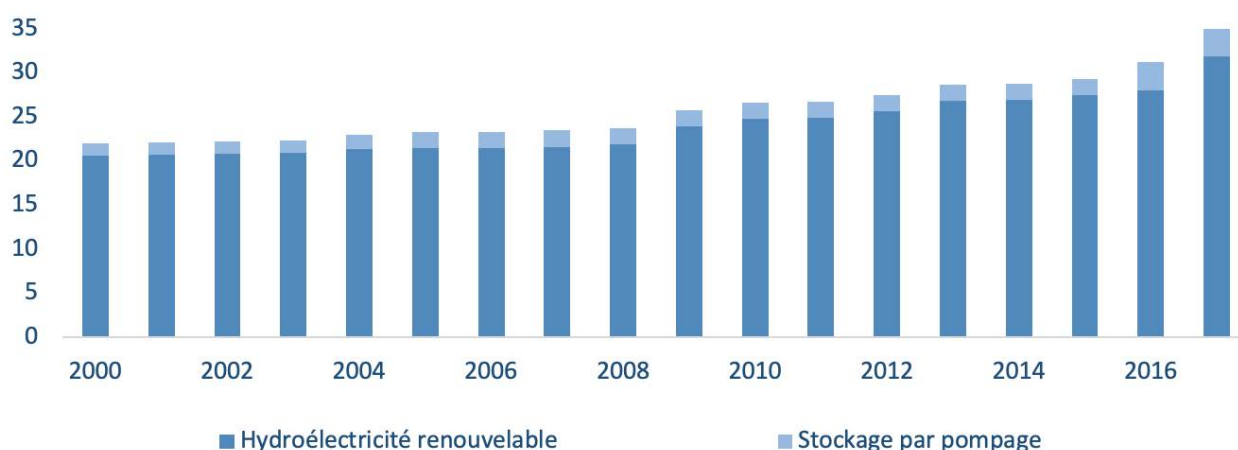
1.2.2. L'énergie hydroélectrique

L'énergie hydroélectrique est la source la plus importante d'électricité renouvelable au monde. Elle produit environ 16% de l'électricité mondiale à partir de plus de 1 200 GW de capacité installée. En Afrique, l'énergie hydroélectrique est depuis longtemps un élément important dans de nombreux systèmes électriques. Son potentiel technique sur le continent est colossal. Il est estimé à 350 GW et pourrait générer près de 1 200 TWh par an, soit 3 fois le niveau de consommation actuelle de l'Afrique Subsaharienne. A lui seul, le bassin du Congo représente 40% du potentiel total hydroélectrique et comprend des pays tels le Congo, la République Démocratique du Congo et le Cameroun. Des opportunités importantes existent, également, dans le bassin du Nil, notamment en Ethiopie et en Egypte, en Afrique australe, plus précisément en Angola et en Afrique du Sud, et en Afrique de l'Ouest, particulièrement en Guinée et au niveau des fleuves du Niger et du Sénégal.

8. Bien que certains résidus doivent être laissés dans le champ pour maintenir la productivité agricole du sol.

Cependant, plus de 90% de ce potentiel demeure inexploité. Actuellement, 35 GW de capacité hydroélectrique est installée en Afrique, soit un dixième de son potentiel identifié (Figure 6). La génération d'électricité à partir de cette ressource en Afrique a connu une croissance annuelle moyenne de 3,1% durant la période 2006-2017. La consommation, quant à elle, a suivi une tendance similaire. L'Éthiopie, l'Afrique du Sud, l'Égypte et l'Angola abritent 37% de la capacité hydroélectrique. Bien que celle-ci demeure en-deçà de son potentiel, la consommation d'hydroélectricité a quand même connu une croissance importante de l'ordre de 3,2% en moyenne par an durant la période 2000-2017, ce qui témoigne des efforts des pays africains à investir en cette technologie.

Figure 6: Capacité hydroélectrique cumulative installée en Afrique (GW)



Source : IRENA

Dans ce sens, de nombreux projets de grandes installations hydroélectriques ont vu le jour. Le Grand Inga Dam Project en République Démocratique du Congo et le Great Renaissance Ethiopian Dam en sont des exemples probants, bien qu'ils soient confrontés à plusieurs défis⁹. Outre les grandes installations hydroélectriques, celles de petites tailles peuvent également être un élément clé du développement local, car leur production est suffisamment stable pour alimenter des activités industrielles au profit des communautés environnantes. Pour les petites installations hydroélectriques, le potentiel estimé est limité à 12 GW et identifié dans des pays, tels que le Kenya, l'Éthiopie, le Mozambique, le Ghana, l'Angola, le Cameroun et le Nigéria. Moins de 5% de ce potentiel (580 MW) est exploité, et les pays ayant les taux d'utilisation les plus élevés sont à nouveau l'Afrique du Sud et la région Afrique du Nord¹⁰.

1.2.3. L'énergie solaire

L'énergie solaire est la source d'énergie renouvelable la plus propre et la plus abondante. Son utilisation reste cependant limitée en comparaison avec l'énergie hydroélectrique. L'énergie solaire produit environ 2% de l'électricité mondiale à partir de 403 GW de capacité installée. Les options de production d'électricité à partir de l'énergie solaire incluent les installations de grandes tailles de

9. Concernant le premier, il y a les problèmes de délais importants dans la construction mais aussi les défis liés au financement. En effet, en 2014, la Banque mondiale a approuvé une subvention de 73 millions USD pour la préparation technique du projet. Cependant, cette subvention a été suspendue en 2016, à la suite d'une « orientation stratégique différente » adoptée par le gouvernement (Banque mondiale 2016). Le développement saccadé du projet de barrage de Grand Inga illustre bien à quel point il est difficile de faire avancer de grands projets hydroélectriques en ASS. Le second projet, en Éthiopie, quant à lui, fait face à des tensions accrues avec l'Égypte.

10. Organisation des Nations unies pour le Développement Industriel et Centre international de la petite hydroélectricité, 2016

type photovoltaïques (PV) et concentré (CSP) ainsi que les installations de petites tailles qui sont plus adaptées à la production d'énergie off-grid. Outre l'électricité, les utilisations de l'énergie solaire comprennent, entre autres, la production de chaleur pour des usages domestiques ou des activités industrielles non intensives, ainsi que pour le refroidissement.

En Afrique, les technologies solaires ont joué un rôle limité dans le secteur de l'énergie historiquement, mais font l'objet d'une attention croissante dans de nombreux pays depuis quelques années. L'Afrique est, en effet, riche en énergie solaire, la majeure partie du continent bénéficiant en moyenne de plus de 320 jours de soleil par an, soit le double du niveau moyen en Allemagne¹¹. Par ailleurs, la distribution du niveau d'irradiance est relativement uniforme et est estimée à près de 2 000 kWh par mètre carré (kWh / m²) par an.

Le potentiel d'énergie solaire en Afrique est, quant à lui, estimé à 10 TW, tandis que la capacité installée s'élève à uniquement 4,1 GW, issue majoritairement du photovoltaïque (Figure 7). Elle est localisée principalement en Afrique du Sud et en Afrique du Nord, qui abritent 80% de cette capacité installée (Figure 8). Cependant, plusieurs pays d'Afrique subsaharienne suivent la tendance. Le Ghana est déjà un marché établi et d'autres sont de plus en plus engagés, comme le Nigéria, qui a récemment émis les premières obligations vertes africaines, et le Kenya qui est considéré comme chef de file de l'innovation dans le domaine des miro-grids et des systèmes solaires autonomes (off-grids).

Figure 7: Capacité solaire cumulative installée en Afrique par type de technologie, GW

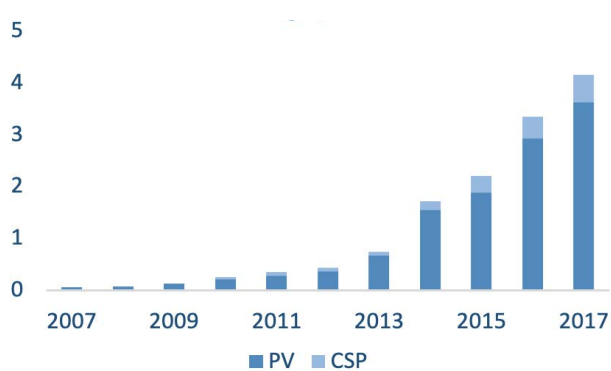
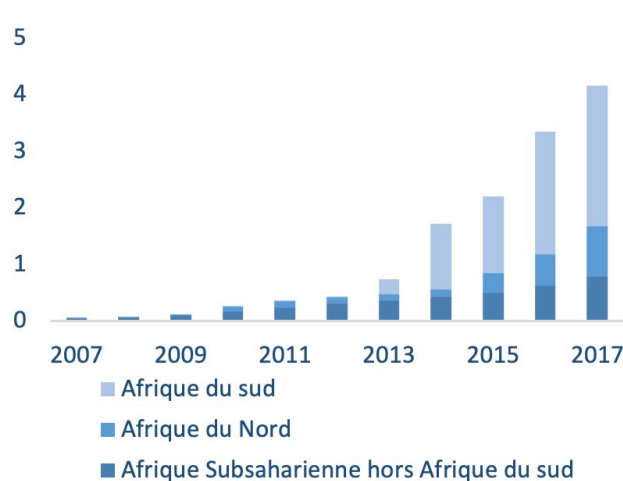


Figure 8: Capacité solaire cumulative installée en Afrique par régions, GW



Source : IRENA

Bien que la génération d'électricité à partir de l'énergie solaire en Afrique est encore faible, en comparaison avec l'énergie hydroélectrique ou éolienne, sa consommation a connu une croissance des plus élevées, estimée à 53% en moyenne par an durant la période 2006-2017. Cela traduit, ainsi, le ferme engagement des pays africains pour le déploiement de l'énergie solaire. A titre d'exemple, le Maroc a franchi une étape déterminante dans l'exploitation à grande échelle de sa ressource solaire, avec l'inauguration du Plan Noor I en 2016. Doté d'une capacité de 160 MW, ce plan est amené à se développer dans les années à venir, avec une capacité additionnelle de 350 MW issue du CSP et 72

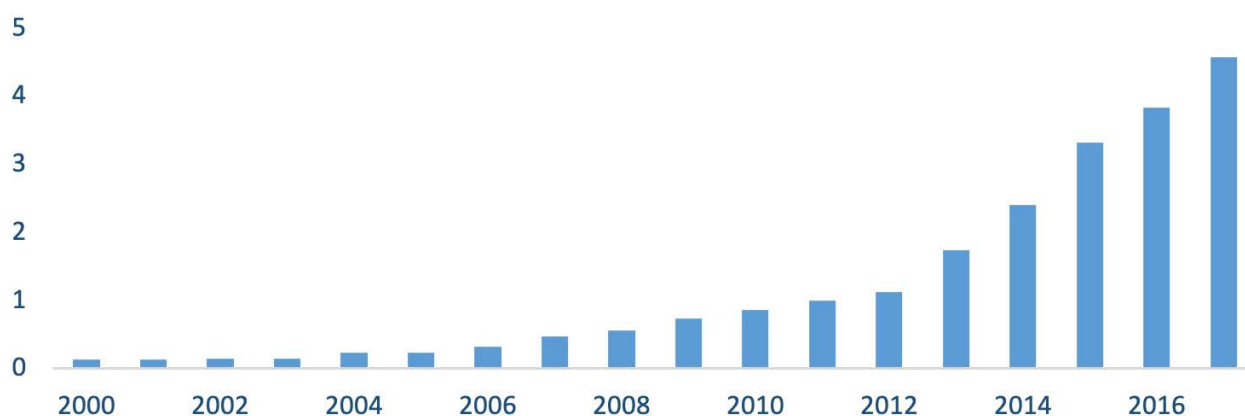
11. European Commission JRC, 2011.

MW issue du PV. D'autres projets sont en construction en Afrique, notamment la centrale de Nzema de 155 MW au Ghana et 150 MW de projets en Afrique du Sud. D'autres pays envisagent aussi des projets de 100 MW ou plus, notamment le Mozambique, le Soudan, le Nigéria et l'Éthiopie.

1.2.4. L'énergie éolienne

A l'échelle mondiale, l'énergie éolienne est l'une des sources d'énergie renouvelable à la croissance la plus rapide. En 2017, sa capacité cumulative a atteint 515 GW, répartie entre 497 GW, pour l'éolien terrestre, et 18 GW, pour l'éolien offshore. L'énergie éolienne représente près de 4% de la production mondiale d'électricité. En Afrique, le potentiel estimé à 1300 MW¹², est considérable mais il est moins uniformément réparti que les ressources solaires. Des ressources éoliennes, de qualité moyenne à élevée, se trouvent dans la majeure partie de l'Afrique du Nord. Du potentiel existe aussi dans la région du Sahel, dans les régions montagneuses de l'Afrique australe (notamment l'Afrique du Sud, Lesotho, Malawi, Zambie) et dans certaines régions de l'Afrique de l'Est, en particulier dans la Corne de l'Afrique et le long de la vallée du Grand Rift (Érythrée, Djibouti, Somalie, Éthiopie, Kenya et Tanzanie).

Figure 9: Capacité éolienne cumulative installée en Afrique (GW)



Source : IRENA

Malgré le potentiel éolien élevé de certains pays africains, la production d'électricité d'origine éolienne est encore limitée, avec une capacité installée estimée à 4,5 GW en 2017 (Figure 9). Malgré cela, et à l'instar de l'énergie solaire, la consommation d'électricité issue de l'énergie éolienne en Afrique a connu une croissance exponentielle de l'ordre de 20% durant la période 2006-2016. Les cinq plus grands marchés de l'énergie éolienne à l'origine de cette croissance sont l'Afrique du Sud, le Maroc, l'Égypte, l'Éthiopie et le Kenya, qui abritent plus de 90% de la capacité installée. Encore une fois, c'est le ferme engagement de ces pays en matière de politique des énergies renouvelables qui a fait la différence. Au Kenya, en particulier, un projet d'envergure est en cours autour du lac Turkana. Une fois achevé, il s'agira du plus grand parc éolien d'Afrique (310 MW de puissance projetée) et du plus grand investissement privé de l'histoire du Kenya (623 millions d'euros)¹³.

12. Mandelli, et al, 2014

13. Banque africaine de développement (BAD) 2014.

En Afrique, l'énergie éolienne installée est principalement onshore, car les solutions offshore sont généralement plus coûteuses, bien que l'éolien offshore est associé à des rendements plus élevés. A l'heure actuelle, il existe un manque relatif de données sur la vitesse des vents offshore permettant une évaluation géo spatiale du potentiel, mais il est clair que cette ressource est un atout à prendre en compte par les pays côtiers.

1.2.5. La géothermie

L'énergie géothermique peut fournir du chauffage, du refroidissement et de la production d'électricité à base de ressources hydrothermales à haute température, de systèmes aquifères à basses et moyennes températures et de ressources de roche chaude. En 2017, la production mondiale d'énergie géothermique s'est élevée à 84,8 TWh, tandis que la capacité cumulée installée a atteint 14 GW.

En Afrique, les technologies géothermiques ne représentent qu'une petite fraction de l'alimentation électrique, mais peuvent constituer une option attrayante. La génération d'électricité issue de la géothermie a ainsi connu une forte croissance durant la période 2000-2016, enregistrant un taux annuel moyen de 17%. Des ressources géothermiques suffisantes existent et sont concentrées dans la vallée du Rift en Afrique de l'Est, avec un potentiel total estimé entre 10 GW et 15 GW. Le coût de production est compétitif par rapport aux combustibles fossiles, et l'énergie géothermique n'est pas caractérisée par les problèmes de variabilité associés à certaines énergies renouvelables.

Le Kenya a, à titre d'exemple, une capacité géothermique installée d'environ 250 MW et 280 autres sont en cours de développement. L'Éthiopie développe, également, et activement, ses ressources géothermiques, sous l'égide du projet énergétique Corbetti, qui vise à accroître sa capacité de 1 GW au cours de la prochaine décennie. Un certain nombre d'autres pays explorent leur potentiel géothermique, à l'instar de la Zambie, de l'Erythrée et du Rwanda, mais les projets rencontrent plusieurs difficultés et leur délai est généralement long.

- En conclusion, bien que le mix énergétique africain demeure dominé par la biomasse traditionnelle et les énergies fossiles, l'utilisation des énergies renouvelables prend de plus en plus d'ampleur, compte tenu de leur vaste disponibilité. Malgré une part encore faible à l'heure actuelle en comparaison avec les ressources fossiles, la production et la consommation d'électricité à partir de sources renouvelables a connu une croissance importante ces dernières années. Etant donné que leur exploitation ne constitue qu'une partie minime de leur potentiel, elles représentent, donc, une fenêtre d'opportunité à saisir pour les développer davantage et en tirer profit.

2. Enjeux et déterminants du déploiement des énergies renouvelables en Afrique

Le potentiel peu exploité des énergies renouvelables en Afrique laisse présager d'importantes évolutions dans ce secteur. C'est une fenêtre d'opportunité qui s'ouvre afin de mieux satisfaire les besoins énergétiques de l'Afrique de manière durable et soutenable, dans un contexte de volatilité des prix de combustibles fossiles, de dépendances des importations énergétiques extérieures et de prise de conscience des conséquences néfastes des émissions de carbone. Cette section explique, d'abord, les enjeux du développement des énergies renouvelables et détaille, ensuite, les principaux facteurs économiques qui détermineraient la hausse de leur déploiement en Afrique dans les années à venir.

2.1. Enjeux des énergies renouvelables en Afrique

Le déploiement élargi des énergies renouvelables en Afrique détient des enjeux importants. Garantir la sécurité de l’approvisionnement de l’énergie est essentiel, pour ne pas freiner la dynamique du développement économique qui est en train de prendre racine en Afrique. En effet, la volatilité des prix des hydrocarbures, la dépendance à l’égard des combustibles fossiles et les perturbations dans leur approvisionnement sont susceptibles d’entraver les activités économiques, particulièrement dans les secteurs à forte densité d’énergie. Ainsi, la chute des prix du pétrole qui a eu lieu en 2014 a eu des répercussions négatives sur les économies des pays producteurs de pétrole de l’Afrique, à l’instar du Nigéria dont la croissance du PIB a chuté de 6,3% en 2014 à 2,5% en 2015.

Un autre enjeu important est celui de l’accès à une énergie qui soit abordable et fiable. Une part importante de la population en Afrique, environ 600 millions d’individus, disposent d’un accès inexistant à l’électricité en 2017 ; et ceux qui y ont accès souffrent de coupures de courant fréquentes. Le taux moyen d’électrification, de 52% pour le continent, recouvre en réalité d’importantes disparités régionales : s’il atteint 100% en Afrique du Nord et 84% en Afrique du Sud, il n’est que de 26% en Afrique centrale (Voir encadré 1). A l’enjeu de l’accès à l’énergie s’ajoute un autre, tout aussi crucial : la décarbonisation du mix énergétique. L’Afrique est considérée comme le continent le plus vulnérable aux effets du changement climatique, bien que sa contribution aux émissions de dioxyde de carbone soit faible, en comparaison avec d’autres pays en développement. Il devient, donc, nécessaire de limiter la part des combustibles fossiles dans le mix énergétique africain et de mettre en place des stratégies de mitigation et d’adaptation climatique.

Par conséquent, le déploiement élargi des énergies renouvelables en Afrique peut s’avérer bénéfique pour les pays du continent à travers l’amélioration de l’indépendance et de la sécurité énergétique, mais aussi à travers la contribution aux actions climatiques et au développement économique soutenable. Dans ce sens, elles pourraient accélérer la transformation socio-économique de l’Afrique, en associant prospérité et qualité de vie. Afin de comprendre les facteurs inhérents à ce développement, la section suivante analyse les principaux déterminants économiques du déploiement des énergies renouvelables.

Encadré 1 – L’électrification en Afrique : Evolutions régionales en 2017

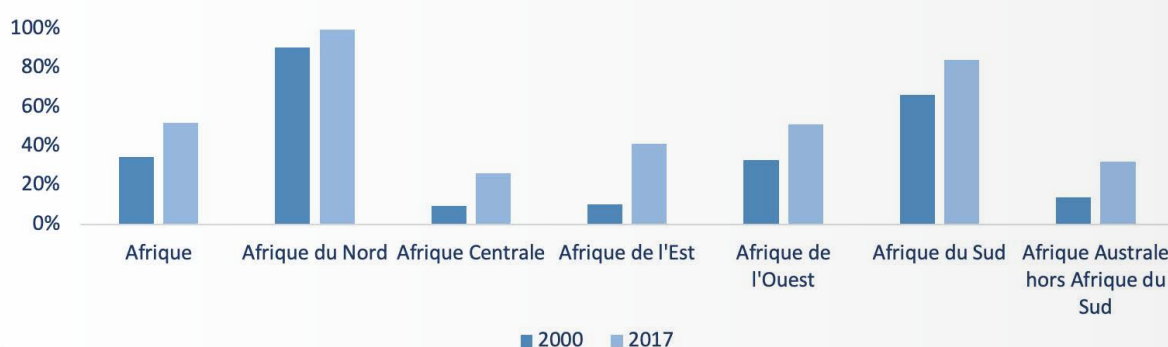
L’Afrique détient le taux d’électrification le plus faible parmi les pays en développement. Il est estimé à 52% en 2016 contre 89% pour les pays en développement d’Asie ou, encore 97% pour les pays de l’Amérique centrale et du sud (Figure 10). Bien que des évolutions positives aient été réalisées- en effet 26 millions d’africains ont gagné l’accès à l’électricité chaque année depuis 2012- les progrès demeurent inégaux parmi les régions. En effet, si le taux d’accès à l’électricité en Afrique du Nord a atteint les 100%, il demeure limité à 43% en Afrique subsaharienne où 588 millions de personnes n’ont encore pas accès à l’électricité. En ce qui concerne la consommation moyenne d’électricité par habitant, elle est de 335 kWh par an (171 kWh hors Afrique du Sud et Afrique du Nord), soit environ 1/7ème du niveau moyen en Chine.

En Afrique de l’Ouest, les taux d’électrification varient entre 10% au Libéria et Guinée-

Bissau et plus de 60% au Nigéria, en Côte d'Ivoire et au Sénégal, et atteignent même 80% au Ghana et Cabo Verde. Malgré un taux relativement élevé, le Nigéria compte 77 millions de personnes n'ayant pas accès à l'électricité, soit le nombre le plus élevé dans cette région. Ce pays a cependant adopté récemment des objectifs pour fournir de l'électricité fiable à 75% de la population d'ici 2020 et 100% d'ici 2030 (Energy Commission of Nigeria, 2013). Le Ghana est un autre pays qui se démarque. Il est considéré comme celui qui a le mieux réussi à améliorer l'accès à l'électricité, après avoir manifesté un engagement politique fort et de longue date depuis le lancement de son programme national d'électrification en 1989.

Les taux d'électrification en Afrique centrale sont caractérisés par de très grandes variations, comptant des niveaux très élevés en Guinée équatoriale (80%) et au Gabon (91%), ainsi que des niveaux très bas en République centrafricaine (3%), au Tchad (8%) et en République Démocratique du Congo (15%). Le Tchad est l'un des nombreux pays où les faibles niveaux d'accès à l'électricité vont de pair avec les faibles taux d'accès aux autres services de base, tels que l'eau potable, les installations sanitaires de base et les routes revêtues. Et ce, en dépit du fait que le pétrole brut soit devenu la principale source de recettes d'exportation du pays. En outre, environ 70 millions de personnes en République Démocratique du Congo n'ont pas accès à l'électricité, alors même que son potentiel hydroélectrique est très important.

Figure 10: Taux d'électrification en Afrique par régions



Source: Agence Internationale de l'Energie

En Afrique de l'Est, près de 200 millions de personnes sont sans électricité, soit environ 60% de sa population, et sont principalement localisés en Ethiopie, Ouganda et au Soudan. Deux pays se démarquent pourtant : le Kenya et le Rwanda. Considéré comme l'un des pays les plus peuplés de cette région, le Kenya a multiplié les efforts depuis l'année 2006 afin de généraliser l'accès à l'électricité, particulièrement dans le milieu rural, d'ici 2030. En 2017, le taux d'électrification a atteint 73%, soit le taux le plus élevé de cette région. Par ailleurs, le taux d'électrification au Rwanda a augmenté rapidement ces dernières années (de 6% en 2000 à 43% en 2017), grâce, entre autres, à son programme de déploiement d'accès à l'électricité qui permet aux ménages à faible revenu de se connecter au réseau électrique sans avoir besoin d'un câblage domestique coûteux.

En Afrique australe, la situation est biaisée par le cas unique de l'Afrique du Sud: à environ 84%, ce pays a l'un des taux d'électrification les plus élevés de l'Afrique subsaharienne continentale. A l'exception de l'Afrique du Sud, le taux moyen d'électrification dans cette

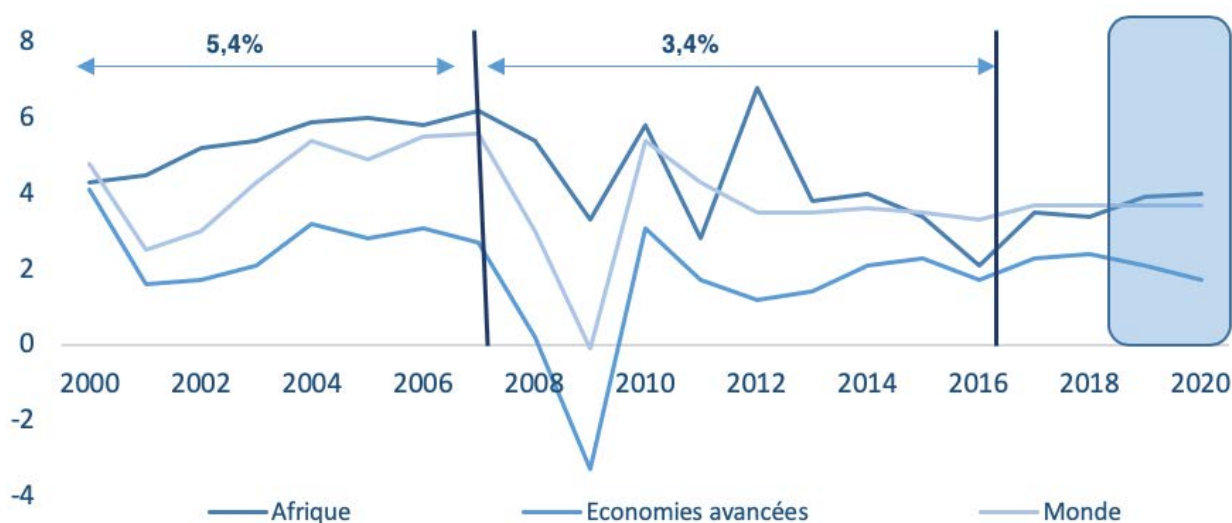
région atteint les 30%. Au Mozambique, environ 28% de la population a accès à l'électricité, que ce soit via le réseau ou via des systèmes mini / hors réseau. L'accès à l'électricité en Tanzanie est passé d'environ 11% en 2000 à 33% en 2017, tandis qu'il se situe à moins de 20% au Malawi.

2.2. Déterminants du déploiement des énergies renouvelables en Afrique

2.2.1. Un dynamisme de l'activité économique

Depuis les années 2000, l'activité économique en Afrique a fait preuve d'un dynamisme remarquable. En dépit des coups portés par la crise économique et financière de 2008, et par la chute des prix des matières premières de 2014, le continent africain a continué d'afficher une croissance économique robuste, malgré un léger ralentissement. En effet, la croissance du Produit Intérieur Brut (PIB) réel est passée de 5,4% durant la période 2000-2007 à 3,4% en moyenne par an durant la période 2008-2017 (Figure 11). D'après les prévisions¹⁴, l'activité économique devrait reprendre à la hausse progressivement, pour atteindre 4% d'ici 2020. Cette reprise progressive est tirée par les exportations et la consommation privée, du côté de la demande, et par un rebond de la production agricole et d'une augmentation de la production minière et des services dans certains pays, du côté de l'offre¹⁵.

Figure 11: Croissance du PIB réel entre 2000 et 2020



Source : World Development Indicators

Le PIB de l'Afrique a, en outre, atteint 5,7 trillions de dollars¹⁶ en 2017, soit plus que le double qu'en 2000. D'après la littérature empirique, ce constat joue en faveur du déploiement des énergies renouvelables, car des revenus plus importants permettraient aux pays de mieux gérer les coûts de développement des technologies d'énergies renouvelables et de garantir un soutien plus important aux coûts des politiques publiques de promotion et de réglementation de ces dernières¹⁷.

14. Fonds Monétaire International (FMI) et Banque Mondiale (BM).

15. D'après Africa's Pulse, No. 19 (2019).

16. Dollars constant PPA (Parité de Pouvoir d'Achat).

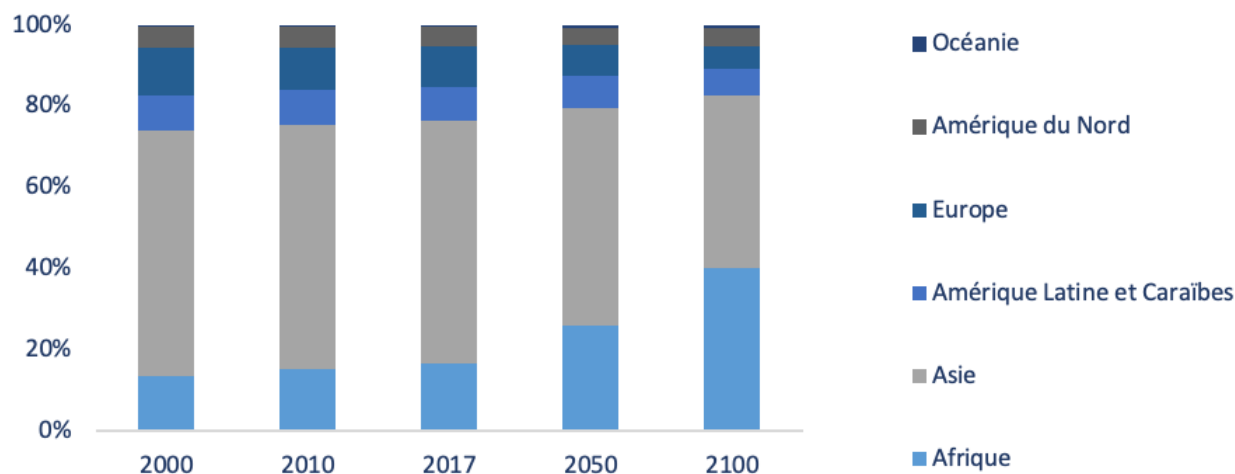
17. Sadorsky, 2009 ; Menegaki, 2011 ; Ohler et Fetters, 2014 ; da Silva, Cerqueira et Ogbe, 2018.

Cependant, ce constat est à nuancer car les données agrégées au niveau du continent masquent d'importantes disparités entre les pays, étant donné la diversité du continent¹⁸. Aussi, les perspectives de croissance en Afrique sont confrontées à quelques risques. Sur le plan extérieur, ces risques concernent un ralentissement de la croissance des économies avancées et des marchés émergents, notamment les États-Unis, l'Union européenne (UE) et la Chine, qui peuvent affecter les performances des pays africains, la recrudescence des tensions commerciales ainsi qu'une chute soudaine des cours des matières premières. Au niveau continental, ces risques comprennent un affaiblissement de l'assainissement budgétaire, une fréquence accrue d'aléas climatiques extrêmes et une aggravation de la situation sécuritaire, en particulier dans les pays caractérisés par un contexte fragile.

2.2.2. Une croissance démographique soutenue

Outre le dynamisme de l'activité économique, l'Afrique connaît une croissance démographique rapide avoisinant les 2,5% en moyenne par an pendant la période 2000-2017, qui est nettement supérieure à la moyenne mondiale de 1,2%. La population d'Afrique a ainsi augmenté de 816 millions de personnes depuis l'année 2000 pour atteindre environ 1,2 milliard de personnes en 2017, et devrait doubler d'ici 2050, selon les estimations des Nations unies pour constituer 26% de la population mondiale (Figure 12). Cette augmentation considérable est principalement concentrée en Afrique de l'Ouest et en Afrique de l'Est qui représentent respectivement 30% et 23% de la population totale en Afrique.

Figure 12: Population mondiale par régions



Source: Nations Unies

La dynamique démographique africaine a des implications majeures pour le développement du secteur de l'énergie. En effet, d'un point de vue économique la croissance soutenue de la population en Afrique ouvre de nouvelles perspectives économique, telles que l'augmentation de la population en âge de travailler et de la main-d'œuvre disponible, mais d'un point de vue énergétique, elle amplifie les nombreux défis déjà existants, comme l'accès moderne et fiable à l'énergie (Voir encadré 1).

18. A titre d'exemple, le Nigéria, l'Afrique du Sud et l'Égypte, qui sont considérés comme les économies les plus importantes d'Afrique, ont représenté près de 48% du PIB réel du continent en 2017, alors que des pays tels que le Togo, la Sierra Leone, le Lesotho, le Libéria, le Burundi, le Cabo Verde, la République Centrafricaine, la Guinée-Bissau, la Gambie et les Comores qui, ensemble, ont constitué moins de 1% du PIB durant la même année.

Dans ce sens, la généralisation de l'accès à l'énergie passe, entre autres, par l'amélioration de l'état, relativement insuffisant, des infrastructures énergétiques existantes¹⁹ et le recours aux énergies renouvelables modernes, en particulier l'hydroélectricité et l'énergie solaire. En effet, les initiatives des installations de mini et hors réseaux (mini et off-grid) prennent de plus en plus d'ampleur dans de nombreux pays africains devenant, ainsi, le moyen le plus populaire et le moins cher pour fournir de l'électricité, notamment aux communautés rurales.

Il est toutefois vrai que l'effet des mutations démographiques sur le déploiement des énergies renouvelables peut paraître incertain, car les besoins énergétiques additionnels dus à la croissance démographique pourraient être fournis, aussi bien par des sources d'énergie traditionnelles que par des sources d'énergies renouvelables²⁰. Cependant, si on tient compte du facteur de la soutenabilité de l'environnement et de la durabilité de l'environnement, il est indéniable que ces énergies ont leur rôle à jouer.

2.2.3. Une demande d'énergie en hausse

Le dynamisme de l'économie du continent, conjugué à l'accroissement de sa population et à l'urbanisation rapide, exerce une pression exacerbée sur sa demande énergétique qui devrait continuer de croître dans les années à venir. A l'horizon de 2040, elle est estimée à 1 299 Mtep, traduisant un taux de croissance annuel moyen de 2%, soit l'un des plus élevés parmi les régions du monde, après l'Asie du Sud-Est et le Moyen Orient²¹. Cette demande peut être satisfaite, soit à travers des sources d'énergie traditionnelles, soit à travers des sources d'énergies renouvelables, ou d'une combinaison des deux.

Tableau 1 : Part et taux de croissance des énergies non renouvelables et renouvelables dans la demande d'énergie primaire en Afrique par régions

	Afrique du Nord		Afrique Subsaharienne		Afrique		TCAM (%)* 2017-2040
	2012	2040	2012	2040			
Gaz	46%	47%	Bioénergie	61%	47%	Enr. renouvelables	10,1%
Pétrole	48%	35%	Pétrole	15%	17%	Nucléaire	4,7%
Enr. renouvelables**	1%	12%	Charbon	18%	15%	Gaz	3,3%
Charbon	2%	4%	Gaz	4%	11%	Pétrole	2,1%
Bioénergie	2%	3%	Enr. renouvelables	2%	9%	Bioénergie	1,0%
Nucléaire	0%	0%	Nucléaire	1%	1%	Charbon	-0,1%

Source : Agence Internationale de l'Énergie

*Taux de croissance annuel moyen. ** Energies renouvelables, y compris l'hydroélectricité.

19. Cela nécessitera une main-d'œuvre qualifiée ayant des compétences, non seulement dans le secteur de l'énergie, mais aussi dans le secteur des politiques publiques, des réglementations et de la gestion de projets.

20. Carley, 2009; Marques et al. 2010.

21. Agence Internationale de l'Énergie (AIE), 2018.

Il est indubitable que la bioénergie et les ressources énergétiques non renouvelables continueraient à dominer la demande énergétique primaire du continent africain d'ici 2040 (Tableau 1). En effet, en Afrique du Nord, le gaz naturel, principalement utilisé pour la génération d'électricité, constituerait la plus grande part de la demande énergétique estimée à 47% en 2040. Il serait suivi par le pétrole, dont la part dans la demande énergétique reculerait à 35%, le charbon (4%) et la biomasse (3%). En Afrique subsaharienne, malgré l'augmentation des revenus, la bioénergie continuerait de régner sur la production d'énergie primaire, bien que sa part diminuerait de 61% en 2012 à 47% en 2040. La demande de pétrole augmenterait et représenterait 17% de la demande totale en énergie, dépassant celle de charbon qui diminuerait de 18% à 15% et resterait concentrée en Afrique du Sud. Parmi les combustibles fossiles, la demande de gaz naturel est celle qui augmenterait le plus, portée par le Nigéria, avec une croissance moyenne annuelle de près de 6%.

Cependant, d'après les prévisions, les énergies renouvelables autres que la bioénergie, vu leur vaste disponibilité sur le continent africain, joueraient un rôle bien plus prépondérant qu'aujourd'hui pour satisfaire la demande énergétique du continent. Elles passeraient de 2% du mix énergétique, en 2012, en Afrique, toutes régions confondues, à 10% en 2040. Elles enregistraient aussi un taux de croissance annuel moyen de 10,1% durant la période 2014-2040, soit le taux le plus élevé parmi l'ensemble des combustibles, y compris le pétrole et le gaz. En Afrique du Nord, par exemple, la demande pour les énergies renouvelables dépasserait même celle du charbon de 8 points de pourcentage.

2.2.4. Des coûts technologiques de plus en plus compétitifs

Le progrès des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité est une réalité de moins en moins controversée. Elle démontre l'impact fructueux des politiques publiques²² sur le déploiement et la réduction des coûts des technologies renouvelables, les rendant ainsi de plus en plus compétitives dans un nombre croissant de pays. En effet, au niveau mondial, les modules photovoltaïques solaires sont 80% moins chers qu'en 2009. Le coût moyen de production d'électricité est ainsi estimé à 0,1 \$/kWh, en 2017, contre 0,36 \$/kWh en 2010²³. Un constat similaire est observé pour l'éolien terrestre, dont le coût moyen a chuté de 22% durant la période 2010-2017 pour s'établir à 0,06 \$/kWh. En Inde, et en Chine, en particulier, le coût moyen de l'électricité de la plupart des centrales solaires photovoltaïques et éoliennes terrestres ont été inférieures à ceux des nouvelles centrales de gaz naturel en 2017, mais sont restées supérieures à ceux des centrales de charbon. Aux Etats-Unis, dans l'Union européenne et au Brésil, les coûts moyens des projets d'éolien terrestre ont été déjà inférieurs à ceux des nouvelles centrales au charbon.

En Afrique, aussi, les coûts des technologies renouvelables diminuent rapidement²⁴. En effet, selon la base de données IRENA Costing Alliance, le coût de revient total des projets d'énergie solaire en Afrique en 2013 et 2014 ont varié entre 0,13 et 0,26 USD par kilowatt-heure (kWh). En Afrique du Sud, le coût le plus bas pour les systèmes photovoltaïques utilitaires a été inférieur à 0,075 USD par kWh, ce qui compte parmi les projets photovoltaïques les plus compétitifs en Afrique. L'énergie éolienne dans ce pays a aussi été sous-traitée à des prix inférieurs de 17% aux prix prévus pour les deux nouvelles centrales au charbon du pays.

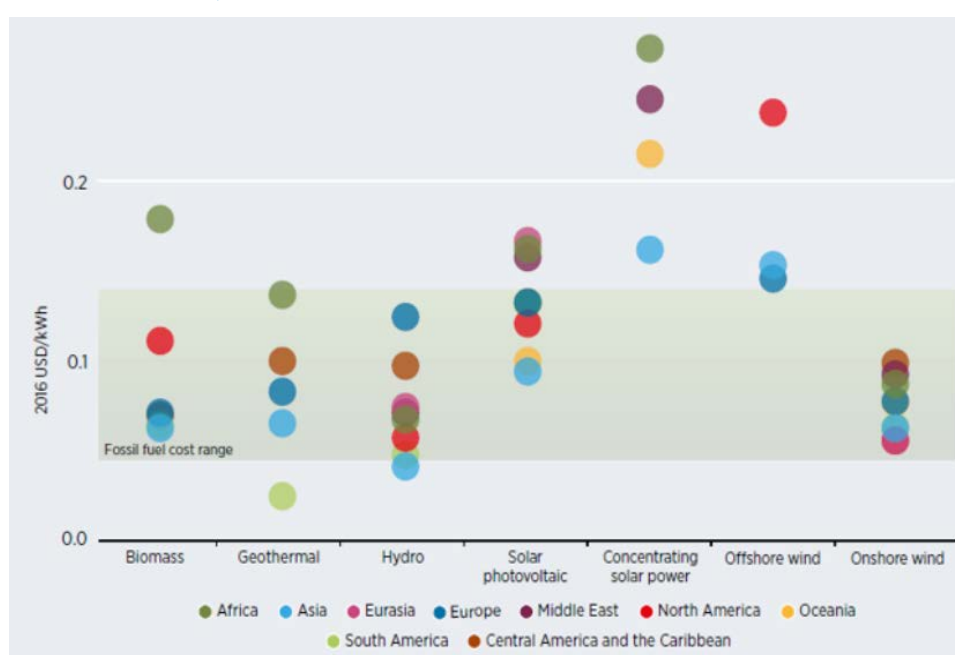
22. De nombreuses études (Marques & Fuinhas, 2012; Maria et Bernauer, 2014; Stadelmann et Castro, 2014) ont expliqué comment les politiques publiques sont l'un des principaux facteurs de croissance des énergies renouvelables à travers des mesures, telles que les subventions, les politiques de quotas, les investissements directs, la recherche et le développement, ainsi que les tarifs de rachat.

23. Dollars américains aux prix de 2016.

24. RES4Africa, 2016.

A l'échelle continentale, les coûts moyens de production d'électricité pour l'hydroélectricité et l'éolien terrestre se situent déjà dans la fourchette de coût des énergies fossiles. Les coûts pour la géothermie et le solaire PV s'en rapprochent, tandis que le solaire CSP demeure nettement plus cher (Figure 13). Il est, toutefois, important de rappeler que le coût moyen de production d'électricité n'est pas le seul indicateur de la compétitivité entre les combustibles fossiles et les énergies renouvelables. Les décisions d'investissement dans de nouvelles capacités de production d'énergie, impliquent un processus décisionnel complexe qui prend en compte divers risques et avantages - pas seulement le coût moyen de production - et dépend fortement de cadres de marché et de réglementations spécifiques.

Figure 13: Coût moyen pondéré de l'électricité par région par type de technologie renouvelable, 2017



Source : IRENA Renewable Cost Database

- En conclusion, le déploiement des énergies renouvelables en Afrique détient des enjeux importants. Au cours de ces deux dernières décennies, le continent a, en effet, connu une croissance soutenue, aussi bien en termes de PIB que de population. Cette croissance devrait entraîner une hausse de la demande en énergie primaire que les ressources d'énergie fossile peineront à satisfaire. Si la baisse des coûts technologiques des énergies renouvelables observée à l'échelle mondiale se traduit de manière plus prononcée en Afrique, les énergies renouvelables seront alors amenées à jouer un rôle important dans le paysage énergétique africain.

3. Promotion des investissements dans les énergies renouvelables en Afrique

La généralisation de l'accès à l'énergie moderne en Afrique, grâce aux ressources renouvelables, nécessite la mobilisation de financements importants ainsi qu'un engagement ferme des différents pays du continent. Cette section présente, dans une première partie, un aperçu des dernières tendances de financement pour les infrastructures énergétiques en Afrique. Elle discute, ensuite, les

principaux défis qui entravent l'accroissement des investissements dans les énergies renouvelables en particulier, et conclut par des recommandations.

3.1. Tendances de financement des infrastructures énergétiques en 2017

Le total des engagements en faveur des infrastructures globales en Afrique est estimé à 81,6 milliards de dollars en 2017²⁵, enregistrant, ainsi, le niveau le plus élevé depuis 2010. Bien qu'il s'agisse d'une hausse importante par rapport à l'année précédente, où ces engagements se sont établis à 66,9 milliards de dollars, cela demeure insuffisant pour répondre aux besoins du continent²⁶. Le secteur de l'énergie est le deuxième destinataire des investissements en infrastructures, après le secteur du transport. En 2017, le total des engagements pour le secteur de l'énergie a atteint 24,7 milliards de dollars, réalisant une hausse importante par rapport aux 20,6 milliards de dollars de l'année précédente, mais toujours en deçà des 33,5 milliards de dollars enregistrés en 2015.

Figure 14: Financement total du secteur de l'énergie par source, 2017

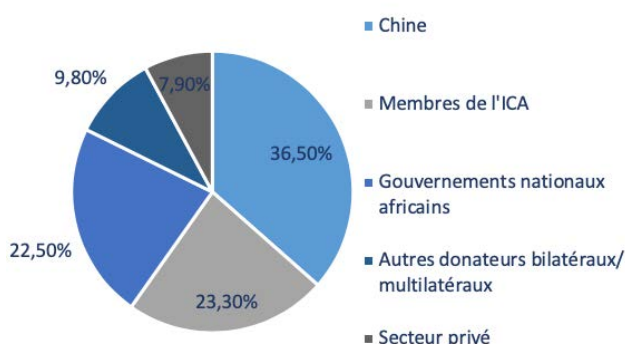
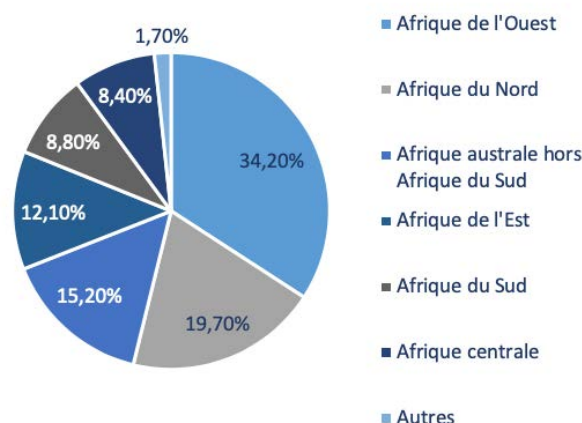


Figure 15: Financement total du secteur de l'énergie par région, 2017



Source: Consortium pour les infrastructures en Afrique

La croissance des engagements en faveur du secteur de l'énergie est due à la hausse des financements chinois, des investisseurs privés et des États africains. Dans ce sens, les financements des États africains sont passés de 4,4 milliards de dollars, en 2016, à 5,6 milliards de dollars, en 2017 (Figure 14). Au niveau régional, l'Afrique de l'Ouest a été la destination qui a reçu le plus d'engagements pour ses infrastructures énergétiques, toutes sources confondues, représentant 34% du total, soit 8,5 milliards de dollars. Elle est suivie par l'Afrique du Nord (19,7%), l'Afrique australe (15%) et l'Afrique de l'Est (Figure 15).

En ce qui concerne les investissements dans les énergies renouvelables, ils ont totalisé 9 milliards de dollars, entièrement dédiés à la génération d'électricité. Les tendances en Afrique sont cependant

25. D'après le Consortium pour les Infrastructures en Afrique.

26. En effet, d'après le Consortium, les besoins de l'Afrique en infrastructures se situent entre 130 et 170 milliards de dollars par an, tandis que le déficit de financement se situe entre 68 et 108 milliards de dollars.

hétérogènes. L'Égypte s'est positionnée en tant que leader africain, en enregistrant 2,6 milliards de dollars d'investissement en 2017. Environ 1,3 GW de ses projets solaires ont atteint leur clôture financière, tandis qu'un projet éolien colossal, d'une capacité 263 MW et d'un investissement de 400 millions de dollars, a été investi dans le golfe de Suez. L'Afrique du Sud, en revanche, a été un marché moins performant. Les engagements dans ce pays ont chuté de 844 millions de dollars en 2016 à 102 millions de dollars en 2017, en raison de l'incapacité de l'utilitaire d'État Eskom à signer des contrats d'achat d'électricité pour des projets renouvelables contractés aux enchères.

Afin de bénéficier du potentiel riche des énergies renouvelables en Afrique, il devient donc nécessaire pour les pays africains de résoudre les défis liés au financement afin d'accroître les investissements pour les projets en énergies renouvelables.

3.2. Défis pour l'accroissement des investissements dans les énergies renouvelables en Afrique

3.2.1. Défis liés au financement et à la rentabilité

A l'instar de la plupart des projets d'infrastructure, les projets d'énergie renouvelable nécessitent d'importantes ressources financières et une longue période de construction et de retour sur investissement. Mobiliser des fonds pouvant être investis dans de tels projets demeure un défi de taille pour l'Afrique²⁷.

Un premier défi réside dans la compétition des projets d'énergies renouvelables, avec les projets d'énergies fossiles. Cela est particulièrement le cas pour les projets d'énergies solaire et éolienne. Bien que leurs prix aient considérablement diminué ces dernières années, leurs coûts de production à l'heure actuelle restent plus chers que ceux des combustibles fossiles. Une des raisons expliquant ce constat est que les parties prenantes ne prennent généralement pas en compte les coûts implicites associés aux projets d'énergie fossiles dans leurs évaluations, tels que les coûts sociaux et environnementaux (pollution, dégradation des sols, effets néfastes sur la santé)²⁸. Cela ferait, donc, apparaître les projets d'énergies solaire et éolienne plus chers qu'ils ne le sont réellement. Un autre désavantage réside dans les subventions aux combustibles fossiles que la plupart des pays africains accordent, ce qui leur confère un avantage concurrentiel encore plus grand par rapport aux énergies renouvelables aux yeux des investisseurs.

Un second défi réside dans le profil d'investissement des énergies renouvelables qui est drastiquement différent de celui des énergies fossiles. En effet, les projets d'énergie renouvelables nécessitent des investissements importants en amont, bien que leurs coûts d'exploitation sont ensuite réduits. Aussi, les investisseurs doivent être convaincus que le projet sera rentable et réalisera les performances proposées pendant la période de financement. Or, les marchés obligataires et les marchés de capitaux en Afrique sont relativement peu encore développés et les marchés de capitaux étrangers sont difficiles à exploiter, étant donné que les notations de crédit souverain de la plupart des gouvernements africains sont médiocres. Par conséquent, les risques de financement sont beaucoup plus élevés pour les projets d'énergies renouvelables, puisque les investisseurs sont exposés à un risque plus élevé si le projet échoue dans sa phase initiale.

27. En Afrique, les énergies renouvelables sont principalement utilisées pour la production d'électricité, leur rôle dans les secteurs du transport et de la production de chaleur étant encore minime.

28. WEC, 1998; Handerson, 2007; Brown et al, 2012

Un troisième défi concerne le risque de change qui est une source de préoccupation majeure pour les investisseurs. En effet, une part importante des dépenses d'investissement, des salaires et dépenses des travailleurs étrangers, est souvent libellée dans une ou plusieurs monnaies étrangères, tandis que les recettes, les dépenses de fonctionnement et les salaires des travailleurs locaux sont exprimés en monnaie locale. Ainsi, lorsque les monnaies locales dans lesquelles sont perçus les revenus de l'emprunteur se déprécient, le respect des obligations de l'emprunteur en devises, telles que le dollar, peut devenir encore plus difficile.

3.2.2. Défis liés aux procédures administratives, à la réglementation et aux politiques publiques

Une autre catégorie d'obstacles comprend le manque de capacités des gouvernements à développer et à mettre en place le cadre administratif adéquat pour favoriser les investissements dans les projets d'énergie renouvelable et leur exécution. D'une part, les parties prenantes, en particulier les décideurs, les financiers et les banquiers seraient réticents à financer ces projets, vu leur manque d'expérience et de familiarité avec ces derniers. D'autre part, les retards dans les délais de développement de projets, qui sont déterminants pour la viabilité d'un projet d'infrastructure en général, et à fortiori pour un projet d'énergie renouvelable, ont tendance à décourager les investisseurs.

En outre, le manque de rapidité et de clarté dans les procédures et les processus décisionnels, qui sont essentiels à la création d'un bon environnement d'investissement, peuvent freiner les financements des projets d'énergie renouvelable. Le manque de clarté concernant les lois et les règles du contrôle foncier peut, à titre d'exemple, être un défi complexe dans ce cadre. Dès lors, les ministères et organismes locaux impliqués dans le projet doivent être réactifs lorsqu'ils traitent avec le développeur du projet, afin de ne pas réduire la marge pour l'investisseur. Dans ce sens, des régulations claires, un mécanisme de paiement fiable, une bonne conception du marché et des règles d'accès au réseau transparentes sont essentiels pour attirer les investissements dans le secteur des énergies renouvelables.

Par ailleurs, les modifications imprévues des politiques énergétiques, des procédures, de conception du marché ou de l'accès au réseau peuvent sérieusement entraver le développement de ces projets. A titre d'exemple, lorsque des nouvelles procédures sont introduites de manière imprévue, elles risquent de générer des problèmes de réglementation dans la mesure où elles peuvent causer des retards de paiement. En outre, le manque de clarté dans la planification de la croissance de la demande à moyen et à long terme; d'ajout de capacité; de construction de réseaux et d'infrastructures; et des objectifs environnementaux (liés au climat ou à la pollution atmosphérique) auront tendance à décourager les investisseurs.

Aussi, la capacité de l'infrastructure de réseau local à gérer le rendement des projets d'énergies renouvelables est un élément essentiel pour les développeurs. Les règles relatives à l'acquisition de connexions de réseau, de codes de réseau, de priorité d'émission et de compensation de réduction sont quelques-uns des nombreux problèmes qui minent souvent les projets de développement d'un programme national d'énergies renouvelables.

De plus, des défis liés à la gouvernance sont également souvent cités en ce qui concerne le développement des projets d'énergies renouvelables en Afrique. Ces défis comprennent les risques réglementaires, notamment une bureaucratie complexe, la corruption ainsi que les risques de stabilité

politique. Ceci ajoute aux nombreuses difficultés rencontrées par les projets d'énergies renouvelables en Afrique, comme c'est le cas dans de nombreux pays en développement pour lever des fonds destinés à l'investissement dans les énergies renouvelables²⁹.

3.3. Recommandations

3.3.1. Atténuation des risques liés au financement et à la profitabilité

Accroître les investissements dans les projets d'énergies renouvelables et palier aux défis de financement nécessitent la mise en place de mesures et de politiques publiques adéquates, afin de permettre aux gouvernements de traduire efficacement les objectifs nationaux en mises en œuvre locales.

Afin d'atténuer les risques dits liés aux acquéreurs, une garantie d'un Etat souverain peut être utilisée s'ils sont jugés non solvables, afin de réduire le coût de projet, réduisant ainsi son profil de risque et le rendant plus attractif aux investisseurs. En Afrique, cependant, un Etat souverain n'est souvent pas solvable. Dans ce cas, les banques de développement peuvent intervenir et fournir des garanties.

Par ailleurs, sur les marchés où les acquéreurs traditionnels (municipalités et services publics nationaux) ont une capacité limitée pour satisfaire les investisseurs, autoriser les ventes à des tiers pourrait être un moyen de stimuler davantage l'investissement. Le cas du parc éolien Cabeolica à Cabo Verde en est un exemple probant. Mis en service en 2011, il est développé par la société privée InfraCo Africa, avec le soutien du gouvernement de Cabo Verde et de son service public national, Electra. Ce dernier, n'ayant aucune notation de crédit, un mécanisme de garantie par l'acheteur s'imposait pour garantir l'équité nécessaire au développement du projet. Un fort soutien gouvernemental, en plus de documents de prêt signés avec la Banque européenne d'investissement (BEI) et la Banque africaine de développement (BAD), a suffi à rassurer les investisseurs extérieurs.

En ce qui concerne les risques de change liés aux projets d'énergies renouvelables, de nombreux instruments d'atténuation existent. Plusieurs institutions financières publiques, telles que le Fonds d'échange de devises et GuarantCo, offrent des couvertures de change³⁰. Mais celles-ci sont généralement considérées assez coûteuses, ce qui alourdit considérablement les coûts globaux des projets. La stratégie d'atténuation la plus courante consiste, donc, à proposer des accords d'achat d'électricité en devises étrangères, généralement en dollar américain. Les institutions financières internationales peuvent jouer un rôle dans la fourniture d'instruments de couverture. Elles peuvent, également, aider dans la souscription, de tout ou d'une partie, du risque transféré du promoteur du projet au preneur de la transaction, lorsque les accords d'achat d'électricité sont liés à des devises « fortes », telles que le dollar américain ou l'euro³¹. En outre, la variabilité des conditions financières des nouvelles dettes ou la fluctuation des flux d'intérêt peuvent être atténuées au moyen d'instruments dérivés, tels que les contrats à terme³² et les swaps de taux d'intérêt.

29. Hussein M, 2019.

30. IRENA, 2016.

31. IRENA, 2016.

32. Les contrats à terme de gré à gré sont des accords entre deux parties, l'une des parties payant l'autre pour geler un taux d'intérêt pendant une période prolongée.

3.3.2. Atténuation des risques liés aux procédures administratives, à la réglementation et aux politiques publiques

Afin de faire face aux défis administratifs, il serait pertinent d'établir une entité publique capable d'assister les investisseurs dans la coordination administrative et les exigences de permis pour, justement, promouvoir de nouveaux investissements. L'Agence marocaine MASEN et l'agence de développement de la Zambie (ZDA) sont des exemples probants de ces mesures d'atténuation. Par ailleurs, pour contrer les risques fonciers, l'introduction d'une garantie gouvernementale en cas de litige foncier concernant la désignation de zones propices au développement des énergies renouvelables peut avoir un impact positif considérable sur la réduction du délai de mise sur le marché. Le dialogue, et un engagement proactif avec les propriétaires fonciers et les communautés, constituent un autre moyen de résoudre de manière proactive les problèmes de régime foncier et d'acceptation sociale des énergies renouvelables.

En outre, mettre en place un système de réglementation solide, et un cadre juridique efficace, est primordial pour établir des politiques saines en matière d'énergie renouvelable. De ce fait, les décideurs et les régulateurs devraient envisager une stratégie énergétique axée sur trois principes fondamentaux: la durabilité environnementale, la sécurité d'approvisionnement et l'accessibilité économique. Si ces conditions ne sont pas réunies, la conception des politiques publiques peut être déséquilibrée et l'acceptation du public compromise. Toutes ces choses sont susceptibles d'avoir des effets négatifs sur le processus d'investissement dans les énergies renouvelables.

Dans ce sens, les pays africains doivent établir et maintenir des politiques claires à long terme et de n'apporter que des changements de politique graduels, annoncés bien en avance. Ces mesures permettront d'établir un bilan clair et de renforcer la confiance dans le marché. En effet, les changements rétroactifs fréquents risquent de décourager les investissements pendant un certain temps, en minant la confiance dans le marché. Par ailleurs, pour maximiser la compétitivité des énergies renouvelables, il est crucial d'établir des mécanismes de paiement bien définis. Les programmes de vente aux enchères pour les nouvelles capacités renouvelables se sont révélés être la meilleure option pour cela. Ces programmes peuvent, en effet, fournir des formats standard capables de réduire les coûts de temps et de transaction.

D'autre part, la régulation du réseau d'électricité est également importante le processus d'acquisition de connexions au réseau, l'établissement et l'application de codes de réseau, les dispositions transparentes en matière de priorité d'expédition, les services de réseau et les systèmes de compensation des réductions doivent être, chacun, sous la responsabilité d'un organisme de réglementation unique, et clarifié au préalable, avant la connexion des premiers projets, et modifié ou mis à jour périodiquement de manière non rétroactive, en réponse à la consultation des parties prenantes et à l'évolution du système électrique dans son ensemble.

- En conclusion, à l'instar des autres projets d'infrastructures, attirer des financements pour les projets d'énergies renouvelables constitue, encore, un obstacle en Afrique. Résoudre ces défis nécessitera un engagement fort des pays africains, afin de mettre en place des cadres financier, juridique et réglementaire adéquats.

Conclusion

La généralisation de l'accès à l'énergie moderne est un enjeu de développement majeur pour les pays africains. Alors que d'importantes réserves d'hydrocarbures existent, des sources d'énergies renouvelables, telles que le solaire, l'éolien, l'hydroélectricité et la géothermie abondent, offrant au continent une diversité en termes de ressources énergétiques. Si pendant longtemps, la bioénergie traditionnelle et les énergies fossiles ont constitué l'option privilégiée, le recours aux énergies renouvelables prend de plus en plus d'ampleur.

A l'échelle mondiale, la compétitivité croissante des technologies renouvelables est le moteur de la révolution énergétique. Un énorme potentiel existe, aussi, dans les marchés émergents à l'instar de l'Afrique, où les énergies renouvelables sont amenées à jouer un rôle clé pour l'électrification du continent. A cet égard, la technologie photovoltaïque attire d'ores et déjà de nouveaux investisseurs, afin de fournir une électricité bon marché hors du réseau (off-grid).

La diversification du mix énergétique africain, et la hausse de l'utilisation des énergies renouvelables ne se justifie pas seulement par des considérations économiques qui peuvent varier d'un pays à l'autre. Les technologies des énergies renouvelables sont, en outre, des sources d'énergie non polluantes, qui ne contribuent pas au problème du changement climatique. Par ailleurs, elles ont le potentiel d'attirer des investissements importants, de contribuer à la création d'emplois et à la croissance des économies locales, tout en les protégeant des aléas des marchés internationaux des prix des produits de base, dont le pétrole.

Toutefois, le secteur de l'énergie de la plupart des pays africains accuse un retard, en ce qui concerne la définition de voies claires pour le développement des énergies renouvelables, notamment en termes de cadres juridiques, d'incitations et de soutien au développement du secteur privé. En effet, le marché des technologies renouvelables, à lui seul, et malgré des prix record pour les énergies éoliennes et les solaires, s'est révélé jusqu'à présent insuffisant pour étendre les avantages des énergies renouvelables au-delà des grands marchés établis. Une intervention des gouvernements, des institutions financières internationales, travaillant en partenariat avec les secteurs de l'industrie et de l'investissement concernés, peut ainsi contribuer à accélérer le rythme et l'ampleur des investissements. Par conséquent, il devient pressant pour les gouvernements africains d'envoyer des signaux clairs aux investisseurs, afin d'instaurer un environnement favorable, régi par un cadre législatif et administratif cohérents.

Références

Ado, A. (2018). Overcoming the Challenges of Financing Utility Scale Renewable Energy Projects in Nigeria. International Association for Energy Economics. First quarter.

African Development Bank. (2018). African Economic Outlook. Africa's Infrastructure: Great Potential but Little Impact on Inclusive Growth. Chapter 3.

Aguirre, M. and Ibikunle, G. (2014). Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis. *Energy Policy*, 69, pp.374-384.

Aliyu, A., Modu, B. and Tan, C. (2018). A review of renewable energy development in Africa: A focus in South Africa, Egypt and Nigeria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, pp.2502-2518.

Apergis, N., Payne, J. E. (2010). RE consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(1), 656-660.

Avila, N., Carvalho, JP., Shaw, B., Kammen., D. (2017). Le défi énergétique en Afrique subsaharienne; Guide pour les défenseurs et les décideurs. Première partie: Produire l'énergie pour un développement durable et équitable. OXFAM Research Backgrounder.

British Petroleum. (2018). Statistical Review of World Energy.

Brown, J., Makinson, S., and Magallon, D. (2013). Financial Mechanism and Investment Framework for Renewables in Developing Countries. International Renewable Energy Agency.

Calderon, Cesar; Kambou, Gerard; Korman, Vijdan; Kubota, Megumi; Cantu Canales, Catalina. 2019. Africa's Pulse, No. 19, April 2019: An Analysis of Issues Shaping Africa's Economic Future. Washington, DC: World Bank.

Carley, S. (2009). State RE electricity policies: An empirical evaluation of effectiveness. *Energy Policy*, 37, 3071-3081.

Consortium des Infrastructures en Afrique. (2018). Tendances du financement des infrastructures en Afrique.

Da Silva, P., Cerqueira, P. and Ogbe, W. (2018). Determinants of renewable energy growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from panel ARDL. *Energy*, 156, pp.45-54.

Energy Commission of Nigeria. (2013), National Energy Policy, Federal Republic of Nigeria.

Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. (2018). Global Trends in Renewable Energy Investment.

Hafner, M., Tagliapietra, S. and De Strasser, L. (2018). Energy in Africa. Challenges and Opportunities. Springer International Publishing.

Hussain, M. (2019). Financing renewable energy options for developing financing instruments using public funds. World Bank Group in collaboration with African Development Bank, Asian Development Bank, European Bank for Reconstruction & Development, Inter-American Development Bank, International Finance Corporation.

International Energy Agency. (2018). World Energy Outlook.

___ (2018). World Energy Balances.

___ (2018). World Energy Statistics.

___ (2018). World Energy Investment.

___ (2018). Renewables: Analysis and Forecasts to 2023. Market Report Series.

___ (2018). Electricity Information Statistics.

___ (2018). Oil Information Statistics.

___ (2018). Gas Information Statistics.

___ (2014). Africa Energy Outlook.

International Renewable Energy Agency (2018). Scaling Up Energy Investment in Energy Markets: Challenges, Risks and Solutions. The IRENA Coalition for Action.

___ (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017.

___ (2016). Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance.

___ (2016). Africa 2030: Roadmap for Renewable Energy Future.

___ (2012). Prospects for the African Power Sector. Scenarios and Strategies for Africa Project.

Linklaters (2016). Renewable Energy in Africa. Trending rapidly towards cost-competitiveness with fossil fuels.

Maria, L., Bernauer, T. (2014). Explaining government choices for promoting renewable energy. *Energy Policy*, 68, 15-27.

Marques, C., Fuinhas, A., Manso, J. (2010). Motivations driving RE in European countries: A panel data approach. *Energy Policy*, 38, 6877-6885.

Marques, A. C., Fuinhas, J. A. (2012). Are public policies towards RE successful? Evidence from European countries. *Renewable Energy*, 44, 109-118.

Menegaki, A. N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257-263.

Motya, M., Slaughter, A., Amon, C. (2018). Global renewable energy trends Solar and wind move from mainstream to preferred. Deloitte insights.

Nations unies Commission Economique pour l'Afrique. (2014). Accès à l'énergie et sécurité énergétique en Afrique de l'Est. Situation actuelle et moyens de l'améliorer.

Ohler, A., Fetters, I. (2014). The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources. *Energy Economics*, 43, 125-139.

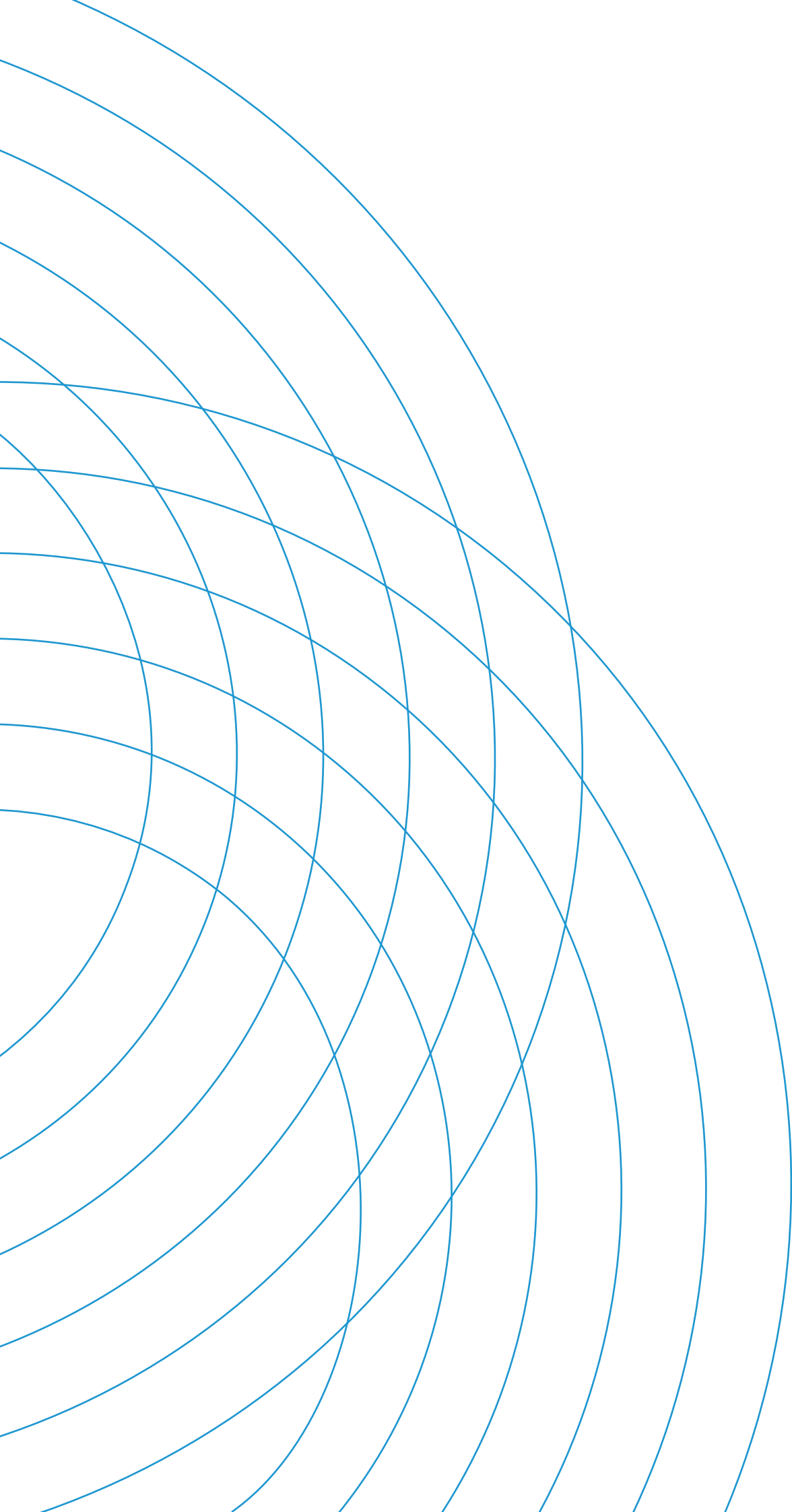
Othieno H, Awange J (2016) Energy resources in Africa. Distribution, opportunities and challenges. Springer, Berlin.

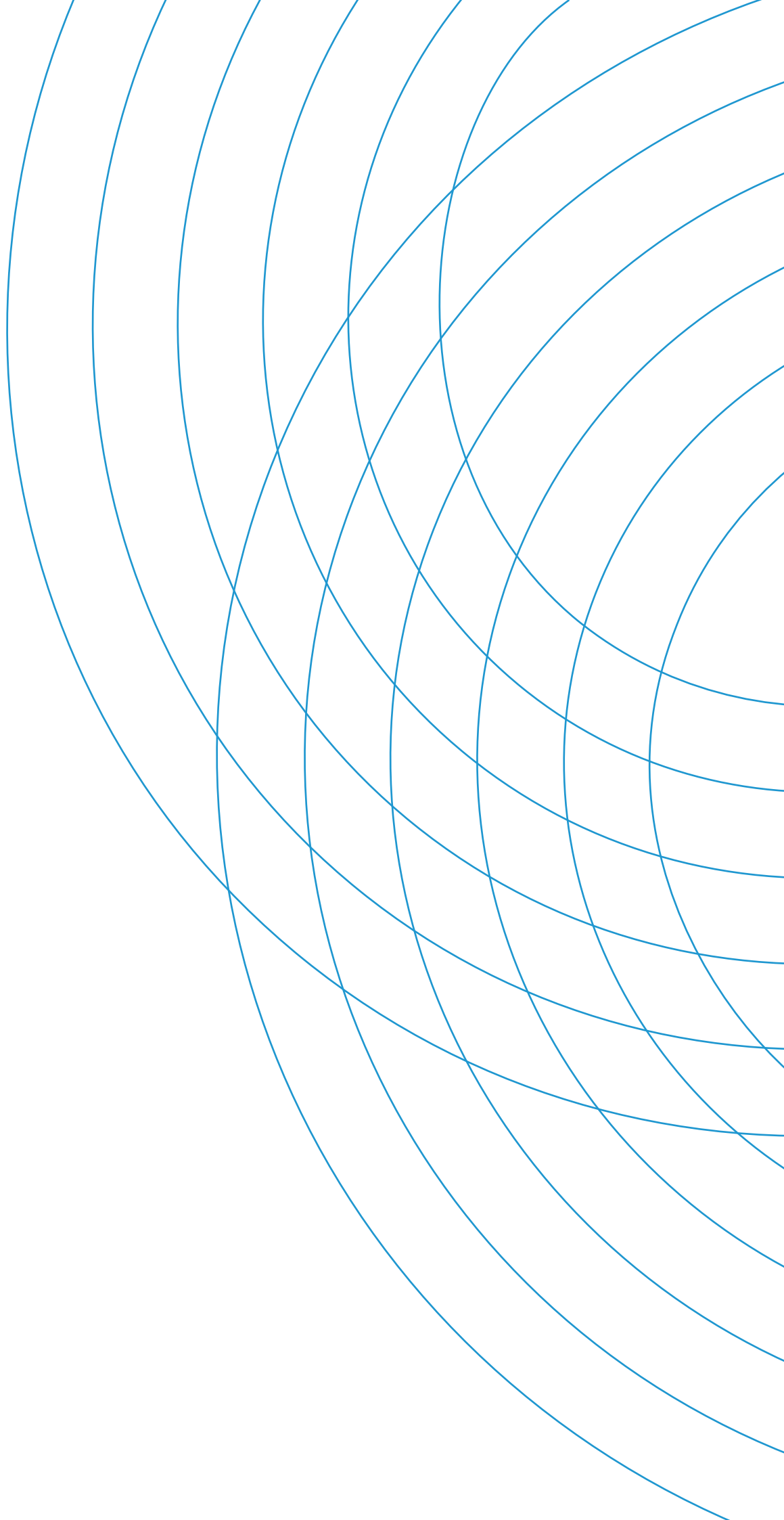
Sadorsky, P. (2009a). RE consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. *Energy Economics*, 31, 456-462.

Schwerhoff, G. and Sy, M. (2017). Financing renewable energy in Africa – Key challenge of the sustainable development goals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, pp.393-401.

Stadelmann, M., Castro, P. (2014). Climate policy innovation in the South – Domestic and international determinants of RE policies in developing and emerging countries. *Global Environmental Change*, 29, 413-423.

United Nations Environment Program. (2017). Atlas of Africa Energy Resources.







Policy Center for the New South

Complexe Suncity, Immeuble C,
Angle Boulevard Addolb et rue Albortokal,
Hay Riad, Rabat - Maroc.

Email : contact@ocppc.ma
Phone : +212 5 37 27 08 08
Fax : +212 5 37 71 31 54
Website : www.policycenter.ma