

INSTITUT DE LA FRANCOPHONIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

LIAISON

Énergie-Francophonie

NUMÉRO 107 — 2^e TRIMESTRE 2018



ÉNERGIE DURABLE EN AFRIQUE ET INITIATIVES

*La transition énergétique –
les stratégies de soutien
et d'accélération de l'accès à l'énergie*



INSTITUT DE LA FRANCOPHONIE
POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE
IFDD 30 ans

ORGANISATION
INTERNATIONALE DE
la francophonie



La revue Liaison Énergie-Francophonie est publiée trimestriellement par l'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD), organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF).

56, rue Saint-Pierre, 3^e étage
Québec (Québec) G1K 4A1 Canada
Téléphone: 1 418 692-5727
Télécopie: 1 418 692-5644
Courriel: ifdd@francophonie.org
Site Internet: www.ifdd.francophonie.org

Directeur de la publication

Jean-Pierre Ndoutoum

Rédacteur en chef invité

Samir Allal

Coordination technique

Mamadou Kone
Romaric Segla

Appui à la coordination technique

Kuami Wowogno (Yil Agence)

Coordination éditoriale

Louis-Noël Jail et Marilyne Laurendeau

Comité éditorial interne (IFDD)

Nicolas Biron	Mamadou Kone
Ibrahima Dabo	Jean-Pierre Ndoutoum
Louis-Noël Jail	Lionelle Ngo-Samnick
Tounao Kiri	

Comité scientifique

Samir Allal	Panja Ramanoelina
Lori-Ann Cyr	Ahmed Senhoury
Sophie Lavallée	Raoul Siemeni
Stephane Pouffary	Nasser Ary Tanimoune

Collaboratrice à l'édition et responsable de la diffusion

Marilyne Laurendeau, marilyne.laurendeau@francophonie.org

Édition et réalisation graphique

Marquis Interscript

Tirage

2 400 exemplaires

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives du Canada

ISSN 0840-7827

Les textes et les opinions n'engagent que leurs auteurs. Les appellations, les limites, figurant sur les cartes de LEF n'impliquent de la part de l'Institut de la Francophonie pour le développement durable aucun jugement quant au statut juridique ou autre d'un territoire quelconque, ni la reconnaissance ou l'acceptation d'une limite particulière.

Prix de l'abonnement annuel (4 numéros)

40\$ CAD

Poste-publications - Convention N° 40034719

Imprimé au Canada

..... SOMMAIRE

Mot du directeur..... 4
Jean-Pierre Ndoutoum

Éditorial du rédacteur en chef invité
L'accélération de la transition énergétique, une formidable opportunité pour le développement durable en Afrique 6
Samir Allal

CONTEXTE ET ENJEUX

Un prix élevé du carbone c'est bon (aussi) pour les pays en développement?..... 13
Jacques Percebois

Pour une cartographie intelligente des projets d'électrification décentralisée 17
Jean-Claude Berthelemy et Arnaud Millien

Économie circulaire & solidaire : l'opportunité africaine 20
Sylvie Fauchoux et Martin O'Connor

Les instruments régionaux de mise en œuvre de l'ODD 7 pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Afrique de l'Ouest 24
Mohamed Ayib Daffe

Gouvernance territoriale de la transition énergétique en Afrique: enjeux et défis..... 27
Claude Céleste Coumaye

La transition énergétique en Méditerranée: un enjeu pour la coopération et le développement durable dans la région ... 30
Houda Ben Jannet Allal

Photos en couverture :

Photo principale: Sameer Halai©USAID / Power Africa. Centrale solaire d'Agahozo Shalom Youth Village, Rwanda

Vignette 1: Pay As You Go, énergie solaire (droits réservés)

Vignette 2: Villageois Masai, Kenya (droits réservés)

Vignette 3: Centrale solaire de Noor I, Ouarzazate, Maroc,

Michael Taylor©IRENA

ÉTATS DES LIEUX ET INITIATIVES

**Les toits solaires
systèmes Solaires Photovoltaïques Connectés
aux réseaux publics de distribution
électrique «SPV-CR»
secteurs résidentiel, industriel et tertiaire35**
Tahar Achour

**Valorisation des énergies renouvelables
pour l'amélioration de l'accès à l'énergie
des populations défavorisées en Afrique
subsaharienne38**
Christian Tokoro

**Les énergies renouvelables, pour le
développement des pays émergents :
le cas de l'Afrique avec l'électrification
rurale décentralisée à base solaire41**
Henri Boyé

**«Beyond the grid» - Maximiser la croissance
des solutions hors-réseau45**
David Jones

**Les barrières pour le développement
d'un projet de bioénergie à l'échelle
communautaire en Afrique subsaharienne :
exemple du Burundi49**
Léonard Nkunzimana

**La bioénergie durable: un facteur de
transition énergétique en République
démocratique du Congo52**
*Nicolas Shuku Onemba, Evelyne Thiffault
et Étienne Berthold*

**Approvisionnement en énergie solaire
1 700 000 euros pour 17 communes dirigées
par des femmes maires au Cameroun61**
Pierre Amougou

**Le solaire pour tous à Madagascar: le projet
ambitieux du groupement d'intérêt
économique «EOSOL Madagascar –
GC Solar» 63**
Hery-Zo Rajaobelina et Camille André-Bataille

**Transition énergétique en Algérie: entre
nécessité d'une rupture rentière et intégration
de la nouvelle donne énergétique..... 66**
Farida Si Mansour et Djamel Si-Mohammed

Enjeux et défis du Plan Solaire Tunisien69
Rafik Bezzaouia



Jean-Pierre NDOUTOUM

Directeur de l'Institut
de la Francophonie pour
le développement durable

Mot du directeur

La création, en 1988, de l'Institut de l'énergie des pays ayant en commun l'usage du Français) (IEPF, devenu Institut de la Francophonie pour le développement durable - IFDD - en 2013) traduit la reconnaissance précoce par la Francophonie du caractère central de l'accès à l'énergie dans la création de richesse, la réduction de la pauvreté, le soutien de la croissance économique, et l'amélioration du bien-être des populations.

Depuis maintenant trente ans, l'IFDD mène en faveur des pays du Sud membres de la Francophonie, un ensemble d'actions coordonnées contribuant à la diffusion des connaissances et des meilleures pratiques en matière d'accès à l'énergie orienté vers des modèles plus durables de production et d'utilisation de l'énergie.

Au sein des pays du Sud, membres de l'espace francophone, et singulièrement en Afrique, l'enjeu de la transition de la pauvreté vers la prospérité énergétique est d'importance capitale. La prise en compte de cette situation amène plusieurs catégories d'acteurs opérant sur la scène énergétique africaine à contribuer à des initiatives de promotion de l'accès à l'énergie durable pour tous, de renforcement de l'intégration énergétique régionale, et de dynamisation des marchés conventionnels et émergents de l'énergie.

Pour au moins deux raisons, le contexte de l'Afrique, par ailleurs continent d'une grande partie des locuteurs francophones de la planète, est particulièrement propice à la mise en œuvre des initiatives d'accélération de l'accès à l'énergie, et de consolidation de modèles énergétiques durables, résilients et inclusifs :

- Nécessité d'accélération de l'accès : le continent abrite plus de la moitié des citoyens du monde sans accès à l'électricité, et
- Opportunité d'adoption de modèles durables de production énergétique : deux tiers des capacités énergétiques additionnelles de production pour atteindre l'accès universel en 2030 restent encore à construire pour le continent africain, à un moment historique où convergent les maturités technologique et commerciale de l'exploitation des énergies renouvelables.

À l'occasion des trente ans de l'Institut, j'ai le plaisir de présenter aux décideurs, à la société civile, aux chercheurs, aux universitaires, aux inventeurs, aux professionnels, aux entrepreneurs, au grand public, à tous les acteurs francophones du secteur de l'énergie qui œuvrent à relever le formidable défi de l'accès universel à l'énergie durable en Afrique, deux volumes de la revue

 jean-pierre.ndoutoum@francophonie.org

Liaison Énergie Francophonie (LEF) traitant de la transition énergétique et visant à explorer les initiatives d'amélioration de l'accès du continent africain à des services énergétiques modernes, fiables, abordables et durables :

- LEF 107: «Énergie durable en Afrique et Initiatives: La transition énergétique – les stratégies de soutien et d'accélération de l'accès à l'énergie», et
- LEF 108: «Énergie durable en Afrique et Initiatives: La transition énergétique – vers un modèle plus durable, résilient et inclusif».

D'une part, le LEF 107 se fait l'écho, sous de nombreux angles, des défis et des avancées qui marquent le paysage africain de l'offre et de la demande énergétiques. Parmi les défis, il convient de lister une demande d'investissements annuels additionnels de plus de 30 milliards de dollars, la nécessité d'attirer des centaines de nouvelles entreprises, et les niveaux de coordination sans précédents requis notamment entre les gouvernements, les institutions de développement, les entreprises privées, et les banques commerciales. Les défis se traduisent également par les écarts qui continuent de se creuser entre les abondantes ressources disponibles et le taux net d'accès au regard des poussées démographiques et de la croissance économique. Par opposition, l'installation de centrales solaires de plusieurs dizaines de Mégawatt, une utilisation croissante et avisée des mécanismes de partenariat public-privé, des projets sous régionaux d'échanges d'énergie dans des cadres de mieux en mieux structurés, la pénétration des solutions hors réseau, les technologies de paiement mobiles et anticipés, l'émergence des solutions de «pro-sommation individuelle» à des tarifs abordables pour les populations, sont autant d'avancées dans l'actualité énergétique du continent africain.

Le LEF 108 porte beaucoup plus sur les thématiques de la résilience climatique, de l'inclusivité sociale, des axes de coopération, des solidarités multidimensionnelles, et de la durabilité systémique, en connexion avec les modes de production et d'exploitation de l'énergie dans les secteurs agricoles, industriels, ainsi que dans ceux du transport, de l'urbanisme, l'habitat et la conception des villes durables. Dans ce cadre, il présente et analyse notamment le concept de la double transition énergétique et matérielle, et souligne des études de cas d'innovation dans les domaines de l'efficacité énergétique, et des énergies renouvelables.

Je vous souhaite une excellente lecture de ces deux volumes de la revue Liaison énergie Francophonie, et vous invite chaleureusement à partager vos questions, observations et contributions avec nous.

Je voudrais pour conclure ce mot introductif, remercier Monsieur Samir ALLAL, enseignant-chercheur en économie à l'Université Paris Saclay, Responsable du Master Analyse économique et gouvernance des risques de l'Université de Versailles-St-Quentin-En-Yvelines (Université de Paris Saclay), Ambassadeur de l'Université auprès des pays francophones et méditerranéens, qui nous a fait l'honneur d'assurer la coordination scientifique de ce double numéro à titre de rédacteur en chef invité. Merci également aux auteurs pour leur optimisme et leur lucidité sur les enjeux et défis d'une transition énergétique durable en Afrique.

Je vous remercie.



Samir ALLAL

Enseignant chercheur à l'Université de Versailles-Paris Saclay, Ambassadeur de l'Université pour les pays francophones et méditerranéens, Directeur du master professionnel en apprentissage « Analyse économique et gestion des risques ».

Il travaille dans le domaine de la coopération internationale depuis plus de 30 ans, auteur de plusieurs articles, publications scientifiques et rapports dans le domaine de la transition énergétique, les innovations et le développement durable.

Éditorial du rédacteur en chef invité

L'accélération de la transition énergétique, une formidable opportunité pour le développement durable en Afrique

« A force de sacrifier l'essentiel pour l'urgence, on finit par oublier l'urgence de l'essentiel »

Edgar Morin

■ Un continent fracturé face à des défis majeurs

L'Afrique connaît depuis quelques années une série de bouleversements, démographique, économique et climatique. Des zones importantes et fragiles sont en train de basculer dans une « trappe à conflictualité » dont les effets d'entraînement rendent l'issue d'autant plus complexe et incertaine.

Une action décisive, pour une transition énergétique durable, juste et résiliente, fortement appuyée par la communauté internationale, est indispensable. Si nous n'agissons pas vite et fort pour réussir cette transition, nous irons vers plus de sécheresses, plus de difficultés dans l'accès à l'eau, plus de déforestations, plus de migrations, et par conséquent plus de conflits.

Pour sortir de ce cercle vicieux, où dérèglement du climat, insécurité et vulnérabilité s'entretiennent mutuellement, la transition bas-carbone en Afrique doit combiner des actions structurantes à long terme et des actions ayant des effets rapides, afin que la population perçoive les « dividendes » du développement. Le coût de l'inaction serait à terme bien supérieur au coût que représenterait la transition.

Les conférences sur le climat et les Objectifs de développement durable (ODD) ont accentué cette prise de conscience et ont augmenté la pression sur les États et les acteurs. Dans ce contexte, huit constats nous semblent pertinents pour introduire les numéros 107 et 108 de la revue Liaison Énergie-Francophonie (LEF), et utiles pour faire progresser la réflexion et l'échange avec toutes les parties prenantes concernées par la transition énergétique et numérique bas-carbone en Afrique.

■ L'énergie en Afrique, un secteur stratégique autour duquel gravitent de nombreux autres domaines

L'Afrique représente 16% de la population mondiale, moins de 6% de la consommation énergétique et 3% des émissions de gaz à effet de serre. Les combustibles traditionnels (bois et charbon de bois notamment) représentent

samir.allal@uvsq.fr

plus de la moitié du bilan énergétique primaire et final de l'Afrique.¹ Plus de 600 millions de personnes n'ont pas d'accès à l'électricité, principalement dans les zones rurales d'Afrique subsaharienne². Les efforts de promotion de l'électrification en Afrique gagnent en ampleur mais ne suivent pas le rythme de la croissance de la population. Le nombre total de personnes privées d'électricité est en augmentation. Les initiatives sont nombreuses mais éparses et les critères d'accès aux financements internationaux, publics et privés demeurent multiples et complexes.

L'amélioration de l'efficacité énergétique est une priorité pour l'Afrique: elle permettrait une réduction des coûts pour les consommateurs, une meilleure compétitivité économique pour le continent et une diminution des investissements nécessaires pour les infrastructures énergétiques.

Le secteur de l'énergie est un secteur stratégique pour l'Afrique, autour duquel gravitent de nombreux autres domaines, telles que les politiques sociales, économiques, industrielles ou encore environnementales. La transition vers un système bas-carbone soulève des enjeux transversaux de redistribution des richesses, des pouvoirs et des risques. La prise en charge de ces risques et de ces enjeux, à la recherche de l'optimum collectif et d'une meilleure compétitivité, ne va pas de soi. Elle renvoie à la manière dont la transition aborde ces enjeux et à la forme de gouvernance des politiques mises en oeuvre. L'accord de Paris a projeté l'image d'une volonté de coopération, amorçant l'émergence de nouvelles filières énergétiques, peu carbonées, hautement connectées, dans l'arrière plan de cette nouvelle architecture climatique, affrontement et compétition.

La transition énergétique concentre sur le secteur électrique les objectifs les plus contradictoires

Dans un monde incertain, la transition énergétique en Afrique concentre sur le secteur électrique les objectifs les

1. La capacité de production installée en Afrique, hors Afrique du Sud et Afrique du Nord, totalise 28 GW, soit l'équivalent d'un pays comme l'Argentine
2. On estime à 5 milliards de dollars dépensés chaque année par les ménages et les entreprises pour pallier l'absence d'accès à un service électrique fiable en Afrique subsaharienne

plus contradictoires: donner « accès à l'énergie pour tous », fournir un service approprié, efficace et à moindre coût avec une concurrence introduite à tous les niveaux, réduire les émissions de gaz à effet de serre, et assurer la sécurité.

Certains facteurs inquiètent: des règles de marché non adaptées aux nouveaux paramètres, des prix des commodities très volatils et des tensions financières au sein des utilities intégrées. En revanche, d'autres facteurs stimulent les États africains et les acteurs de l'énergie pour aller rapidement vers une transition bas-carbone. Les prix des énergies renouvelables et du stockage par batteries sont en baisse. La digitalisation est un autre facteur crucial permettant de mieux gérer les réseaux et d'augmenter l'efficacité d'énergies intermittentes. Les solutions « smart » commencent à modifier le rapport aux objets et aux projets.

Avec l'insertion de l'Afrique dans la mondialisation, une transformation sociétale et culturelle est en train de s'imposer: décentralisation, décarbonisation et digitalisation; et des solutions « sur mesure bas-carbone » sont en train d'émerger pour gérer les consommations et assurer les activités. Le consommateur aspire désormais à une plus « grande » sobriété énergétique.

Plusieurs initiatives suscitées par l'agenda international soutiennent les politiques nationales d'électrification et de maîtrise de l'énergie en Afrique. En fonction de la dispersion des habitations et de leur éloignement du réseau, les solutions mises en oeuvre varient, pour permettre au plus grand nombre d'accéder à un service électrique adapté à ses besoins.

Ces initiatives, concentrées sur l'offre technologique, insérées dans la construction des « communs énergétiques nationaux », présentent des solutions aux défis énergétiques africains mais ne répondent que partiellement à l'ensemble des enjeux du continent.

Malgré son potentiel considérable d'énergie décarbonée, la production d'énergie de sources renouvelables (hors grande hydroélectricité) reste encore marginale dans le mix énergétique en Afrique. En comparaison avec les énergies fossiles importées, coûteuses et volatiles, les énergies renouvelables offrent dès aujourd'hui des solutions compétitives et durables pour le continent.

Vers une nouvelle gouvernance de la transition énergétique bas-carbone en Afrique

La multiplication de ces projets et des parties prenantes posent la question de la gouvernance des interventions d'acteurs de plus en plus mobilisés sur les enjeux de la transition énergétique durable en Afrique. Ce nouveau paradigme appelle à une analyse fine de la diversité des formes de concurrence et de la manière dont elles suscitent de nouveaux modes d'articulation entre les États, les entreprises privées ou publiques et les consommateurs. Un excès de dérégulation génère aujourd'hui un besoin de régulation, sans paralyser les acteurs.

Des questions sont nombreuses sur le sens à attribuer à cette nouvelle dynamique de la transition énergétique et numérique bas-carbone, sur son modèle économique, ses options technologiques et sa gouvernance. Faut-il des politiques classiques sous l'égide de l'État ou bien, compte tenu de la multiplicité et de la diversité des acteurs concernés, des formes renouvelées d'engagement des politiques publiques? Cette interrogation renvoie inévitablement vers le rôle que doit, ou que peut avoir, l'État dans la (les) transition (s).

Son action et sa légitimité ont longtemps été fondées sur un monopole d'expertise et un contrôle des initiatives locales via différents corps et organismes. Outre les relations avec les entreprises et les bailleurs de fonds, se pose la question de la « construction collective » de la transition et des interventions, plus ou moins structurées, parfois très militantes, des organisations sociales mobilisées sur la question de l'énergie.

Au-delà des effets d'annonce, on voit se structurer, sur le terrain, de nouvelles lignes de force et des coalitions d'acteurs ayant le pouvoir et les moyens de faire de la « transition énergétique bas-carbone » un nouvel impératif de développement durable en Afrique. Cet enjeu est particulièrement important dans le cas des pays africains où les acteurs historiquement en charge des questions d'énergie ne laissent qu'une place restreinte à des porteurs de solutions alternatives.

Le pilotage des politiques de la transition bas-carbone par les États africains est aujourd'hui pris entre plusieurs feux : leurs héritages en matière de politiques de l'énergie, le jeu des négociations internationales sur le climat, la sécurité, la libéralisation des marchés et la multiplication des parties prenantes dans l'élaboration des politiques publiques.

Désormais, la gouvernance de la transition s'inscrit dans un jeu de forces qui appelle à réviser l'idée d'un pilotage souverain par les États. Les marchés ne sont pas efficaces pour accélérer la transition énergétique bas-carbone : « la main invisible » du marché n'est pas spécialement verte ni décarbonée. La régulation et la coordination de tous les acteurs sont indispensables pour la réussite d'une telle transition.

La transition bas-carbone, une révolution copernicienne avec des nouveaux entrants

La transition en Afrique désigne le passage d'un système énergétique, dominant et très peu performant, reposant sur l'utilisation des énergies fossiles et de la biomasse, vers un bouquet énergétique donnant la part belle aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique, dans un contexte d'incertitudes micro et macroéconomiques. C'est une démarche « bottom-up » et une adaptation dans l'urgence à la précarité, à la décline énergétique et au changement climatique en cours et/ou imminents.

Cette transition signale qu'il faut sortir l'Afrique d'un état de « fragilité » pour accéder à un autre état aux caractéristiques radicalement différentes. Le terme d'arrivée n'est pas clairement défini.³ Les TIC peuvent transformer le secteur énergétique en Afrique et les pays ont déjà adopté des mesures pour les inclure dans leurs systèmes énergétiques.

C'est une transition ambiguë, car elle fait tout autant signe soit vers le retour du même sous les auspices d'une « simple transition » énergétique, recourant exclusivement à des technologies énergétiques plus ou moins nouvelles, plus ou moins carbonées, plus ou moins efficaces, soit vers un ailleurs plus ou moins affirmé, relativement indéfini, mais enté sur de multiples expériences locales.

Elle n'exprime plus seulement un désir, une aspiration à vivre autrement⁴, mais une volonté de s'adapter à des changements non voulus, conçus comme des événements modifiant la donne économique, sociale et environnementale sur le continent.

3. « Nous savons le présent condamné mais nous ne parvenons pas pour autant à décrire l'avenir, ni nécessairement à nous entendre sur celui que l'on aimerait et pourrait construire, pas plus d'ailleurs que sur les moyens à mobiliser pour y parvenir », Edgar Morin (2015)
4. « Un désir de progrès sur fond d'avancées technologiques », Michel Serre (2017).

La transition bas-carbone, un nouveau « Contrat social et environnemental » avec l’Afrique

La transition bas-carbone est donc, un nouveau levier d’action dans un contexte de risque et d’incertitude pour lutter contre la pauvreté en Afrique, offrir de nouvelles sources de revenus et d’emplois. Elle représente également de nouvelles manières d’impliquer les citoyens dans des projets collectifs et d’aborder des sujets jusqu’alors cloisonnés ou délaissés comme les relations urbain / rural, l’équité, etc. Et, elle concerne quasiment tous les secteurs : le bâtiment, le transport, l’agriculture, la finance, etc. Elle exprime la nécessité d’adapter les modes de vie et de production au respect des limites de la biosphère.

C’est un nouveau paradigme au cœur d’une nouvelle dynamique sur lequel nous serions amenés à nous réinventer, une « transition » vers une économie qualitative du bien être (Amartya Sen) et de la prospérité (Tim Jackson), une « métamorphose » (Edgar Morin) qui est déjà à l’œuvre, de façon incrémentale, transitionnelle et réaliste.

Cette transformation est forcément complexe, spécifique et son caractère est historiquement inédit. Elle équivaut, intrinsèquement, à modifier les fondements mêmes de la croissance, et à inventer un nouveau « modèle de développement économique » pour l’Afrique où les efforts de transition énergétique à long terme seront durablement soumis à la « tyrannie » du court terme. Cette tyrannie s’exerce aussi bien sur le plan microéconomique que macroéconomique (incertitudes économiques, soubresauts géopolitiques, volatilité des prix, etc.).

Des questions subsistent, et non des moindres, pour piloter une transformation de telle ampleur, avec des degrés d’incertitudes majeurs quant au meilleur chemin à parcourir en particulier en termes d’emplois, de revenus et de lutte contre les inégalités. Deux principes devraient se trouver au centre des interrogations sur les choix techniques et les initiatives lancées sur le continent pour la (ou les) transition(s). Le premier renvoie à la question de la « réversibilité » de ces choix et leur financement, le second à celle de « la diversité » des trajectoires socio-techniques possibles et leur acceptabilité.

Concilier les actions pour la transition énergétique, la lutte contre les inégalités en Afrique et la lutte contre le changement climatique

Nous prenons aujourd’hui douloureusement conscience que les inégalités et la croissance carbonée sont porteuses

de maux et de dégradations tant du patrimoine naturel que de la cohésion sociale en Afrique.⁵

Les travaux récents sur les inégalités ont mis en évidence combien la croissance « sale » s’était accompagnée d’une augmentation des inégalités, entre pays et à l’intérieur des pays eux-mêmes.⁶ L’objectif de la transition sociale deviendrait alors plus compatible avec l’urgence de la lutte contre le changement climatique. Il n’y a pas lieu d’opposer lutte contre les inégalités, lutte contre le changement climatique et actions pour une transition équitable sur le continent.

L’équité au sens de l’égalité des chances devenant impossible là où les inégalités deviennent abyssales et condamnent à la misère une part croissante de la population. Qui plus est, on ne saurait plus séparer les inégalités écologiques et les inégalités sociales. Elles se recourent et se nourrissent mutuellement. Justice climatique et justice sociale doivent donc être conjuguées, et ce, d’autant plus que le péril climatique touchera d’abord et d’autant plus durement l’Afrique et la Méditerranée.

Réussir la transition, mieux insérer l’Afrique dans la mondialisation, suppose que nous réduisions les inégalités en changeant de modèle énergétique et de modèle social. Au-delà des inégalités socio-économiques en Afrique, il faut se préoccuper des inégalités écologiques et prendre en considération le milieu de vie.

Dans la transition énergétique, juste et équitable, l’approche sociale des inégalités doit être complétée par une appréhension politique de l’égalité : celle qui assure à chaque africain la capacité d’agir et de se décider, en citoyen libre.

Au-delà des inégalités, se pose la question du financement de la transition énergétique

Des masses d’argent de plus en plus significatives sont fléchées pour financer la transition énergétique en Afrique. La convergence des points de vue sur la transition a permis d’enclencher un début de changement dans les systèmes énergétiques, et le lancement d’un certain nombre d’initiatives sur le continent.

Cette dynamique des investissements ouvre un espoir d’« accès à l’énergie pour tous ». Toutefois les réponses

5. « La pauvreté est la forme la plus grave de la pollution ». (Indira Gandhi 1972)

6. Des inégalités trop élevées nuisent à la cohésion sociale, et même au fonctionnement de l’économie et au développement. (R. Wilkinson: « Pourquoi l’égalité est meilleure pour tous », 2013).

apportées ne sont pas encore à la hauteur du défi, d'un point de vue tant qualitatif que quantitatif.

Au regard des investissements colossaux qu'exige la transition énergétique et du manque de financement nécessaire dans la majorité des pays africains, la capacité à mobiliser et à combiner des sources diversifiées de financement reste primordiale pour atteindre les cibles permettant de contribuer au développement durable dans le domaine de l'énergie en Afrique.

L'importance des investissements requis et la rentabilité à long terme de la plupart des projets de transition énergétique visant les ODD 7 (énergie) et 13 (climat), nécessitent la mise en place d'instruments mixtes tels que les partenariats public-privé et le *blending des projets* qui, consiste à associer des acteurs publics et privés sur un même projet et à mobiliser des financements sous forme à la fois de dons et de prêts, dont l'importance relative pourrait varier en fonction du niveau de développement des pays.

Le *blending* a ainsi pour objectif de démultiplier les possibilités de l'APD, d'en faire un levier pour attirer des investissements d'un montant beaucoup plus élevé. Les estimations sont très variables selon les méthodes de calcul et selon la nature des projets et des interventions. L'effet multiplicateur calculé suite à des expériences de l'Union européenne pourrait être de 1 à 30 dans le cas d'un projet d'infrastructure photovoltaïque.

Ces nouvelles pistes pour un financement de l'ODD 7 (énergie) qui soit compatible avec l'ODD 13 (climat) se développent mais sont encore récentes et vont devoir répondre à de nombreux défis qui touchent les pays en développement : ces nouveaux instruments sont-ils adaptés pour financer la transition dans les pays les plus vulnérables ? Sont-ils suffisants pour attirer des investisseurs privés dans des pays politiquement instables et aux institutions faibles ? La nature des financements doit être adaptée au niveau de développement du pays (Mathy 2015) et limiter les risques d'endettement.

En effet, si nous devons construire l'ensemble du système énergétique africain, comme le suggère Ugo Bardi, avec un verdissement des processus industriels, l'électrification des villes, des villages et des territoires, le développement du transport en commun propre, la rénovation thermique des bâtiments, nous aurons certes de nombreux emplois à créer,⁷ mais nous aurons également besoin de nombreuses

ressources financières à investir dans cette transition (Alain Grandjean, 2017).⁸

Les accords de Paris ont acté la mobilisation de 100 milliards de dollars par an par les pays développés, de sources publique et privée, à partir de 2020. Une manière d'adresser aux acteurs économiques et financiers les signaux nécessaires à la réorientation de leurs investissements, afin d'engager la transition vers des économies bas-carbone.

Les acteurs financiers s'engagent de plus en plus dans la transition bas-carbone pour réduire leur risque carbone, et « dérisquer » leurs portefeuilles d'investissements. La valorisation de la finance verte est aujourd'hui l'un des leviers du « verdissement » de l'économie et de la promotion de la transition bas-carbone en Afrique.

L'objectif de faire accéder le plus grand nombre d'Africains à l'énergie, tout en protégeant le climat et luttant contre la pauvreté, ne peut se faire de manière rapide et efficace que si, à la volonté des gouvernements africains, s'adjoint la multiplication d'initiatives microéconomiques bien coordonnées de tous les acteurs (entreprises, villes, ONG, etc.), et le soutien accru de la coopération et de la finance internationales.

La vulnérabilité des économies des pays africains étant multiforme, le financement de la transition bas-carbone doit être pensé dans un cadre global. Pour cela, la conduite des politiques de transition ne peut se faire sans décisions stratégiques et l'identification de priorités en est un élément important. Un agenda stratégique pour la transition ne peut se résumer à un agenda technologique si l'on veut éviter un pilotage à court terme qui se réduise à un pari sur des options technologiques.

Insuffisance de l'action internationale en faveur de la transition énergétique bas-carbone en Afrique

Enfin, l'action de la communauté internationale pour la transition énergétique en Afrique fait l'objet de critiques, de la part des pays receveurs. Elle soulève une double critique quant aux volumes de l'aide versée et quant à ses modalités. Ces critiques ont tendance à s'atténuer, après les engagements pris par la communauté internationale et l'implication du secteur privé, même si de nombreux problèmes demeurent (OCDE DAC 2016).

7. Comme l'indique le dernier rapport de l'Organisation Internationale de Travail consacré à cette question (qui estime à 60 millions le nombre d'emplois dans le monde susceptibles d'être créés) : Ugo Bardi (le grand pillage, 2017)

8. Près de 400 000 milliards d'investissements devront être orientés dans les vingt années à venir vers les systèmes énergétiques, en cohérence avec la lutte contre le changement climatique (d'après le rapport de l'AIE 2016)

Une critique, souvent avancée par les États africains, est celle de la longueur des délais qui s'écoulent entre engagements et déboursements, peu conforme à la situation d'urgence pour la transition des pays, en particulier les pays sahéliens. Ce décalage est en partie dû aux multiples conditionnalités imposées aux pays receveurs, résultat d'un manque de confiance des bailleurs dans la volonté des États receveurs de mettre en œuvre les réformes qu'ils jugent nécessaires pour la transition énergétique.

La multiplicité des conditionnalités, propres à chaque donneur, accapare les administrations de certains États africains. D'autant plus que ces bailleurs sont nombreux et peinent à harmoniser leurs procédures. Des progrès ont été accomplis ces dernières années pour tenter de mettre en place pour l'Afrique un système européen d'aide à la transition énergétique bas-carbone combinant les savoir-faire des agences bilatérales et de la Commission européenne avec une meilleure coordination.

Les capacités de gouvernance de la transition doivent être améliorées à tous les échelons de l'administration, qu'elle soit centrale, régionale ou locale. Malheureusement, le renforcement de capacités des acteurs locaux pour la transition énergétique et écologique passe souvent au second plan dans les situations de fragilité ou de crise dans lesquelles le recours à des opérateurs internationaux (ONG, agences des Nations Unies, bureaux d'étude) s'impose souvent du fait de la volonté pressante d'agir.

Or, le renforcement de capacités dans le domaine de la transition énergétique constitue un levier important pour la pérennité et le changement d'échelle dans les programmes.

Compte tenu de l'urgence de la transition, l'augmentation des dons est essentielle. L'aide de la communauté internationale devrait être plus flexible afin d'adapter les projets à l'évolution du terrain; moins exigeante en termes de conditionnalités afin de réduire les délais excessivement longs de déboursements. L'insécurité ne doit pas être un prétexte pour ne pas financer la transition bas-carbone en Afrique.

■ En conclusion

La transition énergétique bas-carbone est un chemin soutenable, pour sortir l'Afrique de la «trappe à conflit» et de la «trappe à pauvreté». C'est un nouveau «contrat social et environnemental» avec ce continent et un projet d'humanité. C'est un enjeu majeur pour l'Afrique.

À l'intersection de l'impératif climatique, de la transformation économique et de la refonte de notre modèle social, la question de l'efficacité ou de l'efficacités des marchés est posée pour la transition. Il y a là un champ nouveau qui nourrit les interrogations sur le devenir de la transition énergétique en Afrique et sur le rôle de l'État et de ses capacités de gouvernance et de régulation pour accompagner cette transition. La diminution des inégalités va de pair avec une stabilité économique renforcée et une croissance énergétique moins carbonée en Afrique.

Dans un monde en crise, nous peinons à accélérer la transition énergétique en Afrique vers une économie «bas» et même «post-carbone». Car, les institutions sont «programmées» dans une logique aveugle aux limites environnementales, elle sont dépendantes d'un modèle de développement alimenté par la combustion des énergies fossiles. Alors que le coût de l'inaction sera considérable.

Ce numéro spécial «transition énergétique en Afrique» porte l'ambition de contribuer à la réouverture des enjeux contemporains de la transition énergétique bas-carbone/post-carbone. Il apporte des réponses concrètes à des questions urgentes et éminemment politiques.

Il fait le lien entre la transition énergétique «décarbonée», le développement durable et la paix. Il nous permet de bien comprendre les enjeux micro et macroéconomiques de la transition énergétique bas-carbone en Afrique en présentant des exemples de bonnes pratiques, des acteurs clés permettant la mise en œuvre des innovations pour la transition énergétique en Afrique.

Après avoir pointé les obstacles à la transition, les contributeurs à ce numéro nous tracent les voies pour une transition énergétique juste, résiliente et crédible pour le développement durable en Afrique: des technologies à privilégier, un modèle économique et social à revoir, des financements adaptés, etc.

Je tiens à remercier l'ensemble des contributeurs à ce numéro qui nous ont fourni des éléments de compréhension et de réflexion utiles et nécessaires pour saisir la complexité et la spécificité de la transition bas-carbone en Afrique.

Cette transition est déjà à l'œuvre; c'est une bataille au moins pour tout le siècle, qui vaut la peine d'être menée; ce numéro spécial «Afrique» de l'IFDD y contribue. 🌿



Droits réservés



Droits réservés

CONTEXTE ET ENJEUX



Un prix élevé du carbone c'est bon (aussi) pour les pays en développement ?

Jacques PERCEBOIS

Professeur émérite à l'université de Montpellier. Il a créé et dirigé le CREDEN et un master en économie et Droit de l'Énergie. Il est doyen honoraire de la Faculté d'Économie. Il est le co-fondateur, avec Antoine Ayoub (Université Laval de Québec), du Réseau MONDER qui regroupe des centres de recherche francophones en économie de l'énergie. Il est chercheur associé à la Chaire « Économie du Climat » rattachée à l'Université Paris Dauphine. Il est l'auteur de nombreux articles scientifiques et de plusieurs ouvrages parmi lesquels on peut citer : « Énergie : économie et politiques » (écrit avec J.P. Hansen et dont la 2^{ème} édition est parue en 2015 aux Editions de Boeck), et « Transitions électriques : ce que l'Europe et le marché n'ont pas su vous dire » (écrit avec J.P. Hansen et paru fin 2017 aux Editions Odile Jacob).

La planète devrait compter près de 9,8 milliards d'habitants en 2050 contre 7,4 milliards en 2015 et le continent africain en représentera le cinquième contre 16% aujourd'hui. C'est dire qu'il faut s'attendre à une forte pression démographique, en Afrique subsaharienne en particulier. Certes l'Asie demeurera la zone la plus peuplée avec ses 5,2 milliards d'habitants soit 52% de la population du monde contre 59% aujourd'hui. Le poids relatif de la Chine et de l'Inde devrait baisser un peu tandis que celui de l'Afrique augmentera. Cette pression démographique aura des conséquences sur la consommation d'énergie et donc sur les émissions de gaz à effet de serre, de CO₂ notamment. L'Afrique ne consomme actuellement que 3,6% de l'énergie primaire utilisée dans le monde et n'émet donc qu'une faible part des gaz à effet de serre qui provoquent le réchauffement climatique. Mais sa part devrait croître avec l'augmentation des besoins en énergie. Rappelons que 78% des gaz à effet de serre ont été en 2016 émis par seulement 20 pays, la Chine en tête, suivie des États-Unis, de l'Inde, de la Russie et du Japon. L'Union européenne des 28 contribue au total à 10% environ de ces émissions.

Partout on prend conscience qu'il faut limiter le recours aux énergies fossiles (charbon surtout, mais aussi pétrole et gaz) qui sont à l'origine de ces émissions, notamment des émissions de CO₂. Et pour cela il faut un prix élevé du carbone qui doit être de nature à pénaliser le recours aux énergies fossiles, surtout dans un contexte où le prix du pétrole demeure relativement bas (de l'ordre de 60 US\$ le baril). Il y va de l'intérêt de tous, ce qui n'exclut pas des comportements de « passager clandestin » comme c'est le cas aujourd'hui de la part des États-Unis (cf de Perthuis 2017). Pénaliser le recours aux énergies fossiles c'est inciter à l'innovation technologique donc à la mise en place rapide de solutions visant à économiser l'énergie et à promouvoir les énergies « bas carbone », notamment l'énergie solaire.

La préoccupation majeure de l'Afrique c'est l'accès à l'électricité pour tous. Rappelons que 46% des personnes qui n'ont pas accès à l'électricité dans le monde vivent en Afrique et que le taux d'accès à l'électricité en Afrique subsaharienne n'est que de 35%. En 2016, 650 millions d'Africains n'avaient pas accès à l'électricité. Ce sont les zones rurales qui sont le plus touchées. Si la lutte contre l'effet de serre à l'échelle mondiale accélère la mise sur le marché de technologies « décarbonées » l'Afrique en profitera aussi. Il est donc de son intérêt qu'un prix élevé du carbone soit adopté partout dans le monde, en Afrique également car c'est envoyer un signal au consommateur pour lui rappeler que l'utilisation d'énergies carbonées est socialement coûteuse et l'inciter en même temps à privilégier le recours à des solutions alternatives moins préjudiciables à l'environnement.

 jacques.percebois@umontpellier.fr

Comment introduire un prix du carbone ?

Il existe plusieurs façons de prendre en compte en pratique le prix du carbone dans le calcul économique et cette question a soulevé de nombreux débats théoriques. A. C. Pigou militait pour l'instauration d'une taxe correspondant au coût supporté par les victimes des externalités; quarante ans plus tard Ronald Coase a critiqué la «taxe pigouvienne» et a proposé d'attribuer des droits de propriété de l'environnement aux agents économiques, ces droits pouvant donner lieu à échange sur un marché. Les pollueurs disposent d'un quota d'émissions qu'ils ne peuvent pas dépasser mais rien ne les empêche d'acheter des quotas à d'autres agents ou de vendre leurs quotas s'ils ne les utilisent pas. Le système génère des coûts de transaction mais évite certains effets pervers liés à l'instauration d'une taxe uniforme (hausse des prix TTC), et cela permet en théorie une meilleure allocation des ressources (sur ces débats cf Hansen et Percebois 2015). En pratique plusieurs solutions sont alternativement ou conjointement utilisées :

1. **La réglementation c'est-à-dire la fixation de normes.** L'État fixe des normes de pollution et doit sanctionner ceux qui ne respectent pas les normes. Ce système est efficace, en particulier dans le secteur des bâtiments ou celui du transport automobile, mais requiert un contrôle pour sanctionner ceux qui ne respectent pas la norme. Fixer des normes c'est opter pour un «prix implicite» du carbone, une sorte de «valeur tutélaire» de référence.
2. **L'instauration d'une taxe carbone par les pouvoirs publics :** chaque tonne de CO₂ émise supporte la taxe, ce qui incite les pollueurs à réduire leurs émissions tant que le coût de réduction demeure inférieur à la taxe. La fixation d'un prix du carbone détermine le montant optimal de pollution. Deux approches sont alors possibles si l'on souhaite instaurer le système à l'échelle mondiale :
 - Une taxe sur le CO₂ unique et applicable à tous les pays et/ou tous les secteurs d'activité; mais cela soulève un problème d'équité: il faut prévoir des compensations sous forme de transferts monétaires pour les pays et/ou les secteurs qui subiraient de trop fortes hausses de leurs coûts de production. On peut par exemple envisager de créer un «Fonds Vert» pour permettre aux pays en développement de supporter ces coûts de réduction des émissions; c'est le cas du «Fonds Vert» de 100 milliards de US\$ promis à Lima en décembre 2014 et qui a été au

cœur des débats à la COP 21 en décembre 2015 (cf C. de Perthuis et alii 2015).

- Une taxe sur le CO₂ différenciée selon les pays et/ou les secteurs pour permettre de tenir compte des spécificités de chaque pays et/ou de chaque secteur. C'est en pratique plus facile à instaurer mais alors, les efforts seront moindres car chacun cherchera à réduire la charge à supporter. Un autre problème concerne la possibilité de «fuites carbone». Cette différenciation inciterait les entreprises grosses consommatrices d'énergie fossile dans les pays où cette taxe est instaurée à se délocaliser vers des pays où une telle taxe n'existe pas ou existe mais à un niveau plus faible. Mais cet argument est souvent un prétexte pour ne rien faire.
3. **L'attribution de quotas d'émissions de CO₂ ou mécanisme dit du «cap and trade» :** la fixation des quotas échangeables détermine le prix optimal du carbone via le marché des quotas. Trois solutions sont envisageables :
 - Des quotas globaux d'émissions de CO₂ négociés à l'échelle mondiale (ou régionale), avec une répartition des quotas par pays et par secteur. C'est le système adopté à Kyoto en 1997 mais qui n'a pas bien fonctionné car les États ont eu tendance à ne pas respecter leurs engagements et il n'y avait pas de sanctions prévues en cas de non respect des engagements. Plusieurs pays sont d'ailleurs sortis de l'Accord. C'est aussi le système mis en place dans l'Union européenne mais qui lui non plus n'a pas bien marché du fait d'une attribution laxiste de quotas et de la crise économique qui a très fortement réduit les besoins de quotas. L'Europe cherche aujourd'hui à accroître le prix d'équilibre en retirant une partie des quotas en circulation (mécanisme dit de «réserve de stabilité»).
 - Des quotas volontaires fixés par pays (mécanisme des INDCs prévus à la COP 21); chaque pays annonce qu'il va faire des efforts et affiche un programme de réduction de ses émissions de CO₂. Il faut alors noter deux difficultés: 1) Le problème du «free riding» évoqué plus haut. Certains pays vont essayer de profiter des efforts des autres sans s'engager fortement. 2) Le problème du caractère juridiquement contraignant ou non des engagements pris. Si les engagements ne sont pas juridiquement contraignants, et s'il n'y a pas de sanctions en cas de non respect des engagements, il y aura une forte propension à ne pas respecter les efforts de

réduction annoncés, quand bien même la pression de l'opinion publique internationale se ferait sentir.

- On peut aussi envisager des quotas per capita comme l'avaient proposé David Fleming en 1997 et Mayer Hillman en 2004. C'est le principe d'une « carte carbone » : chaque personne se voit remettre par son gouvernement un quota individuel de droits d'émissions qu'il utilise au moment où il consomme de l'énergie. Ces droits figurent sur une carte à puce et un automobiliste, si l'on prend cet exemple, paie deux fois lors d'un plein d'essence : il paie son essence en monnaie et voit sa carte débitée du montant des points correspondant à la pollution induite par cet usage. C'est en quelque sorte un « prix climatique ». Les quotas sont évidemment égaux d'une personne à l'autre mais des échanges interpersonnels sont possibles.
4. **Le mécanisme du bonus-malus** ; c'est un mécanisme incitatif visant à pénaliser les pollueurs qui polluent plus que la moyenne et à récompenser ceux qui polluent moins que la moyenne ; la moyenne est dans ce cas considérée comme un « optimum de second rang ».
- Les pays qui ont un niveau d'émission de CO₂ par habitant supérieur à la moyenne des émissions par habitant dans le monde ont une dette à l'égard de la collectivité mondiale, dette calculée à partir de l'écart à la moyenne par habitant et multiplié par le nombre d'habitants du pays. On prend généralement en considération les émissions annuelles observées dans chaque pays.
 - Les pays qui ont un niveau d'émissions de CO₂ par habitant inférieur à la moyenne des émissions par habitant dans le monde ont une créance calculée à partir de l'écart à la moyenne par habitant et multiplié par le nombre d'habitants du pays.
 - Le niveau du prix initial du CO₂ est fixé arbitrairement au départ à un niveau d'abord modeste puis peut croître dans le temps. À titre d'exemple un prix de 1US\$/tonne de CO₂ permettrait, selon la Chaire Économie du Climat de l'Université Paris-Dauphine, de transférer plus de 14 milliards de dollars vers les pays en développement. Avec un prix de 7,5 US\$/tCO₂ les transferts seraient de l'ordre de 100 milliards de dollars (cf de Perthuis et alii 2015).

Il existe une taxe carbone dans de nombreux pays européens (30,5 euros par tonne de CO₂ en 2017 puis 44,6 euros en 2018 en France par exemple), et plusieurs pays ont mis en place un marché de quotas, comme dans

l'État de Californie, en Colombie Britannique ou au sein de l'Union européenne (marché en vigueur dans ce dernier cas en 2005 et réservé aux producteurs d'électricité et aux grosses entreprises industrielles). La Chine a officialisé en décembre 2017 le lancement d'un marché du carbone à l'échelle nationale, et on peut espérer que le prix d'équilibre qui sera observé sur ce marché sera plus élevé que celui qui prévaut aujourd'hui en Europe (7 euros par tonne de CO₂, ce qui n'est guère dissuasif). L'engagement avait été pris en 2015 par le Président chinois peu avant la Conférence de Paris (COP 21). Ce système d'échange ne s'appliquera d'abord qu'à 1700 centrales électriques (les plus polluantes, celles qui fonctionnent avec du charbon et qui produisent le tiers des émissions du pays). La décision chinoise s'explique autant par la lutte contre la pollution des villes que par la lutte contre le réchauffement climatique. Un prix élevé du carbone pénalise en effet le secteur du transport automobile et les industries localisées en agglomération et facilite la lutte contre la pollution qui est également devenue une préoccupation en Afrique. Il faut toutefois y associer des mesures réglementaires pour lutter contre les émissions de particules préjudiciables à la santé. Notons que de plus en plus d'entreprises privées et publiques, à commencer par celles du secteur de l'énergie, introduisent un « prix de référence » du carbone (« shadow price ») dans le processus de choix de leurs investissements, ce qui est un moyen d'anticiper l'instauration d'une taxe et/ou de privilégier les solutions « bas carbone ».

Pénaliser les énergies fossiles c'est encourager les solutions « décarbonées »

Deux secteurs devraient bénéficier en priorité de la fixation d'un prix du carbone à l'échelle mondiale grâce aux innovations technologiques que cela va entraîner : la production d'électricité et le secteur automobile (cf Hansen et Percebois 2017).

Traditionnellement l'électrification rurale se conçoit comme une extension du réseau interconnecté des villes vers les campagnes. Le progrès technique modifie sensiblement les choses grâce à la chute du coût du photovoltaïque observée depuis dix ans et à l'émergence de batteries de plus en plus performantes. Il est dès lors souvent moins coûteux de développer de mini-réseaux locaux au niveau d'un village, voire de privilégier des solutions individuelles du type « kit solaire », que d'étendre le réseau national ou de mettre en place des groupes électrogènes fonctionnant au diesel. Ce sont les solutions dites « off-grid » qui font appel soit à du photovoltaïque ou de l'éolien

décentralisés soit à de la petite hydraulique. Certains consommateurs africains paient jusqu'à trois fois plus cher qu'un consommateur européen pour une électricité sensiblement moins fiable avec ces blocs électrogènes. Il existe donc une disposition potentielle à payer qui est loin d'être négligeable. Le développement de packs solaires individuels permet même de payer à distance et au fur et à mesure que l'électricité est consommée, ce qui résout largement le problème du financement de l'installation puisqu'il n'est plus nécessaire de faire l'avance de la totalité du coût de l'équipement. La digitalisation dans le domaine de l'énergie comme dans celui de nombreuses autres activités (banque, commerce en ligne) est un progrès sensible en Afrique où les réseaux interconnectés sont souvent défaillants. Le stockage par batterie de cette électricité est encore prohibitif mais la baisse des coûts observée dans le monde devrait à terme changer la donne. Notons que l'important pour beaucoup de populations rurales africaines c'est de pouvoir disposer de courant quelques heures par jour. Le concept de « défaillance » n'a pas le même sens que dans les pays développés et le consommateur est prêt à accepter un service de qualité moindre, au moins dans un premier temps.

La percée du véhicule électrique ou du véhicule hybride (moteur électrique couplé à un moteur thermique), est un autre domaine prometteur pour lutter contre la pollution des villes, dans les pays en développement comme dans les pays développés. Cette technologie demeure coûteuse pour l'instant mais les progrès sont là aussi très rapides et il n'y a pas de raison que demain les villes du tiers monde n'utilisent pas cette technologie, à la fois pour les transports collectifs et pour le transport individuel. Il faut certes s'assurer que l'électricité qui alimentera ces véhicules sera « décarbonée » sinon cela reviendrait à déplacer la pollution des lieux de consommation vers les lieux de production. Il faut aussi s'assurer que le réseau de recharge des véhicules sera adapté au fur et à mesure que le taux de pénétration de ce type de véhicules s'accroîtra. Il faut en tout cas éviter que le développement du véhicule électrique dans les pays du Nord se traduise par le transfert dans les pays du Sud de véhicules à essence ou diesel d'occasion devenus obsolettes et particulièrement polluants. Les pays du Sud doivent donc adopter des normes rigoureuses pour éviter ce transfert. Notons qu'une étude parue en octobre 2017 dans la revue *The Lancet* évalue à 9 millions le nombre de morts par an dans le monde dus à la pollution de l'air. Rien qu'en Europe cette pollution aurait causé en 2015 le décès prématuré de plus de 520 000 personnes (dont plus de 45 000 en France).

Rien n'empêche d'envisager que, dans un futur assez proche, l'on puisse coupler une production locale

d'électricité photovoltaïque avec le développement de véhicules électriques ou hybrides si des progrès substantiels sont réalisés au niveau des batteries. Le développement du numérique est rapide en Afrique. Ce fut le cas avec la téléphonie mobile ; c'est aujourd'hui le cas avec le paiement en ligne et le e-commerce. Rien n'empêche que ce soit demain le cas avec les « smart cities ». Il existe déjà des bus électriques dans diverses villes d'Afrique, comme à Kigali au Rwanda. C'est sans doute à un niveau décentralisé, celui des villes voire des quartiers, que les choses avanceront le plus vite et dans ce domaine l'initiative privée peut être un stimulant efficace.

★

C'est à la puissance publique de fixer le cadre réglementaire en adoptant des normes qui favorisent des choix respectueux de l'environnement. Mettre en place des marchés de droits à polluer en Afrique est aujourd'hui probablement compliqué. Mais d'autres solutions existent. La fixation d'un prix élevé du carbone, que ce soit sous forme d'une valeur tutélaire (« prix de référence »), du CO₂ pour les choix publics et/ou d'une taxe carbone sur la consommation nationale d'énergie fossile, est une façon d'envoyer un signal à tous, producteurs et consommateurs d'énergie, et de favoriser les solutions « bas carbone ». L'important pour l'Afrique est de ne pas rester en dehors « du concert des Nations » qui luttent pour l'environnement. 🌿

■ Références

- (1) **De Perthuis** (Christian), **Jouvet** (Pierre-André) et **Trotignon** (Raphaël) « Prix du carbone : les pistes pour l'après Cop 21 », *Policy Brief* n° 2015-02, Chaire Economie du Climat (Université Paris Dauphine), novembre 2015 (12 pages)
- (2) **De Perthuis** (Christian) L'accord de Paris : un « passager clandestin » nommé Trump », *Information et Débats*, Chaire Economie du Climat (Université Paris Dauphine), n° 53, juin 2017 (16 pages)
- (3) **Fleming** (David) « Facilities management : a behavioural approach », in *Facilities*, vol 22, issue ½, pp 35-43, 2004
- (4) **Hansen** (Jean-Pierre) et **Percebois** (Jacques) « Energie : économie et politiques » (Préface de Marcel Boiteux et avant-propos de Jean Tirole), 2^{ème} édition augmentée, Editions de Boeck, 2015, 830 pages
- (5) **Hansen** (Jean-Pierre) et **Percebois** (Jacques) « Transitions électriques ; ce que l'Europe et les marchés n'ont pas su vous dire » (Préface de Gérard Mestrallet), Editions Odile Jacob, 2017, 274 pages
- (6) **Hillman** (Mayer) « Public policy in the green modes », in « The Greening of Urban Transport » (Ed R. Tolley), John Wiley and Sons, 1997
- (7) « Pollution, health and the planet: time for decisive action », *The Lancet*, 19 octobre 2017



Jean-Claude BERTHELEMY

Professeur à l'université Paris 1, dont il a dirigé le département d'économie, co-directeur de l'axe de recherche « Economie du développement durable » du centre d'économie de la Sorbonne, et vice-président de l'association Sorbonne Développement Durable. Il est Senior Fellow de la FERDI (Fondation pour les Etudes et la Recherche sur le Développement International), pour laquelle il anime des recherches sur l'accès à l'électricité au sein du programme « Environnement, climat et développement » ; et membre correspondant de l'Institut de France.



Arnaud MILLIEN

Enseignant-chercheur au centre d'économie de la Sorbonne où il prépare une thèse sur l'effet de la fiabilité de l'offre d'électricité sur le comportement des ménages et des firmes. Diplômé de l'ENSAE, il a acquis vingt années d'expérience en évaluation économétrique et modélisation financière, et est un spécialiste de la conception et réalisation de bases de données transversales dédiées à l'évaluation des performances et impacts. Il est consultant de la FERDI (Fondation pour les Etudes et la Recherche sur le Développement International) pour laquelle il apporte sa compétence au projet de cartographie des projets d'électrification décentralisée.

jean-claude.berthelemy@univ-paris1.fr
arnaud.millien@univ-paris1.fr

Pour une cartographie intelligente des projets d'électrification décentralisée

L'introduction en 2015 de l'électricité comme composante importante d'un Objectif de Développement Durable (ODD), est novatrice, et devrait stimuler la recherche sur l'apport de l'électrification au développement. Cet article expose un projet, initié par la *Fondation pour les études et recherches sur le développement international* (FERDI), visant à y contribuer par la création d'une cartographie intelligente des projets d'électrification décentralisée, la « Collaborative Smart Mapping of Micro-grid Action » (CoSMMA).

L'apport de l'électrification au développement a été jusqu'à présent largement ignoré par les économistes du développement, ou, au mieux, conçu comme une évidence ne justifiant pas de recherches spécifiques. Dans le nouveau contexte créé par les ODD, il va être nécessaire de mesurer et vérifier les impacts de projets d'électrification, à un moment où l'arrivée du renouvelable crée, par ailleurs, les conditions d'une révolution dans les stratégies d'électrification, en permettant de promouvoir des projets décentralisés, seuls à même d'apporter des solutions aux vastes zones qui sont pour longtemps hors de portée des grands réseaux électriques.

Ce champ de recherche est particulièrement important pour l'Afrique qui accuse un retard de développement dramatique en la matière : 600 millions d'Africains n'ont pas accès à l'électricité en 2017, alors que les progrès technologiques récents apportent des solutions crédibles pour combler ce retard. Ces solutions résident dans l'électrification décentralisée utilisant des sources d'énergie renouvelables, en particulier le solaire, très abondantes sur une grande partie des territoires africains. La modularité, la souplesse de conception, la rapidité de déploiement et la baisse continue des coûts font du solaire une solution appropriée pour l'électrification en Afrique, éventuellement en combinaison avec d'autres énergies renouvelables (hydraulique, éolien, biomasse, géothermie).

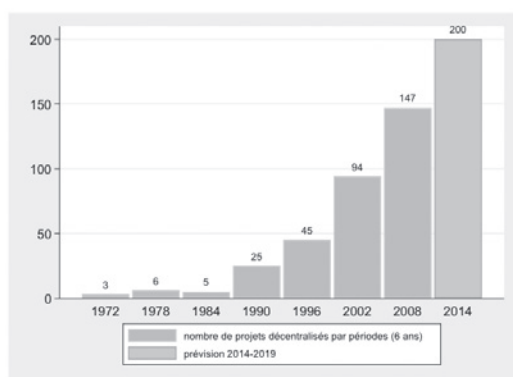
Pour accompagner le développement de l'électrification décentralisée, il faut disposer de travaux d'évaluation de bonne qualité sur les impacts des projets d'électrification, à défaut de quoi, les développeurs et les financeurs manqueront de visibilité sur les solutions les plus appropriées et les impacts pouvant être obtenus, ce qui ferait obstacle au passage à l'échelle. Ces conditions favorables au passage à l'échelle sont au stade actuel indispensables pour faciliter l'adhésion des grandes agences de développement qui, autrement, continueront à préférer s'engager sur des projets de grandes infrastructures de réseaux électriques, laissant de côté les centaines de millions d'habitants des zones rurales et péri-urbaines du continent africain.

L'ambition du projet CoSMMA est d'établir une cartographie intelligente des effets produits par les projets d'électrification décentralisée et d'identifier les meilleures pratiques. À titre de pilote cet article résume les résultats d'une méta-analyse réalisée à partir des données d'articles de recherche économique portant sur les spécifications de projets d'électrification et la mesure de leurs effets relevés par les chercheurs.

Outil de cartographie intelligente, la CoSMMA s'appuiera sur une base de données recensant les effets de l'électrification décentralisée et qui alimente cette méta-analyse. Une méta-analyse rassemble les travaux de recherche sur une relation de cause à effet particulière et évalue la solidité scientifique de l'établissement des résultats à partir des relevés de terrain. C'est une méthode de qualification qui est couramment employée par les évaluateurs de la recherche en économie pour réexaminer *a posteriori* un ensemble de résultats sur un même phénomène.

À ce jour, cette méta-analyse a collecté 4781 effets produits par 849 projets d'électrification, et relevés par 200 chercheurs qui les ont publiés dans 221 articles à comité de lecture. Les documents proviennent de 4 bases économiques internationales de référence : Academic-Search Premier, Business Source Complete, EconLit et GreenFILE.

Premier constat, la croissance au cours du temps des mises en service de systèmes décentralisés, telles qu'évaluées dans ces publications est le reflet de l'intérêt croissant porté par les développeurs aux projets d'électrification décentralisée.



La méta-analyse statue sur les impacts socio-économiques de l'électrification à partir des 4781 effets relevés. On appelle « impact » un effet significatif d'un projet sur les populations. Les évaluations recensées se caractérisent par la rareté des résultats établis de manière scientifique : seuls 2/3 des effets relevés sont quantifiés et seuls 1/3 le sont avec une méthode statistique permettant de statuer sur leur significativité. Les méta-régressions effectuées sur

ces données permettent d'estimer la probabilité qu'un effet ait été mesuré en fonction des caractéristiques du projet, d'évaluer l'impact des conditions de la mesure (méthode et taille de l'échantillon) sur la significativité des résultats obtenus, puis d'isoler les caractéristiques de projets à l'origine des impacts relevés, en contrôlant pour les conditions d'estimation. Il apparaît que la technologie, l'échelon de décision et l'échelon de réalisation jouent un rôle déterminant dans la capacité des projets à produire des impacts.

Pour rapprocher ces résultats des projets concrets observés, les projets recensés dans la CoSMMA ont été regroupés en fonction de leurs similarités, à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique. La classification ainsi réalisée permet de mettre en évidence des profils-types de projets, et par suite d'identifier ceux d'entre eux qui illustrent les bonnes pratiques, en révélant les caractéristiques des projets qui réduisent au mieux l'écart entre les effets attendus par les développeurs et les résultats effectivement observés.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont préliminaires mais prometteurs. Ils montrent que deux critères importants contribuent à différencier les projets de mini-réseaux décentralisés : la spécialisation technologique et la distance entre échelons de décision et de réalisation.

Le projet typique est un système hors réseau utilisant une technologie renouvelable exclusive (solaire, biomasse, hydraulique), ou solaire combinée à une autre technologie. Il privilégie les petites capacités (moins de 100 kW), et est installé dans les zones géographiques en développement (hors OCDE).

Il présente une forte dissymétrie entre l'échelon de décision, global (plus des trois quarts des projets sont engagés au niveau inter-régional, national ou provincial), et celui de réalisation, exclusivement local. 90% des projets sont installés sur une communauté locale ou un regroupement de communautés. Privilégiant les petites capacités, l'échelle de ce type de projet peut descendre jusqu'à l'installation individuelle de moins d'1kW.

Au-delà de ce modèle-type, il existe une grande variété de mini-réseaux décentralisés, plus ou moins efficaces en termes d'impacts obtenus.

- Les projets hybrides solaire-diesel sont beaucoup plus souvent engagés et réalisés au niveau local, avec une fourchette de capacités plus large (de 0,1 à 1 MW) ; c'est également le type de projet le plus efficace, au sens du plus petit écart entre effets attendus et effets observés.
- Les projets hors réseau 100% carbonés sont le plus souvent observés en Afrique, où ils constituent la

réponse privilégiée au renfort d'urgence des capacités ; ce sont également les projets les moins efficaces.

- Les grands programmes portés par des organisations internationales se sont spécialisés soit sur des pico-installations (1 à 5 kW), soit sur les petits réseaux (1 à 10 MW), principalement en Afrique.
- Les projets de co-génération (5kW à 1 MW), sont réalisés localement car ils sont contraints par la perte de rentabilité économique qui résulterait du transport de la biomasse.
- Enfin les projets défectueux se caractérisent par une faible spécialisation technologique ou la promotion des bio-carburants, sans qu'il soit possible d'établir une relation de cause à effet à ce stade. De 1 à 10MW, ils sont concentrés en Afrique, où ils ont été décidés à l'échelon national et réalisés au niveau local.

Pour aller plus loin dans l'identification des bonnes pratiques, et notamment aider à concevoir des projets d'électrification décentralisée adaptés aux effets recherchés, il faut avoir une connaissance plus précise des caractéristiques et des impacts des projets réalisés. L'effort à fournir pour mesurer rigoureusement les dividendes de l'électrification demeure immense. Cela n'est pas très surprenant eu égard à l'histoire du développement de l'électricité : l'électrification n'était pas un objectif identifié jusqu'aux ODD de 2015. *Le financement de l'électrification, épine dorsale du développement industriel, semblait aller de soi pour les financeurs, une évidence dont ont résulté une faible culture de l'évaluation des projets et des dimensionnements technologiques découplés des besoins économiques et des attentes des populations concernées.*

Passer de l'évidence à la preuve nécessite de passer de l'expression des effets attendus des projets à la mesure quantifiée et qualifiée de leurs impacts. Collecter les données de terrain à partir de relevés répétés est un prérequis indispensable à une meilleure connaissance des dividendes de l'électrification décentralisée. L'effort d'évaluation des impacts socio-économiques des projets d'électrification décentralisée doit aussi porter sur la priorisation des effets à mesurer, le recours systématique aux méthodes économétriques d'évaluation qui seules permettent l'éventuelle qualification d'un effet en impact, et le choix des méthodes statistiques pertinentes en termes de ratio coût/discernement.

Le projet CoSMMA vise à mobiliser cet effort en devenant une plateforme collaborative d'échange en continu de données et d'expertises, et un lieu de convergence des bonnes pratiques en matière de projets d'électrification décentralisée. La CoSMMA facilitera le passage à l'échelle des projets efficaces, indispensable pour que la révolution en devenir de l'électrification décentralisée devienne une réalité. Après la phase pilote présentée ici, la prochaine étape visera à élargir la gamme des caractéristiques de projets collectées, en s'appuyant sur une sélection qualifiée par les experts du domaine, et à mobiliser les acteurs de terrain pour l'enrichissement des impacts enregistrés. ✨



Économie circulaire & solidaire : l'opportunité africaine

Sylvie FAUCHEUX

Professeure agrégée des universités en sciences économiques. Elle est aujourd'hui Directrice IFG de l'Executive Education et Directrice de l'Innovation Académique chez INSEEC U en France. Forte de 30 ans de recherche et de montages de projets sur le développement durable en partenariat avec les collectivités territoriales et le monde de l'entreprise, elle est experte en stratégies d'entreprises, éco-innovation, RSE, éco-campus, GPEC et aspects socio-économiques de la transition énergétique.



Martin O'CONNOR

Professeur des universités en sciences économiques à l'université Paris Saclay et Président de L'Association ePLANETe Blue. Spécialiste en économie écologique, économie politique, évaluation de projets et épistémologie des sciences sociales, il a conduit de nombreux programmes de recherche collaboratifs et des expertises dans tous les domaines de l'environnement et du développement. Il travaille actuellement sur les défis interdisciplinaires de l'économie circulaire.

■ Synthèse introductive

Le développement durable se veut un projet de société affichant de multiples solidarités à construire et à entretenir : une nouvelle vision patrimoniale de richesses écologiques et économiques liant générations présentes et futures. Cette contribution, à partir des spécificités de la transition vers l'économie circulaire, insiste sur les opportunités d'allier les ambitions de cette dernière aux préoccupations d'une économie solidaire.

■ L'économie verte, inclusive et durable

La **croissance verte** implique des activités économiques respectueuses de la richesse de notre environnement biophysique. Elle est, en quelque sorte, un pari sur le défi « win-win » permettant d'obtenir, à la fois, une performance économique au sens traditionnel (croissance annuelle du PNB national ou par tête), et, une amélioration des indicateurs de qualité environnementale.

Cette croissance verte se veut aussi **socialement inclusive** en intégrant à la fois l'intérêt des générations futures et ceux des différentes composantes de la génération actuelle, dans l'activité économique et le partage des bénéfices. En complément des emplois « productifs », doit être prise en compte l'importance des activités d'entretien du patrimoine naturel, de services à la personne, de formation, de renforcement de la cohésion sociale. On insiste sur une solidarité envers les populations vulnérables ou défavorisées ; et sur une durabilité des résultats au fil du temps.

Sur le plan écologique, cette vision repose sur une double transition :

- **La transition énergétique** — le passage d'un système énergétique reposant lourdement sur l'utilisation des énergies fossiles (le pétrole, le charbon et le gaz naturel), vers un bouquet énergétique donnant la part belle aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique.
- **La transition matérielle** — le passage vers l'économie circulaire, selon lequel les déchets des uns peuvent devenir la matière première des autres.

Dans cette contribution, il s'agit de caractériser les dimensions énergétique et matérielle de la transition, et de tirer quelques leçons pour l'articulation des trajectoires de développement alliant particularités géographiques et culturelles.

Prof.Sylvie.Fauchoux@gmail.com
eplanetete.blue@gmail.com

L'Homme dans les boucles de la Biosphère

La phase industrielle du développement économique a reposé sur une logique de libération rapide des stocks d'énergie (notamment les énergies fossiles mais aussi les potentiels atomiques que représente l'uranium), afin d'alimenter des processus de production du capital économique (machines, bâtiments, infrastructures, etc.), et des biens et services de consommation.

Cette logique est déséquilibrée. En libérant autant d'énergie, des cascades de transformations se produisent au sein de la Biosphère — des « sous-effets » bien au-delà des intentions immédiates de la production de biens et services économiques.

Aujourd'hui, avec la prise de conscience de ce déséquilibre, la Biosphère est à considérer comme un patrimoine fragile — *notre patrimoine naturel* — vulnérable et devant être respecté et entretenu. C'est pourquoi, depuis les années 1970, on affiche le défi de retrouver la « symbiose » entre l'économie et le capital naturel. Il s'agit, selon la formule de René PASSET (1979), de réintégrer l'activité économique dans les grandes boucles de la Biosphère, de contribuer aux « boucles vertueuses » qui entretiennent à la fois le patrimoine naturel et le capital économique.

Les enseignements de l'économie circulaire

La stratégie d'une transition vers l'économie circulaire obéirait à la règle des 4 R (réduire, réemployer, réutiliser, recycler). Par le biais des processus économiques réunis en boucle, l'économie circulaire entraîne une réduction de la consommation des ressources naturelles (dont l'énergie) et des émissions nettes de déchets.

Dans ce cadre, il est souvent question de la réduction des déchets « vers zéro ». Certes, selon les lois de la thermodynamique, il est en principe *possible* d'effectuer la récupération de toute matière transformée ou dispersée par un processus économique ou écologique — et ainsi de pratiquer le « recyclage ». Mais, attention ! Le « zéro déchets » ne doit pas être perçu comme la panacée.

Tout d'abord, il n'est pas toujours simple de mettre en œuvre des procédés conduisant au 4R. (Sinon, cela serait déjà fait !) Pour chaque « sentier » de transformation matérielle, des questions se posent : (i) des besoins en énergie pour assurer le processus circulaire ; (ii) des conditions matérielles d'organisation (c'est-à-dire, des technologies ou procédés de transformation, comme dans une usine ou dans la cellule d'une plante, etc.) ; et (iii) de l'utilité et

de la nocivité des produits et « sous-produits ». Même si un procédé de récupération de tel ou tel type de matériel peut être identifié, les besoins en énergie et en équipement peuvent s'avérer très élevés.

De ce point de vue, la stratégie d'une économie circulaire nécessite :

- D'une part, de favoriser l'écoconception dans les choix des ressources premières et des procédés de transformation, afin de faciliter par anticipation le réemploi et le recyclage. Les sociétés africaines sont souvent mieux placées que les sociétés fortement industrialisées pour une « saute » vers l'économie circulaire, en raison du caractère encore artisanal de beaucoup d'activités de production et des connaissances y associées.
- D'autre part, de réduire la production des « déchets ultimes » nuisibles. C'est-à-dire, les produits et sous-produits non réutilisables mais encore actifs et capables de nuire à la santé et/ou de provoquer des perturbations dans le fonctionnement des systèmes écologiques.

Enfin, la « circularité » peut se produire tant par voie des processus géo-bio-chimiques de la Biosphère que par des processus de tri et de réemploi industriels.

L'exemple de la « neutralité carbone »

Ces préceptes d'une économie circulaire à la fois industrielle et écologique, peuvent s'illustrer parfaitement par l'exemple de la maîtrise du « carbone » (plus exactement, des gaz à effet de serre (GES), dont le dioxyde de carbone CO₂ et le méthane CH₄), dans le contexte des politiques climatiques.

Rappelons tout d'abord l'objectif souvent affiché dans le cadre de la transition énergétique, d'une économie « bas carbone », voire « zéro carbone ». Il ne s'agit bien évidemment pas d'éliminer le carbone des processus économiques mais, d'une part, de modifier les procédés de transformation au sein de l'économie et, d'autre part, d'augmenter les processus économiques, écologiques ou géologiques de « *capture* » de carbone — tout cela en vue d'un « équilibre dynamique » entre émissions et captures des GES.

Pour des territoires ensoleillés et secs, la filière photovoltaïque sera sans doute un volet important de « décarbonation » des économies. Plusieurs pays, comme le Maroc, se sont d'ores et déjà engagés sur cette voie. La question subsiste de l'application des « 4R » pour le réemploi, la récupération, la réutilisation ou le recyclage des amalgames de terres rares et d'autres composants des installations. En attendant, c'est un autre volet des énergies

renouvelables, celui des bioénergies, qui sera au cœur de ***L'économie circulaire du carbone.***

- Il s'agit, d'une part, de la récupération ***par design*** de déchets de bois et aussi des résidus agricoles et alimentaires, pour une valorisation ultérieure énergétique. Cela serait à contraster avec la situation, visible aujourd'hui dans de nombreuses villes africaines comme ailleurs dans le monde, de la récupération très pénible de déchets par des couches très pauvres des populations urbaines qui rôdent dans des déchetteries peu salubres.
- Il s'agit, d'autre part, de l'augmentation du captage de CO₂ par les plantes, permettant une exploitation ultérieure bioénergétique mais aussi d'autres bénéfices (produits alimentaires, fibres, matériels de construction, etc.).

Cette « circularité » par le biais des processus biologiques illustre parfaitement les enjeux complexes — écologiques, économiques et territoriaux — de la double transition à la fois énergétique (vers les énergies renouvelables), et matérielle (vers l'économie circulaire).

L'évaluation d'un projet d'énergie renouvelable bâti sur des ressources de la biomasse (production de biocarburants, génération d'électricité, chaleur), prend nécessairement en compte les enjeux suivants :

- Les distances d'approvisionnement entre les sources et l'usine, et les modalités de transport ;
- Les capacités des systèmes agricoles ou forestiers des territoires pour un approvisionnement durable de la biomasse ;
- Les risques d'une dégradation de sols et d'humus ; et, en revanche, les opportunités d'une amélioration de la structure et de la fertilité des sols ;
- La concurrence avec d'autres usages du bois (exemple : pour la construction de logements) ;
- La concurrence dans l'utilisation de sols avec la production alimentaire ;
- Les besoins en équipement et en force de travail à chaque étape des processus de culture et de récolte de la biomasse, d'opération et d'entretien de l'usine qui génère l'électricité, de fourniture des services énergétiques aux industriels, commerçants, agences publiques et aux ménages.

Le caractère dispersé sur le territoire des sources solaires des énergies renouvelables, dont les écosystèmes producteurs de biomasse, conduit naturellement à repenser la

transition énergétique comme un projet de territoire, avec des emplois décentralisés, en synergie avec l'agriculture ou les cultures agro-forestières :

- L'assurance de la pérennité des stocks et des flux des ressources naturelles renouvelables — les bioénergies renouvelables, les ressources en eau, les produits d'origine biologique, etc.
- La réintégration de déchets organiques dans les cycles de la vie (humus, nutriments, etc.).
- L'entretien de l'environnement biophysique comme site pour les activités humaines et aussi pour les autres espèces.
- Le maintien de l'environnement biophysique en tant qu'objet de découverte, de connaissance, d'appréciation et d'épanouissement, comme support symbolique d'identité et de cultures.

La « circularité » matérielle, illustrée ici par le cycle du carbone dans les processus aussi bien écologiques qu'économiques, contribue diversement à l'entretien des écosystèmes comme un patrimoine naturel.

De même, le secteur du bâtiment — le patrimoine bâti — peut bénéficier non seulement d'une « décarbonisation » (meilleure efficacité énergétique, réduction des énergies fossiles), mais aussi d'une « carbonisation durable » ! En plus des matériaux organiques traditionnels (bois et fibres), on expérimente aujourd'hui, par exemple :

- Le « captage » de déchets plastiques comme composante du béton, avec parfois des bénéfices pour la robustesse et la durabilité des structures.
- L'opportunité des composites sur base de mycélium comme un matériel 100 % biodégradable de construction pourtant durable.

Circularité matérielle et solidarité sociale


Nous voyons que les politiques d'atténuation des émissions de GES et de capture/recyclage des GES, sont susceptibles de produire, en plus de l'évitement de dommages, beaucoup d'autres avantages et opportunités qui ne sont pas toujours pris en compte dans les évaluations de coûts et de bénéfices des stratégies de transition :

- Encouragement à l'éco-innovation ;
- Maîtrise de déchets matériels ;
- Opportunités de réforme fiscale ;

- Créations d'emplois ;
- Transition vers une meilleure sécurité énergétique ;
- Des impacts bénéfiques sur la santé (par exemple, l'élimination des particules nocives des moteurs diesel).

La transition écologique est autant matérielle qu'énergétique. Les éco-innovations au service de la transition touchent tous les secteurs et tous les métiers. Typiquement, elles créent de l'activité et des emplois qui sont, pour une bonne partie, non « délocalisables » — car rattachés aux territoires, à des actifs environnementaux et aux processus écologiques. En cela, elles peuvent facilement être proposées comme vecteur de développement local.

Des pays européens ont, tout récemment, affiché des objectifs ambitieux en matière de recyclage, notamment pour les déchets électroniques, les emballages, le bois, le plastique et aussi les déchets alimentaires. La viabilité des processus de récupération dépend de la facilité de séparation, et cela renvoie à la conception de procédés et de produits prenant en compte leur cycle de vie. Aujourd'hui, en Europe, la rentabilité commerciale des processus « classiques » de récupération et de recyclage (de verre, d'aluminium, de papier) dépend des contributions gratuites par des acteurs citoyens dans leurs foyers. Paradoxalement, les sociétés africaines, avec leur facilité artisanale, leur spontanéité et leur sophistication de réseaux sociaux, pourraient avancer bien plus vite que l'Europe sur cette voie.

La synergie voulue entre la poursuite des 4R de l'économie circulaire, la création des emplois, le renforcement de capacités et le renforcement des solidarités économiques et sociales, n'est pas automatique. Néanmoins, à condition d'un appui politique, la valorisation de déchets matériels n'est plus, seulement, une stratégie de survie pour les plus pauvres mais, aussi, une voie innovatrice de richesse et de convivialité. 

■ Références bibliographiques

FAUCHEUX, S. (2015), « Conséquences économiques du changement climatique », *Techniques de l'Ingénieur* [www.techniques-ingenieur.fr], Référence SE4240, 10 novembre 2015.

FAUCHEUX S. & M. O'CONNOR (2017), « Concilier Prospérité, Richesse et Soutenabilité: où en est la France? », *Cahiers Français* No.400, septembre-octobre 2017, La Documentation Française.

PASSET, R. (1979), *L'Économie et le vivant*, Petite Bibliothèque Payot, Paris; 2nd édition 1996, Economica, Paris.

Pour les actualités de la transition écologique en France et notamment la Feuille de Route Economie Circulaire (publiée le 23 avril 2018), voir: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/leconomie-circulaire>

Pour plus d'informations sur l'ensemble de thèmes abordés dans cet article, voir des articles sur le Blog de Sylvie FAUCHEUX, <http://sylviefaucheux.fr/>



Les instruments régionaux de mise en œuvre de l'ODD 7 pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Afrique de l'Ouest

Mohamed Ayib DAFÉ

Juriste de l'environnement, consultant en droit de l'environnement et de l'énergie depuis une douzaine d'années au sein de IDEV-ic une firme sénégalaise d'ingénierie conseil.

Il est membre du Réseau Africain Francophone des Juristes de l'Environnement (RAFJE) et du Laboratoire d'Etudes et de recherches en politiques, droit de l'environnement et de la santé (LERPDES) de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar.

La mise en œuvre de l'ODD 7 pour l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable, n'est pas seulement le fait des États nations, elle interpelle également les communautés économiques régionales à l'exemple de la Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) qui œuvre pour le renforcement de la coopération énergétique en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique.

L'Assemblée Générale des Nations Unies a adopté en septembre 2015 un « Programme de développement durable à l'horizon 2030 ». Les Objectifs de développement durable (ODD), qui en sont une émanation, sont entrés en vigueur en 2016 et orienteront les décisions à prendre jusqu'en 2030.

L'Objectif 7 vise à « garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable ». Il comporte 3 cibles à l'horizon 2030 :

- garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables et modernes, à un coût abordable ;
- accroître nettement la part des énergies renouvelables (ENR) dans le bouquet énergétique mondial ;
- multiplier par deux le taux mondial d'amélioration de l'efficacité énergétique (EE).

Pour sa mise en œuvre, le Programme de développement durable reconnaît « l'importance des dimensions régionale et sous-régionale, de l'intégration économique régionale et de l'interconnectivité pour le développement durable ». Il y est aussi mentionné que « les cadres d'action régionaux et sous-régionaux peuvent en effet aider à traduire plus efficacement des politiques de développement durable en mesures concrètes au niveau national¹ ».

La Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), offre un cadre propice à la mise en œuvre régionale de l'ODD 7.

La Politique énergétique de la CEDEAO de 1982² visait notamment à diversifier les sources d'énergie primaire.

L'article 28 du Traité révisé de la CEDEAO (1993), précise les axes de coopération énergétique de la Communauté et vise en particulier la promotion du développement des ENR dans le cadre de la politique de diversification des sources d'énergie.

1. Paragraphe 19 du Programme de développement durable

2. Décision A DEC.3/5/82 relative à la politique énergétique de la CEDEAO

madaffx@yahoo.fr

Le Protocole sur l'Énergie de 2003³ poursuit comme objectifs connexes l'amélioration de l'EE, le développement et l'utilisation des sources d'ENR, la promotion de l'utilisation de combustibles propres et l'emploi de technologies qui réduisent la pollution.

Cette action s'est consolidée avec la création du Centre pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO (CEREEC)⁴, connu sous son acronyme en anglais **ECREEE**. Il vise à créer des conditions-cadres favorables et un environnement propice pour les marchés des ENR et de l'EE.

Le CEREEC a coordonné l'élaboration de la Politique en matière d'énergies renouvelables (PERC)⁵ et de la Politique sur l'efficacité énergétique (PEEC)⁶; l'appui aux États membres dans le développement des politiques, réglementations, normes, incitations et mécanismes financiers en matière d'ENR et d'EE; le lancement de l'Observatoire pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (OEREE)⁷; la Politique Bioénergie; la Stratégie régionale d'éclairage efficace; la Directive sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments; l'Initiative pour le Corridor Ouest Africain de l'Énergie Propre (WACEC)⁸, etc.


Plusieurs autres organes de la CEDEAO interviennent en matière d'ENR et d'EE:

- La Conférence des ministres en charge de l'énergie;
- La Commission à travers le Département de l'Énergie et des Mines;
- Le Système d'Échanges d'Énergie Électrique Ouest Africain (EEEOA ou West African Power Pool – WAPP), une institution spécialisée chargée de mettre en place un marché régional de l'électricité à travers des projets de lignes d'interconnexion électrique et de

développement de centrales électriques (solaires, hydroélectriques, éoliennes, thermiques à gaz)⁹.

- L'Autorité de Régulation Régionale du secteur de l'Électricité (ARREC), chargée de la régulation du marché régional de l'électricité¹⁰.
- Le Centre de Coordination des Ressources en Eau (CCRE), qui regroupe les organismes de bassin et a coordonné l'élaboration de la Directive sur le développement des grandes infrastructures hydrauliques¹¹; la directive vise notamment à ce que les considérations d'ordres écologique, économique et social soient davantage prises en compte dans la mise en œuvre de projets transfrontaliers de barrages hydroélectriques ou multiusages.

Malgré ces acquis, l'harmonisation des politiques d'ENR et d'EE en Afrique de l'Ouest est limitée par plusieurs contraintes: la faible coordination CEDEAO/UEMOA, la lenteur dans la mise en œuvre des initiatives régionales, la faible articulation entre les politiques climatiques et énergétiques.

Ces écueils pourraient être surmontés par un partenariat dynamique CEDEAO/UEMOA/CILSS¹², en vue d'une Politique Énergie-Climat régionale à l'instar de celle existant pour les ressources en eaux¹³ afin de développer des synergies et de mutualiser les ressources et les expériences¹⁴ pour atteindre plus efficacement les cibles de l'ODD7. 

3. Protocole de la CEDEAO A-P4-1-03 sur l'Énergie, adopté à Dakar le 21 janvier 2003.

4. Règlement C/REG.23/11/08 de la 61^{ème} Session du Conseil des Ministres de la CEDEAO, tenue à Ouagadougou (Burkina Faso), le 23 Novembre 2008. Le siège du CEREEC est établi à Praia (Cabo Verde)

5. Recommandation REC4/06/13 sur la Politique d'énergies renouvelables de la CEDEAO du 21 juin 2013.

6. Acte Additionnel A/SA.2/07/13 sur la Politique d'efficacité énergétique de la CEDEAO du 18 juillet 2013

7. Règlement C/REG.23/11/08 du 61^{ème} Conseil des ministres relatif à l'établissement de l'Observatoire pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO (OEREE).

8. Les trois textes ont été adoptés lors de la 78^e session ordinaire du Conseil des ministres de la CEDEAO (Monrovia, 1^{er} et 2 juin 2017)

9. Décision A /DEC.5/12/99 de la Conférence des chefs d'État et de gouvernement de la CEDEAO

10. Acte additionnel A/SA.2/01/08 du 18 janvier 2008 et Règlement C/REG.27/12/07 du 15 décembre 2007

11. Ladite directive a été adoptée lors de la 78^e session ordinaire du Conseil des ministres de la CEDEAO (Monrovia, 1^{er} et 2 juin 2017)

12. Comité inter-États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel

13. Acte additionnel A/SA. 5/12/08 du 19 décembre 2008 portant adoption de la Politique des ressources en eau de l'Afrique de l'Ouest. La PREAO considère l'hydroélectricité comme une source d'énergie propre et renouvelable et promeut le développement d'ouvrages multiusages et communs entre plusieurs États.

14. Cela a déjà été le cas avec la Décision A/DEC.24/01/01/06 relative à l'adoption d'une politique de la CEDEAO/UEMOA sur l'accès aux services énergétiques des populations rurales et périurbaines pour la réduction de la pauvreté et l'atteinte des OMD, résultant de la Convention signée entre la CEDEAO et l'UEMOA du 22 août 2005 pour la mise en œuvre d'actions conjointes dans le domaine de l'énergie.

■ Bibliographie

Ouvrages

Cheikh Anta DIOP, Les fondements économiques et culturels d'un État fédéral d'Afrique Noire, Présence Africaine, 1974, 124 pages.

Altide Canton-Fourrat, Monesty Junior Fanfil, Le droit de l'énergie en Afrique, L'Harmattan, janvier 2016, 104 pages,

Articles

Joseph KAMGA, Atinouke AMADOU, Droit et politiques de l'énergie en Afrique subsaharienne : les tendances d'harmonisation. Revue des Juristes de Sciences Po - Automne 2013 - N°8, pp 62-pp77.

Mohamed Ayib DAFPE, Le développement des activités énergétiques dans le cadre de l'environnement marin et côtier au Sénégal, in BONNIN, M., LY, I., QUEFFELEC, B., et NGAIDO, M., (eds), 2016. Droit de l'environnement marin et côtier au Sénégal, IRD, PRCM, Dakar, Sénégal, pages 223-243





Gouvernance territoriale de la transition énergétique en Afrique : enjeux et défis

Claude Céleste COUMAYE

Diplomate indépendant et expert en coopération internationale et développement durable. Titulaire d'un master en Relations internationales et d'un Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en droit international public, il a animé pendant près de trois ans des activités de formation en ligne et en présentiel à ; l'ESSTIC, l'IRIC, l'ENSTP. Il a également participé à l'élaboration de plusieurs plans de développement durable (www.coumayeclaudeceleste.com).

Traiter de la gouvernance territoriale de la transition énergétique en Afrique, revient en réalité à questionner les processus d'accompagnement de la transition énergétique en cours dans les collectivités territoriales africaines à la lumière des exigences que requiert la gouvernance de ce secteur. Bien que certaines pratiques territoriales accordent peu de place à une démarche stratégique en la matière, il y a lieu de relever que d'autres brillent par l'exemplarité.

Enjeux de la transition énergétique pour les territoires en Afrique

La transition énergétique vise à modifier sur le fond la production de l'énergie et à favoriser l'accès à l'énergie durable. L'appréhension des enjeux de sa gouvernance à l'échelle territoriale passe aussi par une bonne connaissance des fondements et de l'importance de l'engagement des collectivités territoriales en la matière.

Les chocs pétroliers des années 1970, peuvent être considérés comme les facteurs explicatifs de l'engagement des territoires sur le chemin de la transition énergétique. En raison de ces chocs pétroliers qui ont mis à mal leurs économies, les collectivités territoriales des Etats-Unis d'Amérique ont été conduites à repenser leurs systèmes de production et de consommation énergétiques. Leurs objectifs étant ceux de la réduction des importations d'énergie devenues trop chères. Les pratiques qui en ont découlé par la suite, n'étaient pas orientées par des exigences écologiques ou de développement durable même si elles étaient parfois évoquées. Il faut attendre l'émergence du concept de développement durable en 1987 avec le Rapport Brundtland et la planification de l'action de la communauté internationale en 1992 avec l'Agenda 21 de Rio pour situer véritablement les fondements de l'action des collectivités territoriales en matière de transition énergétique (Chapitre 28 de l'Agenda 21 de Rio).

En tant que secteur d'activité au potentiel d'atténuation élevé en matière de lutte contre le changement climatique, l'énergie est appelée à occuper une place de choix dans les politiques publiques territoriales. En agissant sur le levier de la transition énergétique, les territoires contribuent à la baisse de la consommation énergétique de leurs bâtiments, à la réduction des gaz à effet de serre, à la maîtrise de l'énergie et à la production d'énergies renouvelables. Pour les populations, l'accès à l'énergie durable contribue à l'amélioration des résultats scolaires, des activités commerciales et celles des petites et moyennes

 coumayeclaudeceleste@yahoo.fr

entreprises, des conditions sanitaires etc. Aussi, les retombées socio-économiques liées à la transition énergétique sont présentes tout au long de la chaîne, comprenant notamment la planification des projets, la production, l'installation, les réseaux de distribution et les opérations de maintenance. Sur ce dernier point, la transition énergétique participe de la promotion de l'emploi. À ce sujet, l'Institut pour l'autosuffisance locale, fondé par David Morris, a développé une réflexion sur les impacts des choix énergétiques sur le développement local et l'emploi. Il a réussi à démontrer que dépenser pour le pétrole n'apporte pas beaucoup à l'économie locale, alors que les dépenses en faveur des énergies renouvelables irriguent l'ensemble de l'économie. Pour lui, la production énergétique locale, l'installation et la maintenance des équipements décentralisés créent de l'emploi.

Pour dire juste, l'accès à l'énergie durable pour les territoires contribue à la création des conditions de diversification des sources d'énergie aux fins de développement de leurs économies.

En Afrique, les territoires situés en zone rurale éprouvent de sérieuses difficultés d'accès à l'énergie, et ils restent paradoxalement moins engagés à l'actualisation de leurs systèmes énergétiques. Pourtant, les potentialités pour le développement des énergies renouvelables sont certaines et l'existence de la technologie en la matière offre des possibilités réelles d'accès à l'énergie durable. Parmi les territoires engagés dans la promotion de la transition énergétique, il en existe qui se distinguent, et dont la démarche mérite d'être connue et promue.

Pratiques et défis de la gouvernance territoriale de la transition énergétique en Afrique

Comme un effet de mode, plusieurs collectivités territoriales africaines souscrivent à la dynamique de la transition énergétique. L'effervescence est si impressionnante que l'on a du mal à comprendre les échecs retentissants des actions sur le terrain. Après examen d'un certain nombre de pratiques, l'on peut affirmer sans risque de se tromper que leurs actions résultent d'une démarche spontanée ou improvisée. Les acteurs territoriaux ont la volonté et parfois les moyens financiers pour actionner le levier de la transition énergétique, mais leur bonne volonté se heurte malheureusement à des exigences méthodologique et stratégique inamovibles qui finissent par plomber *in fine* leurs bonnes intentions.

L'actualisation des systèmes énergétiques dans une perspective de durabilité ne va pas de soi, elle commande en

réalité une nouvelle approche de gouvernance qui n'est pas fortuite. Pour réussir la transition énergétique, les collectivités territoriales peuvent miser sur la *gouvernance durable*. Cette dernière consiste à intégrer les principes de développement durable dans la gouvernance d'un secteur donné. Partant du postulat selon lequel la *gouvernance durable* constitue une démarche d'accompagnement efficace de la transition énergétique, il faut dire que les cas de figure exposés ci-après sont présentés à la lumière des exigences que recouvre ce concept. L'application de la *gouvernance durable* dans le secteur de la transition énergétique revêt un certain nombre de spécificités qu'il conviendrait de mettre en lumière dans le présent exposé. Ces spécificités se situent en droite ligne des facteurs de la *gouvernance durable* (le cadre de coordination, le cadre institutionnel, la transversalité des pratiques, l'approche participative, la transparence et la reddition des comptes), ce qui permet d'obtenir des composantes précises : un Plan climat territorial issu d'un Agenda 21 territorial, une instance territoriale dédiée à la cause, l'implication des acteurs territoriaux dans la définition, la mise en œuvre et le suivi-évaluation des projets y relatifs et la formation des acteurs territoriaux en la matière. Tout ceci permet d'éviter la reproductivité des projets, d'adapter le projet au contexte local, de générer l'innovation sociale et financière ainsi que l'interaction avec l'ensemble des parties prenantes, d'assurer la viabilité économique de l'exploitation et de garantir les compétences territoriales.

Communauté urbaine de Douala : un exemple de gouvernance durable porteuse d'efficacité

La Communauté urbaine de Douala s'est dotée de son Agenda 21 dans lequel la transition énergétique est inscrite en bonne place. Des activités opérationnelles sont menées à l'effet de rendre effective la transition énergétique.



Droits réservés



Droits réservés

Projet : Fourniture d'un service électrique dans les villages ruraux via l'installation de systèmes photovoltaïques individuels, et maintenance du matériel grâce à la formation de techniciens.

S'il est vrai que les activités de promotion de la transition énergétique à l'échelle territoriale relèvent assez souvent de la responsabilité des pouvoirs publics territoriaux, il y a lieu de reconnaître l'importance de l'action des organisations de la société civile dans la *gouvernance durable* des territoires. Dans le cas présent, c'est l'Association béninoise pour l'Eveil et le Développement (ABED) qui a été à l'œuvre.



Droits réservés

Claire Guibert & Jeremy Debreu, *Livre blanc des énergies durables en Afrique*, MKF, p. 113.

La *gouvernance durable* est donc cette approche de la gouvernance porteuse de projets d'avenir, mais encore très peu connue, qui permettra aussi d'accompagner valablement la transition énergétique à l'échelle à des collectivités territoriales. Les cas de figure présentés ci-haut sont certes appréciables, mais ils restent perfectibles au regard des exigences de la *gouvernance durable*. 🌟

■ Références bibliographiques

Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement, Action 21, Rio de Janeiro, Brésil; <http://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/1992>.

Claire Guibert & Jeremy Debreu, *Livre blanc des énergies durables en Afrique*, MKF, 2013.

Commission de l'Union Africaine, *Agenda 2063, l'Afrique que nous voulons*.

Commune de Koza : une démarche de gouvernance durable de la transition énergétique à soutenir

Commune située dans la Région de l'Extrême-Nord du Cameroun, Koza s'est dotée en 2015 de son Agenda 21 local dans lequel sont inscrites les actions promotrices de la transition énergétique. Les élus locaux ne lésinent pas sur les efforts pour traduire concrètement les actions de durabilité.



Crédit photo : Mahama Adoum

À Oulad et à Madakar. Koza, 2018.



La transition énergétique en Méditerranée : un enjeu pour la coopération et le développement durable dans la région

Houda Ben Jannet ALLAL

Directrice générale de l'Observatoire Méditerranéen de l'Énergie (OME).

Ses domaines d'expertise concernent principalement les perspectives énergétiques, les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, le développement durable et la coopération énergétique dans la région méditerranéenne.

Elle dirige le secrétariat de la Plate-forme UpM sur le gaz. Elle est également membre du panel de Stakeholders SDGs@Edison.

Elle a dispensé des cours et des conférences à l'École des Mines de Paris, à l'École Normale Supérieure (ENS), à l'université de Versailles, à l'Institut national des sciences et techniques nucléaires et à l'École des ingénieurs de la ville de Paris.

Elle est titulaire d'un DEA en économie de l'énergie de l'Institut français du pétrole et de l'université de Paris II – Panthéon-Assas et d'un DESS en économie et politique de l'énergie de l'INSTN et de Paris X – Nanterre. Elle est également titulaire d'un doctorat de l'École des Mines de Paris. Elle est co-auteur de sept livres et de plus de 100 articles.

■ Introduction

Dans son ouvrage intitulé « *Les mémoires de la Méditerranée* » (1998)¹, Fernand Braudel commence comme suit : « *Sur l'immense passé de la Méditerranée, le plus beau des témoignages est celui de la mer elle-même. Il faut le dire, le redire. Il faut la voir, la revoir. Bien sûr, elle n'explique pas tout, à elle seule, d'un passé compliqué, construit par les hommes avec plus ou moins de logique, de caprice ou d'aberrance* ». Cette introduction des *mémoires de la Méditerranée* nous semble parfaitement s'appliquer à l'histoire énergétique de la région et il est fort à parier qu'elle continuera à s'appliquer pour bien des décennies encore.

La région méditerranéenne s'étale sur neuf millions de kilomètres carrés (km²), et regroupe 25 pays du pourtour du bassin méditerranéen représentant 7 % de la population mondiale et contribuant, en 2015, à hauteur de 10 % à l'économie mondiale. Cette région est stratégiquement située au carrefour de l'Europe, de l'Afrique, du Moyen-Orient et de l'Extrême-Orient, et est reconnue comme étant le carrefour des peuples et des civilisations. Elle connaît des mutations profondes depuis quelques années et celles-ci ont des impacts, y compris au-delà de la région. Il en va de même pour la situation énergétique régionale.

Sur le plan énergétique, sa position géographique et ses richesses ont en effet fait de la Méditerranée un important corridor de transit pour les marchés énergétiques mondiaux et un fournisseur de taille, en particulier pour l'Europe. Les pays de la région sont par ailleurs interdépendants et complémentaires tant sur le plan des disponibilités des ressources énergétiques et des technologies, que sur celui de la demande. Globalement, la région est déficitaire en énergie et la sécurité énergétique est une priorité pour l'ensemble des pays : tant pour les pays importateurs, pour des raisons évidentes, que pour les pays exportateurs, compte tenu du fait que les exportations contribuent de manière très substantielle à leur développement économique.

La Méditerranée doit également, et de plus en plus, faire face au défi du changement climatique. En effet, bien qu'elle ne soit pas l'un des principaux émetteurs des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, la région est particulièrement vulnérable au changement climatique et est susceptible d'être exposée de plus en plus à des événements extrêmes. Elle est d'ailleurs connue comme un « hot spot », raison pour laquelle l'ensemble des pays de la région se sont engagés, dans le cadre des Accords de Paris, à contribuer de manière active à la bataille contre le changement climatique. C'est ce qu'ils

1. Fernand Braudel, *Les mémoires de la Méditerranée*, Ed. de Fallois, 1998

ont traduit en termes d'intentions d'actions dans leurs Contributions Déterminées au niveau National (CDN), dans lesquelles la part prépondérante revient à des actions dans le secteur énergétique, avec des objectifs en particulier en faveur du développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables.

Le présent article présente la situation et les perspectives énergétiques en Méditerranée². Il met en évidence le besoin urgent pour la région d'accélérer le développement de l'efficacité énergétique et également de déployer de manière efficace ses atouts en termes de ressources énergétiques disponibles : le gaz naturel et les énergies renouvelables. Comme nous verrons ci-après, la région fait en effet face à une croissance importante de sa demande énergétique et doit conjuguer la satisfaction de cette demande et celle de son développement socio-économique avec les impératifs de sécurité énergétique, tant du côté de l'offre que de celui de la demande, et de la protection de l'environnement.

Éfficacité énergétique et énergies bas-carbone, les atouts d'une transition énergétique réussie en Méditerranée

À l'horizon 2040, la population méditerranéenne s'élèvera à 637 millions, contre 534 millions en 2015. L'accroissement se situera exclusivement au Sud et à l'Est de la région³. Plus de 100 millions d'habitants peupleront ainsi davantage cette région. La croissance économique sera également essentiellement tirée par le Sud et l'Est de la région.

Dans son scénario tendanciel (scénario PS), l'OME considère que les pays méditerranéens vont atteindre uniquement les objectifs conditionnels des CDN. L'autre scénario (scénario REF) considère que les « financements climat » et les conditions requises seront disponibles et permettront ainsi à l'ensemble des pays d'atteindre l'intégralité de leurs objectifs, selon les prévisions de leurs CDN (Source : OME, MEP 2018).

2. Les perspectives énergétiques présentées dans cet article sont celles de l'OME et seront publiées dans son ouvrage *Mediterranean Energy Perspectives* (MEP 2018), à paraître en avril 2018 (www.ome.org).
3. Dans la suite de cet article, nous parlerons de « Sud » pour désigner les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (Algérie, Égypte, Israël, Jordanie, Liban, Libye, Maroc, Palestine, Syrie, Tunisie et Turquie) et de « Nord » pour désigner les pays Nord méditerranéens (Albanie, Bosnie H., Croatie, Chypre, Espagne, France, Grèce, Italie, Macédoine, Malte, Monténégro, Portugal et Serbie).

Force est de constater que la région se caractérise par une situation contrastée entre les deux rives. En effet, les besoins en énergie primaire sont en augmentation de 38 % en 2040 pour la région, mais on enregistre plus qu'un doublement (217 %) au Sud sous les tendances actuelles par rapport à 2015. En revanche, si les CDN sont mises en œuvre avec succès, une consommation de 270 Mtep pourrait être évitée, soit un potentiel d'économie de plus de 18 % par rapport au scénario tendanciel. Le gisement le plus important se situe au Sud. Les intensités énergétiques dans un tel scénario seront nettement plus faibles, conséquence naturelle d'un développement économique plus sobre en énergie ; pour autant les inégalités entre le Nord et le Sud en termes de consommation d'énergie par habitant persisteront (figure 1).

Mais, quel que soit le scénario, et afin de faire face à la croissance de la demande énergétique en Méditerranée, les énergies fossiles qui représentent plus de 90 % de la demande énergétique primaire des pays du Sud en 2015 semblent devoir peser encore pour un moment et représenteraient 88 % ou 79 % selon le scénario. Dans ce contexte, et compte tenu du potentiel considérable en énergies renouvelables et en gaz naturel dont dispose la région, il va sans dire qu'une transition énergétique durable souhaitée et respectueuse de l'environnement, est celle qui combinerait ces deux atouts dont la région dispose, et qui sont les plus vertueux en termes d'émissions, en plus de l'efficacité énergétique et de la sobriété.

Pour ce qui est du secteur électrique, force est de constater que la demande est en croissance très forte au Sud et devra plus que doubler par rapport à 2015, quel que soit le scénario (figure 2). Pour autant, la mise en œuvre des CDN pourrait permettre l'économie de près de 620 TWh. Dans ce contexte, le mix électrique sera essentiellement basé sur les énergies renouvelables et le gaz naturel ; avec un développement plus massif des énergies renouvelables au Nord qu'au Sud. En effet, la part des énergies renouvelables représenterait près de 35 % du mix électrique régional d'ici 2040 (47 % au Nord et 20 % au Sud) dans le scénario conditionnel et plus de 52 % dans le scénario alternatif (66 % au Nord et 36 % au Sud). En plus de favoriser le développement des énergies renouvelables, la mise en œuvre des CDN permettrait d'éviter la construction de plus de 74 GW, ce qui correspond à plus de 40 % de la capacité installée actuellement au Sud.

Comme mentionné auparavant, un des défis majeurs auxquels la région doit faire face est celui de la sécurité énergétique. Pour réussir sa transition, la région doit concilier la réduction des contraintes climatiques avec la sécurité énergétique. Force est de constater que la poursuite des

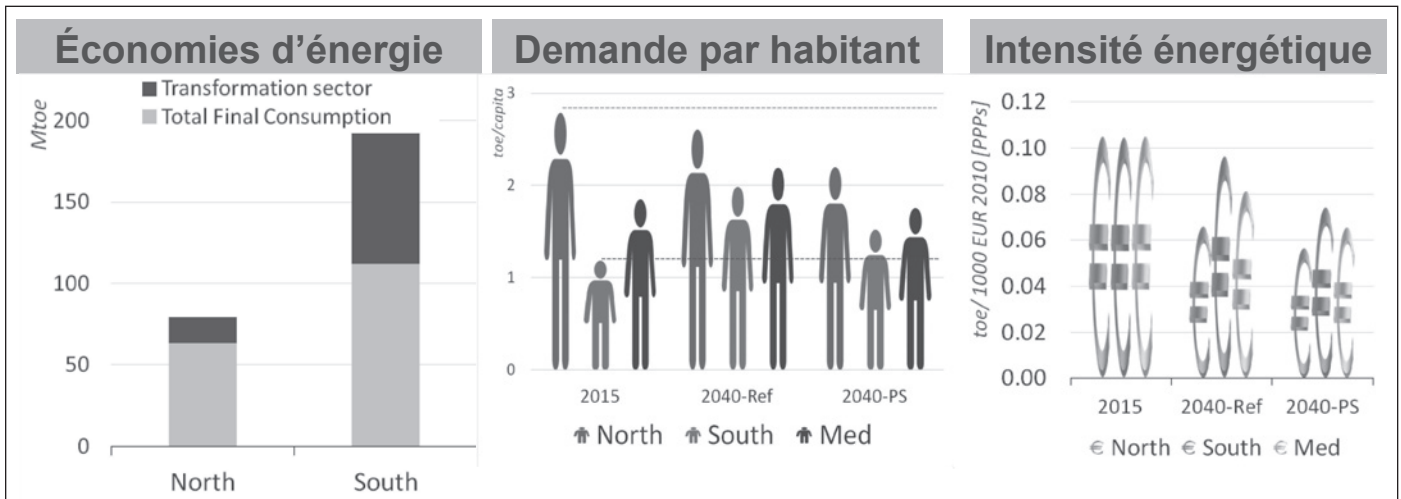


Figure 1. Efficacité énergétique

Source: OME, 2018

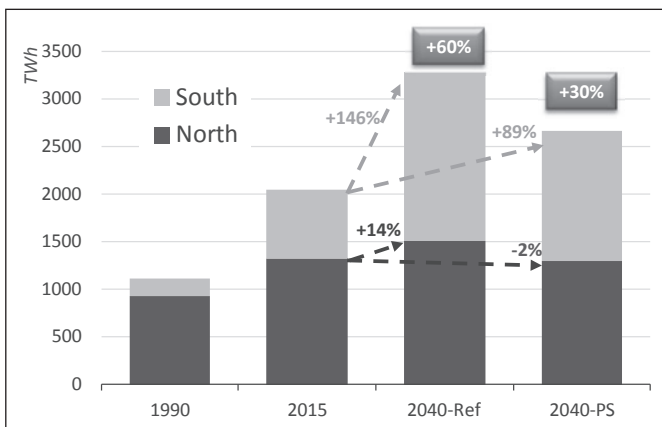


Figure 2. Production d'électricité en Méditerranée par région

Source: OME, 2018

tendances actuelles sera de nature à exacerber la situation au Sud. En effet, si les pays du Nord sont appelés à maintenir un niveau de dépendance relativement stable d'ici 2040, les pays du Sud verront leur dépendance passer de 19% actuellement à 30% à l'horizon 2040. En revanche, la mise en œuvre des CDN permettrait à la région de diviser par deux son taux de dépendance énergétique et aux pays du Sud de fortement baisser ce taux: de 19% actuellement à 8% à l'horizon 2040 (figure 3).

De même, la mise en œuvre des CDN est plus avantageuse pour faire face au défi du changement climatique. En effet, elle permet une diminution de 2% des émissions de CO₂ par rapport à 2015 (+ 24% par rapport à 1990). Des émissions de 506Mt CO₂ seront ainsi évitées au Sud en 2040. Elles diminueront plus fortement au Nord (près de la moitié des niveaux de 1990) (figure 3).

Les scénarios de l'OME mettent donc clairement en évidence les liens entre la réalisation des objectifs climatiques en Méditerranée et la transition énergétique. De plus, les bénéfices vont au-delà: une sécurité énergétique améliorée et, par conséquent, une région plus stable, habitée par moins de tensions.

La région méditerranéenne dispose d'un potentiel considérable d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, ainsi que de compétences. Des politiques et mesures ciblées et adaptées sont néanmoins nécessaires pour revitaliser ces atouts, en particulier dans un contexte de prix des combustibles fossiles relativement faibles. Des approches *bottom-up* et *top-down* sont nécessaires et doivent être articulées avec une vision à long terme. La digitalisation aura sans aucun doute un effet important et profond sur l'industrie et les systèmes énergétiques, et doit être sérieusement prise en considération.

La coopération, un levier important pour le développement durable dans la région

Compte tenu de l'histoire, de l'interdépendance, de la situation actuelle, ainsi que des perspectives énergétiques en Méditerranée et de leurs défis, la coopération régionale s'avère très importante pour accélérer le cheminement et parvenir à atteindre les objectifs des CDN et ceux d'une transition énergétique réussie. La région dispose d'un potentiel lui permettant même d'avoir des objectifs encore plus ambitieux. La formulation d'actions climatiques plus concertées et orientées dans la région méditerranéenne devrait être de nature à permettre, tant à la région qu'à chacun des pays, d'aller plus loin pour un avenir énergétique vertueux aussi bien sur le plan énergétique que sur le plan climatique.

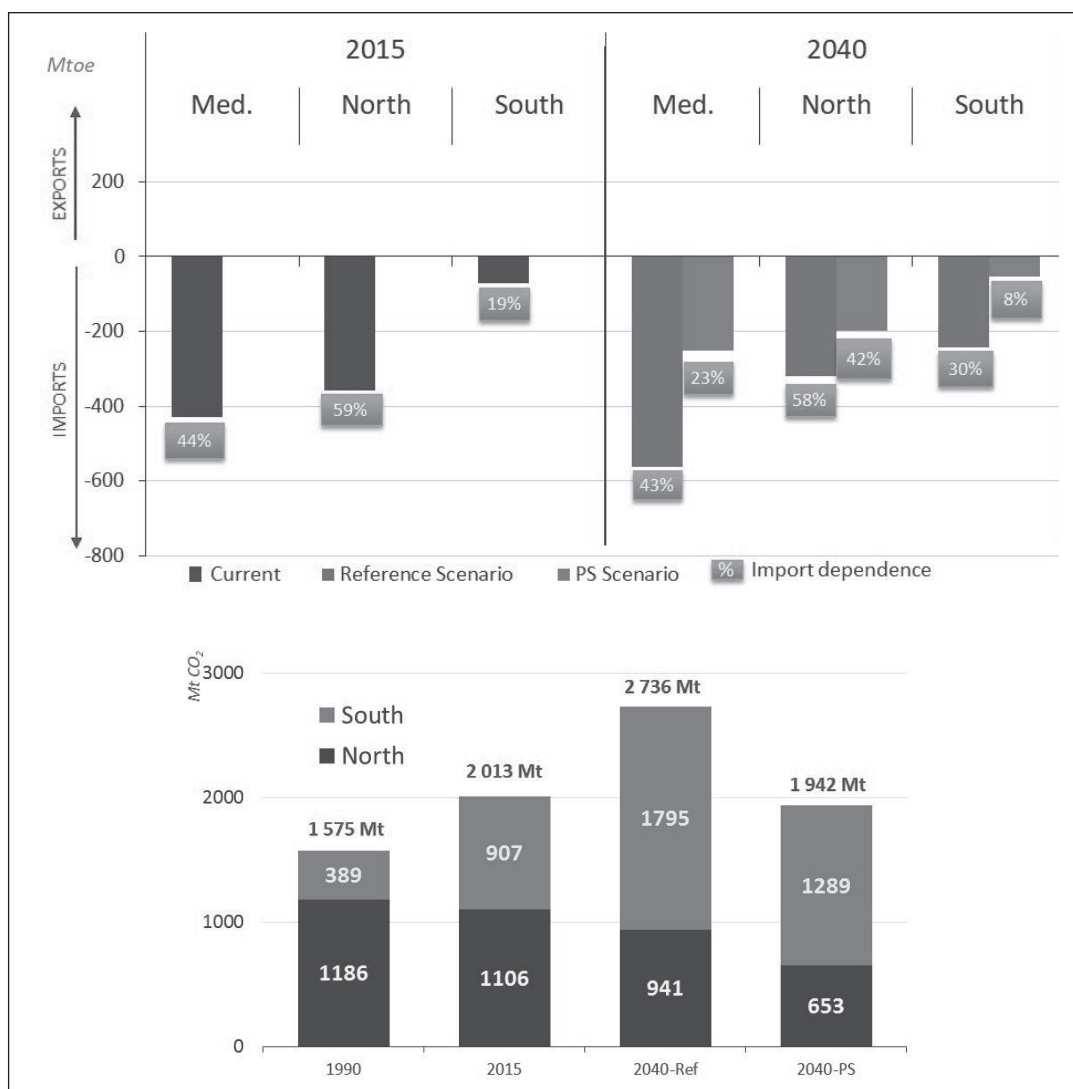


Figure 3. Dépendance énergétique et émissions de CO₂ en Méditerranée par région

Source: OME, 2018

Cette transition énergétique est durable. Elle est un levier important dans la mondialisation, pour la coopération Europe-Afrique-Méditerranée, et un partenariat « gagnant-gagnant » pour tous les acteurs.

Dans ce nouveau contexte, le lancement des trois plateformes énergétiques régionales, sous l'égide de l'Union pour la Méditerranée et avec le soutien de la Commission Européenne, portant sur: (1) le gaz naturel, (2) le marché régional de l'électricité et (3) les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, et qui visent à intensifier la coopération énergétique euro-méditerranéenne, devra contribuer à accélérer le processus vers un développement énergétique durable dans la région et une transition énergétique juste et résiliente.

Les défis sont certes importants mais il ne fait guère de doute que les bénéfices d'une approche plus collective, solidaire et concertée l'emporteront sur les coûts, en offrant plus de flexibilité et en donnant une impulsion supplémentaire aux investissements qui sont de plus en plus nécessaires et doivent être accrus.

En tant qu'association rassemblant des acteurs clés de l'énergie en Méditerranée, l'OME promeut la coopération régionale par le biais du dialogue Nord-Sud et Sud-Sud, sur les questions énergétiques intersectorielles et s'engage à promouvoir le dialogue régional sur l'énergie et à accélérer la transition vers un futur énergétique durable dans la région. 🌊



Droits réservés

Droits réservés

ÉTATS DES LIEUX ET INITIATIVES





Les toits solaires systèmes Solaires Photovoltaïques Connectés aux réseaux publics de distribution électrique « SPV-CR » secteurs résidentiel, industriel et tertiaire

Tahar ACHOUR

Expert et consultant spécialisé dans le domaine de l'énergie, il préside la Chambre Syndicale Nationale des Énergies Renouvelables (CSNER). Ingénieur, doctorant en électronique et également en économie et politique de l'énergie, il a travaillé pour la STEG (Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz). Il enseigne dans des écoles d'ingénieurs, anime des formations en économie d'énergie et officie comme conseiller auprès de groupements industriels.

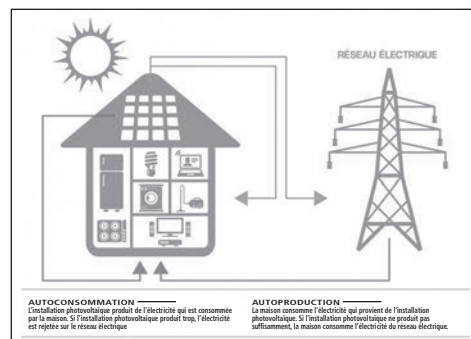
La filière solaire photovoltaïque (PV) affichait encore, il y a une décennie, des prix difficilement accessibles mêmes aux familles dites aisées. Le stockage (par batterie), alourdissait notablement le prix du système. Les solutions de « connexion au réseau public » ainsi que la baisse du prix des modules PV ont permis d'alléger les coûts. Ces solutions impliquent la présence d'un réseau électrique public fiable, ce qui est malheureusement peu fréquent dans la majorité des pays africains.

■ Principe du « SPV-CR » :

Le schéma simplifié ci-dessous représente un système Solaire PV Connecté au Réseau (SPV-CR) :

Deux cas de figures possibles :

- Injecter la totalité de la production des kWh verts sur le réseau public via un compteur production et continuer à consommer les kWh fournis par le producteur public via un compteur consommation.
- Consommer sur place les kWh verts tout en injectant le surplus et, en cas de besoin, consommer les kWh fournis par le réseau public. Ce cas de figure est géré par un compteur bidirectionnel.



Grâce à la baisse des coûts de production de l'électricité d'origines renouvelables, et photovoltaïque (PV) en particulier, l'autoconsommation via les systèmes PV connectés au réseau public devient de plus en plus économiquement attractive pour les particuliers comme pour les clients industriels, tertiaires et agricoles. Le cadre réglementaire ne cesse d'évoluer positivement dans les pays riches mais aussi dans certains pays en voie de développement. Les transitions énergétiques nationales, mises en place par de nombreux pays, soutiennent le développement de l'autoconsommation qui présente des avantages, aussi bien pour les consommateurs que pour la collectivité.

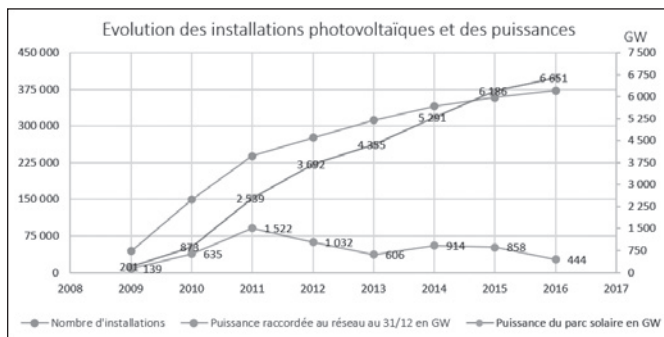
- Pour le consommateur, l'autoconsommation permet de maîtriser l'origine d'une partie de sa consommation d'électricité. Elle l'aide surtout à réduire et sécuriser une partie de sa facture de consommation électrique, et le transforme en « **Consommateur Acteur** »

expert.negawat@gmail.com

- Pour la collectivité, elle contribue au développement du photovoltaïque en toiture en particulier, limitant ainsi les conflits d'usage au sol, et réduisant potentiellement le besoin de renforcement du réseau électrique et les coûts afférents.

L'appellation « Toits Solaires » désigne les systèmes « SPV-CR » installés sur les toitures des bâtiments à caractères résidentiel, industriel et tertiaire. Plusieurs points forts sont à l'actif de l'architecture de ces systèmes :

- Les sols sont libérés.
- En hauteur, les générateurs PV sont bien exposés à la lumière du soleil.
- Les modules PV sont relativement protégés contre le vol ou le vandalisme.
- Les modules PV peuvent remplacer les toitures dans certains cas.
- Ces systèmes s'adaptent très bien à la décentralisation de la production d'électricité dans les agglomérations, les villes et villages, où le réseau de distribution en basse tension est bien présent.



Source: AIE

Ces avantages reposent sur le juste dimensionnement de l'installation PV destinée à l'autoconsommation. Deux enjeux sont à concilier :

- Éviter le sous-dimensionnement de l'installation qui limiterait les bénéfices visant à baisser la facture d'électricité.
- Éviter le surdimensionnement qui, en augmentant la quantité du surplus injecté sur le réseau, pourrait réduire la rentabilité de l'installation.

L'objectif est donc de superposer les besoins en consommation avec l'ensoleillement, source de la production électrique de l'installation PV.

Dans les agglomérations urbaines et rurales (villes et villages), **la consommation du secteur résidentiel est mal synchronisée avec la production PV**. L'autoconsommation y est pertinente si les usages les plus consommateurs d'énergie sont déplacés pendant les heures d'ensoleillement, par exemple en ce qui concerne le chauffe-eau électrique, les machines à laver, la plaque et les fours électriques, le fer à repasser etc. Cette exigence devient possible grâce aux systèmes de programmation de mise en service automatique de ces équipements électroménagers. Le recours au stockage par batterie constitue, aujourd'hui, une autre option en devenir, notamment pour les bienfaits rendus aux gestionnaires de réseau public de distribution d'électricité. La baisse continue des coûts des technologies PV utilisant le stockage permettra de rendre attractive son utilisation pour les autoconsommateurs urbains, qui deviendront presque totalement autonomes, leur connexion au réseau étant alors une source d'alimentation de secours.

Un grand nombre de clients des secteurs industriel, tertiaire et agricole sont avantagés du point de vue de la faisabilité économique de l'autoconsommation. Leurs besoins en énergie électrique sont relativement bien synchronisés avec le profil de production des « SPV-CR ».

Pour les pays en développement d'Afrique, l'autoconsommation par systèmes PV connectés au réseau a bien été mentionnée dans les programmes de transition énergétique nationaux. Les réglementations visant à développer ce mode de production et de consommation de l'électricité verte ont permis un léger développement de cette filière dans les zones urbaines. Toutefois, la fragilité de certains réseaux de distribution électrique basse et moyenne tension limite le nombre des systèmes PV à connecter. Pour les pays à fort ensoleillement, où l'utilisation de la climatisation est de plus en plus importante, le profil de la production des systèmes PV correspond très bien à la courbe de charge de la consommation des usagers (résidentiels et administratifs) de ces équipements énergivores. L'autoproduction par « SPV-CR » sur une bonne période de la journée favorisera l'autoconsommation pour ce besoin en énergie et rendra un grand service au producteur public en écrêtant la pointe de consommation soulageant les équipements de production d'électricité conventionnelle.

Malgré la baisse des coûts de ces systèmes, l'investissement à faire par l'utilisateur reste élevé : il est contraint de déboursier, à l'avance et en une seule échéance, le montant de sa consommation calculée sur une période de dix années avant même de commencer à autoproduire.

Toutes les stratégies énergétiques mises en place sont consolidées par des outils d'accompagnement financier, tels que les subventions, les crédits à taux bonifiés, les avantages fiscaux et la hausse graduelle des prix de l'énergie conventionnelle. Malheureusement, la mise en application de toute cette batterie de mesures incitatives obéit à une inertie telle que l'effet recherché est inversé, handicapant ainsi les objectifs projetés.

Les impacts socio-économiques et environnementaux sont prouvés et facilement réalisables :

- **Impact économique :** face aux sources d'énergie conventionnelle, les « SPV-CR », présentent un avantage économique aussi bien à l'échelle individuelle que nationale. Leur développement quantitatif contribue au renforcement de l'indépendance énergétique, d'autant plus que l'investissement est réalisé par l'autoconsommateur. La multiplication de ces systèmes de production d'électricité verte obéit très bien à la notion **d'économie d'échelle** dans la mesure où leurs coûts vont en décroissant en fonction de l'augmentation du nombre d'installations réalisées.

En Tunisie, le programme « Toits Solaires » a démarré en avril 2010, le coût du kWc installé était de 10.000 TND (6000 €); en 2018, il revient à 4000 TND (1330 €), soit 4,5 fois moins qu'en 2010.

- **Impact social :** les « SPV-CR » de petites puissances (entre 1 et 50 kWc), décentralisés à travers le pays, nécessitent un nombre important de micro et petites entreprises pour l'installation et la maintenance, générant de l'emploi pour une main d'œuvre spécialisée et répondant ainsi au besoin des jeunes diplômés (techniciens, techniciens supérieurs et ingénieurs), à la recherche d'emploi. Un tissu industriel se développe pour l'encapsulation des cellules PV, la fabrication des supports de modules, etc.
- **Impact environnemental :** l'autoproduction par les « SPV-CR » contribue activement à la protection de l'environnement en évitant le rejet de 500 kg eqCO₂ pour 1MWh d'énergie produite.

■ Conclusion

l'autoconsommation par les « SPV-CR » est une conception très avantageuse pour l'autoproduit et pour la collectivité, pourvu que le réseau de distribution public basse et moyenne tension soit correctement normalisé pour accepter l'énergie injectée. Les pays émergents d'Afrique ont tout à gagner en encourageant ce modèle d'autoproduction de l'énergie verte, qui permet d'atténuer leur dépendance des sources d'énergie fossile, d'exploiter une source durable et propre, d'assurer un transfert technologique et de créer de l'emploi. Pour augmenter la faisabilité économique de ces systèmes, il y a lieu de travailler sérieusement sur l'efficacité énergétique des équipements électriques utilisés par les ménages et ceux exploités dans l'industrie et le tertiaire. Un potentiel important d'économie d'énergie est à exploiter qui permettrait d'installer moins de puissance PV afin de répondre aux mêmes besoins énergétiques nécessaires pour assurer un développement durable des économies des pays émergents. ✨



Valorisation des énergies renouvelables pour l'amélioration de l'accès à l'énergie des populations défavorisées en Afrique subsaharienne

Christian TOKORO

Il s'occupe de l'identification et du développement des projets d'énergies renouvelables à la Société des Biocarburants et des Energies Renouvelables (SABER), déclinaison française de « African Biofuel & Renewable Energy Company (ABREC) ». Après son passage dans les ONG, bureaux d'études, et comme enseignant en énergies renouvelables et maîtrise de l'énergie dans une université privée à Lomé, il a rejoint la SABER en qualité de chargé de projets, puis Directeur des Etudes et planification de projets. M. Tokoro a plus de 15 ans d'expérience dans le domaine des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique en Afrique subsaharienne. Il intervient également dans les mobilisations des financements des projets publics et privés soumis à la SABER. Il est également en charge de la préparation des projets éligibles au mécanisme de développement propre (MDP).

Son expérience en matière de technologie verte et de management de projets comprend la biomasse-énergie, l'énergie éolienne, l'hydroélectricité, l'énergie solaire ainsi que les projets de traitement des déchets pour la production d'énergie.

M. Tokoro est titulaire d'un Master professionnel en Energie Electrique et son Environnement de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar, Sénégal; d'un diplôme de Maîtrise en Physique Industrielle à l'Université de Lomé, Togo. Il est également détenteur d'un Certificat International de Management de Projet, obtenu avec American Academy Project Management, USA. Il suit actuellement les cours en MBA Finance à l'Institut Français de Gestion (IFG) et à l'IAE Paris, Sorbone Business School, France.

L'énergie est un moteur de développement. Sa disponibilité est impérative à l'amélioration des conditions de vie des populations. La production d'énergie constitue une préoccupation majeure pour les pays de l'Afrique subsaharienne. Ces pays, qui disposent d'un potentiel énergétique très appréciable, se sont engagés timidement dans des initiatives de promotion et de développement de la production d'énergie de sources renouvelables.

Il faut noter que la situation énergétique en Afrique subsaharienne est caractérisée par la prédominance de l'utilisation des énergies traditionnelles (bois, charbon de bois, déchets végétaux et animaux) et la forte dépendance de l'économie des pays aux énergies fossiles, pour la production d'électricité, le transport, etc.

L'utilisation des énergies fossiles est l'une des principales causes de dégradation de l'environnement, du fait des émissions des gaz à effets de serre qui sont dangereux pour la santé humaine et responsables de la dégradation de l'environnement.

Dans le cadre des actions de promotion de l'accès à l'énergie durable en faveur des populations rurales ou urbaines, les rencontres internationales se sont multipliées ces dernières décennies. Mais les actions concrètes restent attendues en Afrique subsaharienne en vue d'accroître les investissements pour un développement soutenu de la région et pour la lutte contre les changements climatiques.

Le défi reste aujourd'hui énorme pour répondre aux besoins énergétiques d'une population croissante, aux ressources matérielles limitées, dans un environnement où les infrastructures de base sont insuffisantes.

L'Afrique subsaharienne doit aujourd'hui faire face aux enjeux énergétiques et environnementaux, tout en prenant en compte les nombreuses problématiques de développement relatives à l'atteinte des Objectifs de développement durable.

C'est dans ce contexte que quinze (15) États d'Afrique subsaharienne et six (06) institutions financières ouest-africaines ont décidé d'unir leurs forces pour créer la Société Africaine des Biocarburants et des Énergies Renouvelables (SABER). C'est un organisme international qui a son siège à Lomé (Togo) et intervient dans le développement et le financement des projets d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique en Afrique subsaharienne, à travers ses partenaires techniques.

chtokoro@hotmail.com

La SABER gère, en sa qualité de partenaire technique des États et de la Commission de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), plusieurs projets :

1. Le programme régional de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (PRODERE). Le volet 1 de ce programme a été mis en œuvre dans sept (07) États membres de la Commission de l'UEMOA. Ce volet est en cours de mise en œuvre en Côte d'Ivoire. Le volet 2 est en cours de réalisation dans tous les États membres. C'est un programme qui consiste en la fourniture, l'installation et la mise en service de lampadaires solaires et de kits solaires autonomes, de minicentrales solaires photovoltaïques (puissance unitaire moyenne de 20 à 44kWc), composées d'une batterie ou d'un système hybride solaire/diesel; de systèmes de pompage solaire photovoltaïque avec châteaux d'eau pour l'exhaure d'eau potable en milieu rural et périurbain;
2. Le programme régional de développement de microcentrales solaires thermiques et photovoltaïques (Microsol) consiste en un développement de plateformes agricoles intégrées de production, de transformation et de conservation de produits agropastoraux, à partir de microcentrales thermodynamiques et/ou photovoltaïques. Ce programme, qui vient à peine de démarrer, permettra la création de zones de développement économiques grâce à l'accessibilité et la disponibilité de l'énergie propre sur les sites de production et de transformation, à usages domestique, professionnel, agricole et pastoral;
3. Les projets de diffusion d'environ 170 000 lampes à LED dans les administrations et les bâtiments publics et d'environ 2400 lampes à LED pour l'éclairage public des États membres de l'UEMOA. L'installation de 170 000 lampes à LED dans les administrations et les bâtiments publics, est presque achevée mais les travaux de fourniture et d'installation des lampes à LED pour l'éclairage public sont en phase de démarrage. Ce sont des projets pilotes d'économie d'énergie, initiés par la Commission de l'UEMOA en collaboration avec la SABER. Les résultats desdits projets permettront à la SABER de les répliquer par la suite dans d'autres États de l'Afrique subsaharienne, avec un plus grand nombre de lampes efficaces, dans les ménages, les bâtiments administratifs et pour l'éclairage public;
4. Le projet de valorisation de l'énergie solaire (PROVES), en République du Bénin. C'est un projet qui a permis de fournir, d'installer et de mettre en service environ

quinze mille (15 000) lampadaires solaires photovoltaïques autonomes à plus de soixante-dix (70) localités périurbaines et urbaines; d'installer des minicentrales solaires composées de batteries et de miniréseaux électriques dans cent cinq (105) chefs-lieux d'arrondissement; et de mettre en service, cent cinq (105), systèmes de pompage solaires avec châteaux d'eau pour l'adduction d'eau potable. Les lampadaires sont entièrement installés, réceptionnés et fonctionnels. En ce qui concerne les minicentrales de puissance unitaire moyenne de 40kWc, les travaux sont exécutés à hauteur d'environ 75%; leur finalisation est prévue pour le troisième trimestre 2018;

5. Le projet de fourniture, d'installation et de mise en œuvre de treize mille (13 000) lampadaires solaires photovoltaïques dans les principales localités de la République togolaise. Ce projet est entièrement exécuté et réceptionné depuis l'année 2016.
6. La Facilité régionale d'accès à l'énergie durable (FRAED), en cours de mise en place par l'UEMOA, en collaboration avec la SABER, en vue d'accompagner les investisseurs et le secteur privé à investir massivement dans les projets d'énergies renouvelables.

Il faut noter que d'autres projets d'électrification rurale basés sur des systèmes solaires et/ou hybrides solaire/diesel, et d'économie d'énergie, sont en cours à la SABER pour le compte du Togo, de la Guinée Bissau, et du Niger. Des négociations sont en cours également avec d'autres pays partenaires comme la République Démocratique du Congo, le Mali, la Guinée, et le Réseau des organisations des sociétés civiles de l'Afrique centrale.

La promotion et le développement des programmes et projets de production d'énergie renouvelable injectée au réseau national (On-grid), pour l'amélioration de l'offre énergétique, et/ou de mini-réseaux en sites isolés (Off-grid), dans le cadre de l'électrification rurale, doivent être encouragés et soutenus par le pouvoir national, en vue d'améliorer les services énergétiques dans les zones ciblées. Ce qui permettra de créer des pôles d'activités génératrices de revenus, d'améliorer les rendements des productions agricoles (culture et élevage), ainsi que de conserver des produits.

La mise en œuvre des projets précités a révélé la nécessité d'appuis opérationnels et institutionnels pour la réussite des travaux et pour la pérennisation des ouvrages installés: ceci passe par le renforcement des capacités techniques et la mise en place d'un cadre légal et institutionnel au niveau national de l'espace considéré.

Le cadre légal devrait permettre aux entreprises privées de produire, de transporter, de distribuer et de vendre de l'électricité aux consommateurs urbains et/ou ruraux ; les processus et les procédures doivent être clairs et les informations disponibles.

Sur le plan institutionnel, il est souhaitable de créer des agences de développement des énergies renouvelables et/ou d'électrification rurale, ou des organismes similaires qui pourraient faciliter les agréments aux acteurs du secteur privé, intéressés, et traiter des questions relatives aux mesures incitatives (subvention, détaxation des produits, exemption d'impôts sur les revenus, etc.). Les opérateurs privés pourront ainsi recouvrer les coûts investis dans un délai raisonnable. La création de la FRAED a été envisagée pour apporter une solution aux difficultés rencontrées par les acteurs du secteur privé.

Les pays doivent s'organiser de manière à attirer des financements prévus dans le cadre de l'accompagnement des projets qui génèrent des unités de réduction certifiées des émissions de gaz à effet de serre.

Il est important de simplifier les méthodes de valorisation des émissions de gaz à effets de serre évitées par la mise en œuvre des programmes et projets d'énergies propres en Afrique subsaharienne : tous les projets issus des pays développés comme ceux en voie de développement, qui visent à générer des unités de réduction certifiées d'émissions (URCE), dans le cadre du Mécanisme de développement propre (MDP), suivent *des étapes similaires pour l'enregistrement*. La première étape requiert la définition d'un niveau de référence identifiant quel aurait été le niveau d'émissions sans le projet MDP. C'est une étape cruciale pour prouver que le projet se substitue à un autre projet classique qui aurait été planifié et beaucoup plus polluant. Identifier un niveau de référence et prouver l'« additionnalité » du projet, sont les deux aspects exigeant le plus de ressources pour l'enregistrement d'un projet MDP, car ils impliquent souvent l'intervention d'experts-conseils.

En termes d'éligibilité de projets MDP, l'une des conditions défavorables pour les pays d'Afrique subsaharienne est la considération des mêmes méthodologies de détermination de la quantité d'équivalent dioxyde de carbone (CO₂éq) pour tous les projets, ceux exécutés dans les pays en développement comme ceux mis en œuvre dans les pays développés.


Nous lançons un appel aux décideurs dans le cadre du MDP pour alléger les conditions d'éligibilité des projets d'énergies renouvelables exécutés en Afrique subsaharienne, en vue d'encourager les porteurs et développeurs

de projets d'énergies renouvelables, ainsi que les gouvernements, et d'éviter que ces derniers retournent au développement de projets à base d'énergie fossile.

La mise en place et l'opérationnalisation des mécanismes de financements adaptés aux programmes et projets identifiés doivent faire l'objet d'une attention particulière : nous avons constaté l'existence d'une multitude de sources de financements (exemples : Fonds de partenariat pour le carbone (FPC), Initiative carbone pour le développement (Ci-Dev), Fonds vert pour le climat (GCF), Fonds Biocarbone, etc.), mis en place dans le cadre de l'accompagnement et du financement de projets éligibles au Mécanisme de développement propre (MDP). Cependant, les conditions d'accès à ces types de financements constituent un véritable frein et découragent le plus souvent les porteurs et développeurs de projets de petites et de moyennes tailles, d'avancer dans le processus d'enregistrement.

Au regard des constats sus-mentionnés, nous proposons la classification des projets et la détermination des mesures d'accompagnement technique et financier, en fonction de leur rendement en termes de réduction ou d'atténuation des gaz à effets de serre (GES), ainsi que du coût des technologies impliquées dans le processus. Ce qui permettra de définir la part des subventions qui seront accordées aux différents types de projets pour favoriser leur attractivité financière.

Etant donné que l'Afrique est l'un des continents les plus exposés aux effets du réchauffement climatique, nous pensons que les gros pollueurs (les pays développés), doivent faire davantage d'efforts, en termes de transferts de technologies d'énergies vertes et surtout de financements, avec des conditions flexibles pour le démarrage effectif de l'économie verte en Afrique subsaharienne. La SABER est une porte d'entrée efficace pour les donateurs et les investisseurs qui veulent bien accompagner l'Afrique dans son développement durable, investir durablement dans les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique en Afrique.

La conjugaison de tous ces mécanismes peut faciliter le déploiement durable des énergies renouvelables dans l'espace de l'Afrique subsaharienne. 



Les énergies renouvelables, pour le développement des pays émergents : le cas de l'Afrique avec l'électrification rurale décentralisée à base solaire

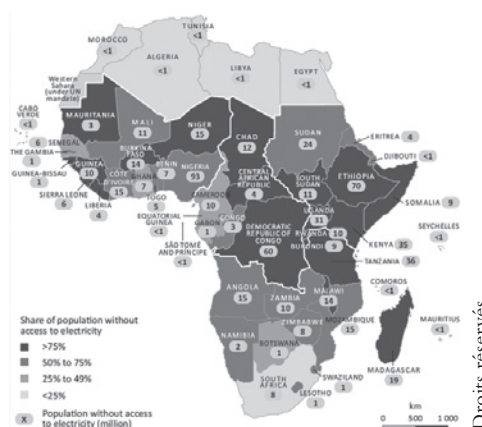
Henri BOYÉ

Ancien Directeur Afrique à EDF et coordonnateur Energie et Climat au Ministère de l'Énergie, Ingénieur général honoraire des Ponts, eaux et forêts, a travaillé dans l'énergie en France, puis à l'international. Il a été aussi délégué général d'EDF au Maroc, et expert en énergies renouvelables. Il est aujourd'hui consultant en énergie, en électrification, rurale notamment en RDC et au Sénégal.

Dans un continent pénalisé par le manque d'électricité, le développement des énergies renouvelables, notamment du solaire, constitue un axe de progrès extrêmement prometteur. C'est ce qui a donné lieu à l'émergence de solutions originales avec, en particulier, le développement de mini-réseaux et de kits solaires individuels.

■ L'enjeu de l'électrification rurale

L'électrification rurale c'est l'accès universel à l'électricité et son enjeu en Afrique est considérable. Aujourd'hui 1,1 milliard de personnes n'ont pas accès à l'électricité dans le monde (2016), dont 87% dans les zones rurales, 590 millions en Afrique subsaharienne.



L'Afrique est à la traîne en termes d'infrastructures – faible capacité installée (pour l'ensemble du continent hors Afrique du Sud, capacité 3 fois inférieure à celle de la France), réseau peu développé, taux d'électrification très faible (43% pour l'Afrique subsaharienne en 2016). Elle dispose pourtant d'un énorme potentiel en énergies renouvelables : hydroélectricité, biomasse (souvent surexploitée), éolien, et bien évidemment importante ressource solaire dans la plupart des régions (irradiation de 2250 kWh/m²/an à Dakar vs. 1210 kWh/m²/an à Paris). L'électrification de l'Afrique subsaharienne est une priorité, à la fois pour les pays qui la composent et pour les différentes initiatives internationales. Elle peut se faire par extension de réseau, ou par la mise en place de solutions mini-réseaux ou hors-réseaux (basées le plus souvent sur les énergies renouvelables). Le choix de la solution technique à privilégier dépend de plusieurs facteurs : le plus souvent, les aires urbaines sont électrifiées à l'aide d'une extension de réseau, tandis que des solutions mini-réseaux ou hors-réseaux sont utilisées pour électrifier les zones rurales.

hboye@free.fr

Le coût généralement élevé de raccordement au réseau rend économiquement plus attractif la mise en place de systèmes décentralisés, fondés sur les sources renouvelables d'énergie. À cet égard, les options techniques sont nombreuses et de plus en plus éprouvées : elles vont des systèmes photovoltaïques, à la construction de micro ou mini barrages pour exploiter les cours d'eau là où cela est possible, à l'installation d'éoliennes, à l'utilisation rationnelle de la biomasse (culture de biocarburants, exploitation des ressources forestières). Des mini réseaux, des plateformes multi fonctionnelles pour des usages productifs créant de la richesse économique (moteur qui alimente une batterie, une dynamo pour l'éclairage public, une décortiqueuse, un arbre mécanique etc., et qui sont gérés par la communauté villageoise, organisée en comité de gestion), peuvent être mis en place, préluant éventuellement à un raccordement progressif au réseau.

Des investissements supportables et des prix de revient compétitifs

Avec la forte chute des coûts du solaire PV, l'énergie solaire n'est plus du tout une utopie. Elle devient même réellement compétitive par rapport au diesel dans les zones hors réseau, et peut apporter une contribution décisive à l'électrification du continent, à un coût abordable et de manière propre. Sur le plan économique, les montants d'investissement sont aujourd'hui de quelques dizaines d'euros pour une bonne lampe solaire photovoltaïque à batterie intégrée, et de quelques centaines d'euros pour des kits solaires individuels.

Bien sûr, il faut prendre en compte le niveau de vie et le pouvoir d'achat des populations, qui est souvent faible, et un montage financier adapté est nécessaire avec la mise en œuvre de financements par prêts, par location de matériel solaire, ou vente de services électriques avec tarifs divers, si possible en impliquant des investisseurs privés assurant service et maintenance dans la durée.

Des solutions adaptées à la variété des situations

La source d'énergie la plus répandue est aujourd'hui le solaire, avec une utilisation dans près de 60% des projets d'électrification décentralisée recensés. Les systèmes solaires sont déployés de manière adaptée à chaque zone de peuplement : trois grandes familles de solutions techniques peuvent être identifiées : de la simple lampe solaire, au kit solaire individuel, aux mini-réseaux alimentés par des centrales électriques (thermique, solaire, hydraulique, hybride, etc.). Il y a aussi les kiosques énergétiques offrant

divers services utilisant l'énergie électrique aux communautés. Les systèmes isolés permettant l'accès à l'électricité des ménages ou des structures collectives (écoles, centre de santé, pompe à eau, etc.).

Solutions individuelles et ménages : des installations individuelles de faible puissance permettent l'éclairage, et la recharge de téléphone portable. L'éclairage le soir devrait permettre aux enfants de mieux progresser dans leur travail scolaire ; disposer d'une solution de recharge de téléphone portable fait économiser du temps qui pourrait être consacré à des activités productives. Les populations privées d'éclairage électrique ont recours à des énergies primaires nocives pour la santé et l'environnement et coûteuses (kérosène, bougies, bois), ou multiplient les solutions individualisées et polluantes à long terme (petites lampes à pile ou batterie), les effets nocifs de ces solutions traditionnelles sur la santé ne sont généralement pas mesurés.

Pour les usages productifs, les solutions décentralisées d'accès à l'électricité offrent une capacité d'approvisionnement électrique moins importante que celle permise par le réseau, notamment en termes de puissance disponible. Cependant, les activités agricoles et les petites activités de services ou artisanales qui peuvent se développer en zones rurales (éclairage, réfrigération, irrigation, utilisation de petits outillages électriques), ne nécessitent pas de courant de forte puissance. Et ces activités font partie de celles qui ont le plus fort **impact en matière de réduction de la pauvreté** en Afrique subsaharienne

Dans les zones couvertes par le réseau, il est possible d'utiliser des centrales solaires plus importantes (10 à 100 MWc), qui vont injecter directement leur production dans le réseau, en technique CSP solaire à concentration (le Maroc développe actuellement la plus grande centrale CSP au monde à Ouarzazate), ou en photovoltaïque (Neoen vient de signer un PPP de 25 ans en Zambie pour 54 MWe pour un prix de vente record de US\$ 0.0602 par kWh).

Les mini-réseaux pour des situations intermédiaires

Entre ces deux situations, c'est généralement le **développement de mini-réseaux** (minigrids) qui est adapté (100 Kw et au-dessus, on parle aussi de micro-réseaux au-dessous de 100 kW) Malgré des densités de population parfois importantes (villages, villes pouvant atteindre des centaines de milliers d'habitants) ces zones ne seront pas reliées au réseau à court ou moyen terme, les coûts de développement de réseau classique étant non supportables

par les Etats. Là encore, le solaire a tout son rôle à jouer pour la production d'électricité et peut fournir un service électrique de qualité capable de soutenir le développement des usages commerciaux et industriels pour ces zones.

Pour les mini-réseaux, le solaire peut désormais être une option privilégiée. Ces zones, si elles sont électrifiées aujourd'hui, le sont bien souvent par des petits groupes thermiques électrogènes, diesels ou essence, au coût de revient très élevé. La production en est fondamentalement chère et il convient de prendre en compte les surcoûts (parfois plus de 50%), liés à l'approvisionnement complexe en carburant, ces lieux étant souvent isolés. Un système à base solaire PV permet aujourd'hui de produire des kWh à un coût de revient compétitif, nettement inférieur au diesel, parfois de moitié. Couplé à d'autres moyens de production (thermique ou idéalement hydroélectrique ou biomasse), permettant de gérer les intermittences et les pics de demande (notamment le soir), en attendant une baisse suffisante du coût du stockage (attendu d'ici 5 ans), les systèmes hybrides sont des solutions performantes économiquement. Ces «petites» centrales hybrides ont également d'autres avantages: rapidité et facilité d'installation (moins d'un an), modularité et proximité possible avec les consommateurs pour limiter les coûts du réseau local, avec un réseau intelligent.

Quel modèle économique pour les mini-réseaux ruraux? Les obstacles à lever

La compétitivité des mini-réseaux solaires est démontrée, reste à assurer leur déploiement sur le terrain. Cela nécessite un modèle économique adapté, et l'intégration de plusieurs métiers et compétences: innovation financière pour permettre le financement de ces systèmes (pas d'acheteur institutionnel mais une myriade de consommateurs finaux appartenant au «bas de la pyramide»), innovation dans la gestion client pour assurer un service à faible coût («low cost»), mais efficace (SAV, facturation, recouvrement, notamment en utilisant la technologie de paiement mobile), formation des ressources humaines pour assurer la gestion et la maintenance du système sur le long terme, ...

Le principal obstacle est souvent l'absence de réglementations et de politiques spécifiques, en particulier en ce qui concerne les tarifs et l'expansion du réseau. Une rentabilité suffisante est indispensable pour les investisseurs et pour la viabilité financière dans la durée. Le succès de la mise en place d'un mini-réseau dépend de la qualité de la Gouvernance. D'autres obstacles incluent des modèles économiques non prouvés et l'incertitude de la demande.

Bien étudier la demande solvable et l'acceptabilité des tarifs couvrant les coûts est indispensable. On peut penser aussi à des tarifs «intelligents» différenciés en fonction de l'heure, adaptés aux coûts de revient réels (heures de soleil et heures sur batterie).

De nombreux développeurs travaillent actuellement sur des opérations pilotes pour valider la faisabilité technique et l'équilibre économique et financier des mini-réseaux. Beaucoup de projets de petite taille se sont développés, par exemple en Tanzanie où l'Etat a fixé un cadre institutionnel et réglementaire favorable, en permettant la fixation libre des prix de revente de l'électricité pour les mini-réseaux de puissance inférieure à 100 kW. C'est ce dont devraient s'inspirer de nombreux Etats africains, afin d'offrir aux investisseurs et développeurs privés un cadre des affaires adapté au développement des mini-réseaux.

Au Sénégal, plusieurs concessions d'électrification rurale ont été attribuées à des opérateurs privés, avec une «neutralité technologique» comprenant de plus en plus de solaire. Avec le programme PERACOD (Coopération allemande), des ERILS (Electrification Rurale d'Initiative Locale) ont mis en place plus d'une centaine de mini-réseaux.

En République Démocratique du Congo, vaste pays où le taux d'électrification réel est de moins de 10%, un appel d'offres original à des opérateurs privés pour des mini-réseaux à base solaire avec stockage par batteries et appoint diesel, pour production, distribution, gestion, avec des tarifs différenciés, est en préparation, avec DFID (Coopération britannique), sur des sites pilotes préétudiés, pour des puissances en solaire de plusieurs MW et des populations dépassant 100 000 habitants loin du réseau principal, 6 sites entre 80 000 et 345 000 habitants. sont étudiés.

Les Solar Home Systems (SHS) et le Pay As You Go (PAYG)

PAYG et Mobile Money. La téléphonie mobile et les mini-réseaux

Depuis une dizaine d'année, l'Afrique connaît une véritable révolution grâce à l'émergence du téléphone et du paiement mobiles (dit *Pay As You Go*). Dans les zones éloignées du réseau, avec une faible densité de population, les systèmes solaires individuels sont généralement la solution à privilégier avec des panneaux solaire PV (1 à 40 Wc), et une batterie pour le stockage.

Le Solaire PAYG, **payer à tempérament, mieux connu sur le terme *Pay As You Go***, est une solution qui permet à l'utilisateur de se procurer un système solaire en payant un petit montant initial et ensuite des paiements réguliers (chaque semaine, chaque mois, etc.) Chaque fois que l'utilisateur fait un paiement, le système solaire est opérationnel pour un nombre de jours. Si « les unités » sont finies, le système solaire est bloqué jusqu'au prochain paiement par l'utilisateur.

Ces systèmes permettent aux ménages d'économiser jusqu'à 200 USD/an par foyer! Au Kenya, on a dépassé les deux millions de SHS *Pay As You Go*. Avec une floraison de start-up innovantes, M-Kopa, Off-Grid Electric, Mobisol, Azuri Technologies, Solaris, Egg Energy, Sparkmeter Inc, au Sénégal OOLu Solar et Baobab +, etc. L'électricien français EDF s'est associé en Côte d'Ivoire à la startup californienne Off Grid Electric, qui vend déjà des kits solaires en Tanzanie et au Rwanda, pour vendre des kits solaires à bas coût aux populations qui n'ont pas accès à l'électricité. Les kits comprennent un panneau solaire, une télévision à basse consommation, quelques lampes, une radio, ainsi que des prises USB pour brancher des téléphones portables. Selon la formule, l'offre coûte entre 7 et 23 euros par mois environ, payable pendant trois ans à partir d'un téléphone portable.

L'avenir des PAYG, solutions individuelles

Ces solutions individuelles rencontrent un grand succès dans de nombreux pays en développement en raison de la simplicité de leur mise en œuvre, de la conception de solutions de financement adaptées dites *Pay As You Go*. Leur diffusion relève maintenant de plus en plus d'initiatives commerciales privées plutôt que de projets financés par des ONG ou des agences d'aide. L'arrivée à maturité d'un marché pour les solutions individuelles reste cependant conditionnée par la mise en place d'infrastructures de marché, notamment des réseaux de distribution et de maintenance ou des solutions de financement dédiées (telles que des institutions de microfinance).

■ En conclusion

En électrification, il n'y a pas de réponse unique! Ni de modèle unique! Au niveau de la demande d'énergie sur le terrain, il y a des facteurs techniques, financiers, institutionnels, psychologiques, l'acceptabilité sociale est impérative. Il faut être concret, pragmatique, c'est une multitude de micro décisions qui jouent. Des partenariats souvent complexes du fait de la multiplicité des acteurs doivent être engagés en associant et en intégrant le savoir-faire et la valeur ajoutée de chacun, entre public et privé et forces du marché, en créant des sociétés locales pour la commercialisation des services, l'exploitation et la maintenance des installations dans la durée.

Notre conviction est que, pour être efficace, pour traiter les défis gigantesques de l'énergie, de l'environnement et du développement durable, il faudra pour longtemps la coopération de tous les acteurs et en particulier les utilisateurs et les populations concernées, avec beaucoup d'efforts d'éducation et d'apprentissage. La réponse est certainement dans des réussites sur le terrain, proches des populations, innovantes, durables et reproductibles dans un cercle vertueux de progrès. ✨



David JONES

Spécialiste des énergies renouvelables à petite échelle dans le cadre du projet « Power Africa Transactions and Reforms », où il travaille sur l'initiative « Beyond the Grid » du programme. À ce titre, il travaille en étroite collaboration avec les sociétés de systèmes domestiques et de micro-réseaux solaires pour élargir l'accès à l'énergie aux consommateurs ruraux et périurbains. David soutient un réseau de conseillers résidant dans toute l'Afrique subsaharienne, ce qui lui donne une vue d'ensemble des différentes dynamiques de marché et des régimes réglementaires qui affectent le secteur hors réseau de l'Afrique.

« *Beyond the grid* » - Maximiser la croissance des solutions hors-réseau

Le déficit d'accès à l'énergie en Afrique subsaharienne est souvent défini de manière surprenante : 590 millions de personnes sans électricité (2016), une demande d'investissements hors-réseau s'élevant à plus de 30 milliards de dollars, la nécessité de voir investir des centaines de nouvelles entreprises dans des marchés desservis. La mobilisation des ressources nécessaires pour surmonter ces défis requiert des niveaux de coordination sans précédent entre les gouvernements, les institutions de développement, les entreprises privées et les investisseurs commerciaux.

Depuis 2014, le programme *Beyond the Grid* (BTG) de Power Africa¹ se concentre sur l'accroissement de l'accès à l'énergie dans le secteur hors-réseau et le but de cette mission consiste à nouer de nouveaux partenariats, en catalysant le financement et en appuyant les nouvelles approches des entreprises privées sur la question de l'accès à l'énergie.

En tant qu'industrie naissante, le secteur hors-réseau connaît une période de maturation rapide et d'innovations, soutenue par des perspectives de réduction de la pauvreté et de durabilité commerciale.

Les grandes tendances autour de la technologie de paiement mobile, du crédit à la consommation, de l'utilisation productive de l'énergie, et de l'évaluation comparative des performances des entreprises sont en train de remodeler et d'élargir l'impact des technologies hors-réseau.

L'analyse qui suit, examinera de plus près les forces déterminantes de ces tendances, la façon dont le secteur privé s'y adapte et l'éventail des défis à surmonter en conséquence.

■ Beyond the Grid

Reconnaissant l'ampleur du déficit de financement dans le secteur énergétique en Afrique, Power Africa collabore avec des investisseurs et des professionnels du secteur privé pour accroître le développement des infrastructures électriques et accélérer l'accès à l'électrification, avec, comme objectif, 30 000 nouveaux mégawatts (MW) de capacité de production et 60 millions de nouvelles connexions domestiques et commerciales d'ici 2030. Pour BTG, cela signifie un réseau de plus de 40 partenaires, représentant un engagement de financement de plus d'un milliard de dollars, entièrement axé sur le secteur hors-réseau en Afrique.

1. <https://www.usaid.gov/powerafrica/beyondthegrid>

Le deuxième rôle clé de Power Africa, à travers ses activités de conseils d'experts, est de fournir un soutien technique aux sociétés et aux projets en vue de surmonter les obstacles spécifiques à la réalisation de projets et à l'expansion de sociétés. Dans le cas de BTG, cela implique un soutien pratique aux distributeurs de systèmes solaires domestiques (SSD) et aux développeurs de mini-réseaux pour, par exemple, rationaliser les chaînes d'approvisionnement, intégrer les technologies numériques, attirer les investissements et plaider pour des environnements politiques favorables. BTG adapte son conseil technique afin d'aider les entreprises individuelles à tirer parti des tendances sectorielles les plus prononcées, sachant que ces dernières permettent de nouveaux modèles commerciaux et une croissance plus importante.

Le développement du financement prépayé (PAYG).

La technologie du financement prépayé (*Pays As You Go* - PAYG) est l'une des plus importantes nouveautés à avoir touché le secteur hors-réseau depuis sa création. Le financement prépayé a donné aux entreprises de distribution de systèmes solaires domestiques la possibilité de permettre à leurs clients de procéder à des versements par répartition avec leur téléphone portable, plutôt que de dépendre de paiements en espèces aux agents. Dans ce dispositif, les entreprises hors-réseau disposent d'une plateforme rationalisée pour le suivi et la collecte des paiements, tandis que les opérateurs mobiles voient une utilisation croissante de leurs plateformes d'argent mobile (« *mobile money* » en anglais) et une extension de la capacité de recharge téléphonique des clients ruraux. Les clients disposent d'un moyen pratique de paiement, et surtout, peuvent commencer à construire un historique de crédit.

De tels partenariats ne se limitent pas à l'intégration des solutions d'argent mobile. En plus de la capacité de paiement par répartition, les entreprises de distribution de systèmes solaires domestiques concluent souvent des accords en exploitant le réseau d'agents commerciaux de l'opérateur mobile pour la distribution et le service après-vente, le marketing et la logistique au niveau national, et l'obtention de la confiance des clients en s'associant à une grande marque. Un bel exemple de cette tendance est le partenariat entre le plus grand opérateur de télécommunications en Afrique, MTN, et la principale société nigériane de distribution de systèmes solaires domestiques, Lumos, qui a connu une expansion rapide. Les deux structures ont récemment fait équipe en Côte d'Ivoire, où les 10,5 millions de clients de MTN ont désormais accès aux systèmes de paiement PAYG de Lumos.

Malgré cette situation apparemment avantageuse pour tous, l'utilisation du système PAYG dans le secteur hors-réseau en Afrique est inégale. En effet, les réseaux de collecte basés sur des agents restent le mécanisme prédominant pour le paiement de la distribution de systèmes solaires domestiques, en particulier en dehors des quelques marchés d'Afrique de l'Est où la pénétration des solutions d'argent mobile est élevée, comme le Kenya. L'adoption de la technologie PAYG est lente dans les pays où l'infrastructure d'argent mobile est limitée et dans ceux où elle est freinée par la réglementation gouvernementale.

Le coût et la capacité technique associés à la technologie PAYG intégrée, en particulier pour les petites entreprises, constituent également un obstacle à l'adoption. Au Nigeria, BTG travaille en collaboration étroite avec un grand nombre de sociétés de distribution de systèmes solaires domestiques pour la compréhension de l'intégration du PAYG, en décrivant les exigences techniques et les coûts de transaction que cela inclut, et en présentant les principaux opérateurs de transfert d'argent au Nigeria et leurs implantations géographiques respectives. En démystifiant le fonctionnement interne des partenariats PAYG, BTG permet aux entreprises locales en phase de démarrage de prendre des mesures pour reproduire les succès observés ailleurs.

Financer l'échelle énergétique

Dans le secteur de l'électrification hors-réseau, il existe un concept assez important, appelé « l'échelle énergétique » ; il s'agit de la tendance des clients à acquérir progressivement de nouveaux appareils consommateurs d'énergie en vue d'améliorer leurs moyens de subsistance et leur mode de vie. Des exemples courants montrent que de nombreuses sociétés SSD (Systèmes Solaires Domestiques - Solar Home Systems, SHS) ont maintenant incorporé dans leurs gammes de produits des téléviseurs et des réfrigérateurs. Dans le même temps, le modèle de vente à crédit-bail adopté par la plupart des sociétés SSD place le crédit à la consommation au cœur des activités du secteur. De nombreuses entreprises utilisent leurs données de consommation pour aider les clients à gravir l'échelle énergétique.

Les sociétés SSD se tournent vers les données de remboursement des clients (souvent pour les clients qui n'ont jamais été bancarisés), qu'elles considèrent comme un outil puissant facilitant l'évaluation de la solvabilité et l'extension de nouveaux prêts. À ce sujet, les IMF (institutions de microfinance) et les autres institutions de crédit locales



Droits réservés

coopèrent plus étroitement avec les sociétés d'électrification hors-réseau pour accéder aux données des clients, à la fois pour les prêts traditionnels et le financement SSD.

Cette relation se traduit par une meilleure qualité de portefeuille pour l'IMF et une charge de crédit à la consommation plus faible pour la société SSD, contribuant ainsi à libérer du fonds de roulement.

Les mini-réseaux propulsent les clients plus haut sur l'échelle énergétique en proposant des financements d'équipements et d'appareils. En tant que systèmes à plus grande échelle, les mini-réseaux sont souvent conçus pour supporter des charges productives, telles que les équipements de transformation agricole et les petites entreprises. Ces charges plus importantes et plus prévisibles sont bénéfiques pour la santé opérationnelle et financière du mini-réseau, tout en aidant à réaliser la promesse d'une activité économique accrue. Power Africa soutient cette tendance et a octroyé des subventions aux principaux développeurs de mini-réseaux aux fins de pilotage d'initiatives de crédit à la consommation.

■ Normaliser l'analyse de performance

Alors que le secteur hors-réseau prend de l'ampleur, de nouveaux investisseurs commerciaux commencent à s'y intéresser. Pour ces investisseurs, la compréhension et l'évaluation du rendement des entreprises constituent une première étape cruciale vers l'investissement. Cependant, en tant que jeune industrie en évolution rapide, l'obtention et la comparaison de données sur les sociétés hors-réseau peuvent constituer un défi. Deux initiatives clés abordent le besoin de transparence et de rapports de données normalisés entre les sociétés de mini-réseaux et les sociétés SSD.

La *Global Off-Grid Lighting Alliance* a produit un ensemble d'indicateurs clés de performance uniformes (ICP), pour les sociétés SSD. Ces ICP sont basés sur des métriques de rapports normalisés et des protocoles utilisés dans d'autres industries. Toutefois, ils ont été adaptés pour répondre aux besoins spécifiques du secteur hors-réseau, et du modèle d'entreprise PAYG en particulier. Des indicateurs tels que le taux de désabonnement des clients, le coût unitaire moyen et la taille globale du portefeuille facilitent la comparaison entre les performances des entreprises et l'évaluation appropriée des risques.

Parallèlement, les entreprises PAYG disposent désormais d'une feuille de route leur permettant de répondre aux attentes des investisseurs et de rationaliser la collecte de données internes.

Pour les mini-réseaux, le Laboratoire national des énergies renouvelables des États-Unis (NREL) a élaboré un cadre appelé *Quality Assurance Framework (QAF) for mini-grids*². Le QAF présente un ensemble de métriques de performances techniques et commerciales afin de permettre une compréhension commune de la terminologie des mini-réseaux, des niveaux de service et de la mise en œuvre pour toutes les parties, à savoir les investisseurs, les régulateurs, les clients et les sociétés.

En partenariat avec BTG, le cadre est actuellement piloté sous différents scénarios avec quatre développeurs de mini-réseaux: Standard Microgrid (Zambie), PowerGen (Kenya), Devergy (Tanzanie) et Black Star Energy (Ghana). Une plus grande adoption des pratiques techniques et financières standard constitue un signal qui démontre aux investisseurs que l'industrie hors-réseau gagne en maturité et est prête à prendre de l'expansion.

2. <https://cleanenergysolutions.org/qaf>

■ Conclusion

L'ampleur du déficit d'électrification en Afrique reste un défi majeur.

Les entreprises privées innovent pour surmonter les obstacles à l'accessibilité et à la disponibilité, en attirant de nouveaux financements privés et en créant des partenariats dans les secteurs du mobile et du crédit à la consommation. Cette dynamique motive ce secteur en pleine évolution à intégrer de nouvelles technologies et de nouveaux modèles de revenus, tout en travaillant à répondre aux attentes des investisseurs et aux demandes des clients hors-réseau.

Le projet *Beyond the Grid* de Power Africa facilite la mise à l'échelle du secteur hors-réseau :

BTG aide les sociétés à se doter de capacités techniques clés : soutenir l'intégration de la technologie PAYG ou élargir les gammes de produits pour couvrir les échelons

supérieurs de l'échelle énergétique ; et, collaborer avec des partenaires financiers et techniques - choisir des plateformes de transfert d'argent, ou financer des produits via une IMF locale. BTG contribue à élargir l'éventail d'entreprises et de pays bénéficiant des tendances à grande échelle qui alimentent la croissance de l'industrie.

Alors que le secteur franchit de nouveaux jalons importants (notamment une collecte de fonds totale de 600 millions de dollars à injecter dans le secteur), la coordination et la diffusion de connaissances sont plus importantes que jamais. Parallèlement, de nombreux marchés relativement inexploités d'Afrique, en particulier l'Afrique de l'Ouest, attirent l'attention croissante des sociétés hors-réseau, qu'elles soient nouvelles ou établies. S'assurer que ces entreprises sont en mesure d'utiliser les connaissances de l'industrie et de naviguer dans divers environnements réglementaires et commerciaux est un élément important pour catalyser une plus grande pénétration des solutions hors-réseau. 🌟



Droits réservés



Les barrières pour le développement d'un projet de bioénergie à l'échelle communautaire en Afrique subsaharienne : exemple du Burundi

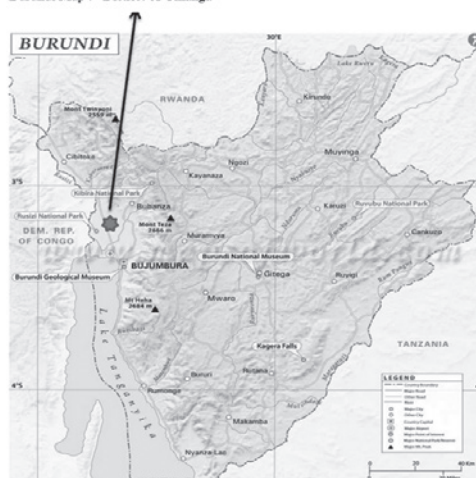
Léonard NKUNZIMANA

Titulaire d'une Maîtrise en gestion et évaluation du développement et d'une spécialisation en coopération et développement. De juillet 2017 à juin 2018, il est Chercheur et Secrétaire du Groupe de recherche en droit des ressources naturelles et de l'énergie en Afrique, Université Laval.

Les projets de compensation carbone sont de plus en plus encouragés, compte tenu de leur contribution à résoudre les problèmes liés au déficit énergétique, et de leur contribution au développement durable dans les pays en développement (PED).

En effet, ces pays enregistrent un déficit énergétique élevé alors qu'ils regorgent de ressources naturelles. Le rapport d'UNECA (2014) montre que, pour les pays de l'Afrique subsaharienne, le secteur de l'hydroélectricité est très prometteur et que la consommation de la biomasse représente plus de 60 % du bilan énergétique total (IEA, 2014). Le rapport de l'UNECA (2014 :108) montre aussi que les ressources hydro-électriques, dans ces pays, représentent 12 % du potentiel mondial, mais que seulement 17,6 % de ces ressources sont exploitées. Le présent travail de recherche considère que la valorisation de la biomasse serait l'une des meilleures solutions afin de satisfaire les besoins énergétiques des PED et permettrait d'obtenir des résultats durables. Dans le cadre de cette recherche, le Burundi est l'objet d'une étude de cas. Les données primaires ont été collectées durant l'année 2014 dans le district de Gihanga, une région située sur la frontière entre la RDC et le Burundi. Les principales questions de recherche étaient : quelles sont les principales barrières à la prise de décision individuelle concernant la propension des gens à payer pour un projet de bioénergie à développer à l'échelle communautaire ? Quels sont les facteurs pertinents à prendre en compte pour inciter les communautés à coopérer et pour faciliter les investissements dans ce secteur ?

Burundi Map : District of Gihanga



Source: <http://www.mapsofworld.com/burundi/#> updated 24th, July 2014



leonkunzi@yahoo.fr

■ Méthodes et outils

Afin de répondre aux questions de recherche, l'étude a opté pour des approches multidisciplinaires, incluant la recherche documentaire et la collecte des données primaires à l'aide d'enquêtes semi-structurées. Un sondage auprès des agri-éleveurs et des discussions de groupes avec les acteurs locaux ont été organisés. Des données socio-économiques ont été collectées. Des méthodes statistiques ont été appliquées pour vérifier la multicollinéarité, et le modèle Logit a permis d'évaluer l'impact des facteurs socio-économiques sur la volonté de coopérer (WTI), c'est-à-dire sur la disposition à payer une certaine somme d'argent pouvant contribuer au développement de tel projet de bioénergie dans le village.

■ Résultats et discussions

L'étude a révélé que l'effet marginal (EM) des variables socio-économiques sélectionnées est statistiquement significatif. Le genre (2,230), l'accès à la terre (3,267), le niveau d'éducation (1,368), le revenu tiré de l'élevage (0,187) et le revenu des récoltes agricoles (0,145), l'âge du chef du ménage (0,053), l'appartenance à l'association (1,154), la conscience des variations du climat ou l'effet écologique (1,254) et les avantages énergétiques attendus (3,342), ont une influence significative sur la motivation des acteurs à coopérer (WTI) pour un projet de bioénergie dans leur village. De ces évidences, on a appris que les facteurs socio-économiques mentionnés ci-dessus influencent la motivation des agri-éleveurs à coopérer pour le développement de projets de bioénergie à l'échelle communautaire. Par exemple, la conscience des « avantages énergétiques » d'un tel projet dans les villages entraîne une augmentation de « 3,34 unités » de la motivation à investir dans un tel projet.

Si les agri-éleveurs sont conscients que la bioénergie peut contribuer à réduire le déficit énergétique dans leurs ménages, avec un prix bas et d'autres avantages associés, la volonté de participer financièrement (WTI) au projet est élevée. Outre l'avantage écologique du projet de bioénergie, ici la valorisation des déchets de la ferme, les éleveurs ont été motivés par la possibilité d'augmenter la valeur ajoutée de la bouse de vache produite dans leurs fermes. La production d'énergie pour le marché pourrait être une option pouvant générer des revenus supplémentaires. Les résultats suggèrent également qu'une augmentation des revenus des ménages affecte la motivation d'investir dans le projet de bioénergie communautaire. Un autre élément à souligner est que l'accès à la terre



Droits réservés


influence positivement le WTI dans la politique de bioénergie communautaire. Enfin, nous avons appris que l'adhésion à l'association influence le WTI dans le projet communautaire. Au cours de la recherche, nous avons constaté que la majorité des agri-éleveurs sont membres d'associations de producteurs de riz et que d'autres participent à différents clubs de sport dans la ville. Ces résultats sont similaires à ceux d'Iqbal et al. (2013), Aschaber (2010), Ahammed et Chaudhry (1999), Nkuzimana et al. (2014) et Sarkar et Uddin (2013). Ces auteurs ont démontré l'existence d'une relation positive sur le développement d'un programme de bioénergie entre des facteurs socio-économiques tels que le revenu familial, l'âge, l'éducation, l'égalité des sexes, l'accès à la terre, et la participation communautaire à la chaîne de production de la bioénergie.

■ Conclusions et implications politiques

En somme, le projet de valorisation de la biomasse au Burundi pourrait produire des impacts socio-économiques et environnementaux positifs vu le niveau de motivation et l'influence des facteurs individuels des ménages sur la coopération au développement d'un projet de valorisation de la biomasse en énergie dans leurs villages. Pour ce faire, les mesures politiques devraient viser une large information sur les bénéfices d'un programme de valorisation de la biomasse sur le bien-être des villageois et les avantages des actions collectives dans de tels investissements.

Enfin, l'assurance de l'équité et la transparence dans le processus de mise en œuvre de tels projets devraient également être prises en compte pour maximiser leurs retombées.

■ Remerciements

Ce travail a été présenté dans un atelier de recherche «Midi-étudiant» organisé par le Groupe de recherche en droit des ressources naturelles et de l'énergie en Afrique avec l'appui de la Chaire de Recherche et d'innovation Goldcorp en Droit des Ressources Naturelles et de l'Énergie (DRNE) et de l'Institut Hydro-Québec en Environnement, Développement et Société (IEDS) de l'Université Laval. Nous remercions également la contribution des agri-éleveurs de la commune Gihanga pour leur coopération durant les enquêtes. 

■ Bibliographie

Ahamed, S., Chaudhury, A.H., 1999. Diffusion of Biogas Technology: A Community Based Approach. Bangladesh University of Engineering and Technology and Khulna University, PP.1-58

Aschaber, A., 2010, From Biomess to Biomass: A framework towards Influential factors of Biogas projects in rural areas of Burkina Faso, In: WS3.3 – Sustainable biofuel Production in Developing countries: «Green» energy as the key for Development? Leopold Franzens, University Innsbruck, PP.1-11

IEA (2014); Africa Energy Outlook. A Focus on Energy Prospects in Sub Saharan Africa. pp.242

IMF (2011a), Burundi: Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté, Rapport du FMI n° 11/53, Washington, D.C., PP.119,

IMF (2011b), IMF Country Report No. 11/104, Washington, D.C., PP.57,

Iqbal, U., Anwar, S, Akram, W. and Irfan, M. (2013). Factors Leading to Adoption of Biogas Technology: A case Study of District Faisalabad, Punjab, Pakistan, International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, Vol. 3, No.11

OFID (2008), Energy poverty in Africa, Abuja, Nigeria, PP.244

Nkuzimana, L., M. Huart, and E. Zaccai, 2014. Toward policies for climate Change Mitigation: Barriers for family-sized biogas in the District of Gihanga, Burundi, Earth's Future, 2, 245–255, doi:10.1002/2013EF000138.

United Nation Economic Commission for Africa (UNECA) (2014). Energy Access and Security in East Africa. Status and Enhancement Pathways, pp.278

United Nation Conference on Sustainable development (UNCSD), (2011), Promotion of new and Renewable Sources of Energy, Sixty-sixth session, pp.1-24

Sarkar, S.K. and Uddin, M.K., 2013. Community based waste management and its utilization for Sustainable environment, Bang. J. Anim. Sci. 42 (2): 165-173



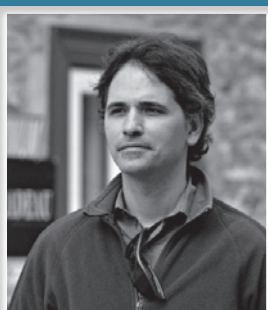
Nicolas SHUKU ONEMBA

Chercheur en sciences forestières et membre du Centre de recherche sur les matériaux renouvelables- Département des Sciences du bois et de la forêt, Université Laval.



Evelyne THIFFAULT

Professeure adjointe et membre régulière du Centre de recherche sur les matériaux renouvelables- Département des Sciences du bois et de la forêt, Université Laval.



Étienne BERTHOLD

Professeur adjoint, directeur du Certificat en développement durable- Département de géographie et membre régulier du Centre de recherche en aménagement et développement (CRAD) – Université Laval.

nicolasshuku@gmail.com
Evelyne.Thiffault@sbf.ulaval.ca
Etienne.Berthold@ggr.ulaval.ca

La bioénergie durable : un facteur de transition énergétique en République démocratique du Congo

L'article traite de l'importance pour la République démocratique du Congo (RDC), de passer vers la transition énergétique. Il devient indispensable d'examiner les enjeux environnementaux, techniques et politiques, ainsi que les aspects de gouvernance environnementale et de développement durable liés à la production et à l'utilisation du bois-énergie en RDC, en vue de favoriser ladite transition énergétique vers des formes d'utilisation modernes et durables de la bioénergie. Un pays riche en ressources énergétiques diversifiées, nombreuses et bien réparties spatialement, regorges-en son sein des métamorphoses sur le plan démographique, de la croissance urbaine. Mais aussi, dans la filière allant de la production à la consommation de la biomasse solide. Pour réaliser cette étude, nous adaptons la grille d'analyse d'indicateurs de durabilité de la bioénergie développée de GBEP. Cette grille de durabilité pour la bioénergie, suivant une approche visant à appuyer la RDC dans « la conception, la mise en œuvre des politiques et stratégies durables en matière de bioénergie. La démarche part du principe que le développement de la bioénergie doit favoriser à la fois la sécurité alimentaire et énergétique, et contribuer au développement agricole et rural de manière intelligente face au climat » (FAO, 2014). La recommandation est celle de définir un modèle de gestion participative de la biomasse solide intégrant les facteurs identifiés de la durabilité. Donc, la mise en place d'un cadre de discussion et des rencontres régulières dans le domaine de la biomasse solide tout en posant un jalon de communication et de collaboration entre ministères impliqués dans la gestion de la ressource énergétique.

■ Introduction

Le but de cette publication est d'analyser les enjeux environnementaux, techniques et politiques, ainsi que les aspects de gouvernance environnementale et de développement durable liés à la production et à l'utilisation du bois-énergie en RDC, en vue de favoriser la transition énergétique vers des formes d'utilisation modernes et durables de la bioénergie. Pour ce faire, nous utiliserons la grille d'analyse de la durabilité de la bioénergie mise sur pied par le Partenariat mondial de la bioénergie (Global Bioenergy Partnership (GBEP)), de l'Organisation pour l'agriculture et l'alimentation des Nations-Unies (FAO).

■ État des lieux

Plusieurs métamorphoses s'observent en RDC. Abrisant plus de la moitié de la population de l'Afrique centrale, la RDC a connu une croissance démographique de 66% depuis 2000, reflétée dans la forte évolution des statistiques urbaines. La carbonisation de la biomasse solide constitue aussi l'un des facteurs responsables de ces modifications. Elle provoque la déforestation dans les milieux urbains et périurbains de la RDC (Schure et al., 2012). Le

charbonnier prélève indistinctement les espèces d'arbres, sans se soucier de la génération future (Binzangi, 2000). D'abord, il coupe l'arbre avant le tronçonnage et procède à l'empilage du bois. Ensuite, il construit la meule traditionnelle, le couvre des terres, puis, il procède à l'allumage. Finalement, les processus de carbonisation et défournement (Shuku et Walawala, 1987) s'y ajoutent pendant que le processus de la coupe à blanc des arbres engendre la perte d'espèces végétales (Shuku, 2004). Le transporteur de la biomasse solide cause, lui aussi, d'importantes pressions sur les écosystèmes forestiers. La création des infrastructures de transport permettant de rejoindre la ressource s'effectue sans prendre en compte les éléments des écosystèmes. Ces derniers regroupent de facto une biocénose qui constitue un ensemble des êtres vivants microscopiques et macroscopiques en interrelation constante avec son biotope qui est en fait un milieu présentant l'ensemble des facteurs physiques et climatiques (Shuku 2011) et le dépositaire, quant à lui, entasse le sac acheté dans la forêt avant de l'acheminer dans un marché aux fins de le vendre.

Le pays dispose de ressources énergétiques diversifiées, nombreuses et bien réparties spatialement : on y trouve notamment un potentiel hydraulique, éolien, et solaire, du charbon minéral, du schiste bitumineux, du minerai d'uranium, ainsi que de la biomasse. Toutefois, il y a des enjeux énormes et systémiques d'approvisionnement énergétique de la population. Il existe notamment un contraste énorme entre le potentiel des sources d'énergie et leur utilisation réelle. Ce contraste s'exprime aussi dans le déséquilibre criant entre la distribution des sources d'énergie, et le faible taux de desserte en électricité de 15% (AIE, 2017). À cela, s'ajoute l'obsolescence et la vétusté des infrastructures énergétiques existantes.

En RDC, près de 91 % de la consommation finale totale d'énergie provient de la biomasse forestière, aussi appelée bois-énergie. La quasi-totalité de la population utilise le bois comme principale source d'énergie domestique afin de satisfaire des besoins fondamentaux (cuisson, repassage, chauffage), avec des méthodes de production, d'approvisionnement et de conversion peu efficaces et généralement non durables. L'exploitation massive et régulière de la forêt du Bassin du Congo pour l'approvisionnement en bois-énergie engendre la déforestation, la dégradation du sol, la perte d'espèces, ainsi que l'étalement urbain et la diminution de la superficie cultivable.

En ce qui concerne la situation énergétique en RDC : accès et demande, les tableaux 1, illustrent l'aspect panoramique de la situation énergétique de la RDC.

Le taux d'accès à l'énergie électrique des ménages du pays est estimé à 15% (AIE, 2017). Il est plus élevé en prenant en compte la contribution des auto-producteurs. Le tableau 2, renseigne que la RDC ne dispose presque pas de données sur la biomasse. Elle accorde plus de l'importance à l'énergie hydraulique et les groupes électrogènes.

Coûts, besoins et options d'utilisation de la biomasse solide (BS)

Actuellement, malgré la satisfaction de besoins énergétiques de la biomasse solide, la RDC dispose d'une politique instable et des instruments juridiques qui s'adaptent difficilement à la BS dans son contexte actuel. Le secteur reste informel, non structuré et ne contribue presque pas à aux recettes budgétaires étatiques (PNUE, 2011). Le prix de la BS est instable et dynamique. Il est élevé dans le milieu urbain et faible dans les zones rurales.

RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES	POTENTIEL EXPLOITABLE	LOCALISATION
Charbon minéral	720 millions de tonnes - (774 000 GWh)	Province du Katanga (Luena, Lukunga...)
Bois énergie	1 250 millions de tonnes (8.3 milliards de TEP sur 122 millions d'ha	Sur l'ensemble du territoire national
Biomasse	Déchets de matières organiques animales et végétales (non quantifiés)	
Gaz naturel	57 milliards de m ³ de gaz méthane	Lac Kivu (Provinces du Nord Kivu et Sud Kivu)
Pétrole et dérivés	230 millions de barils (réserves déjà connues)	Côte atlantique, cuvette centrale, lacs de l'Est
Énergie solaire	Très bon ensoleillement (non quantifié)	Sur l'ensemble du territoire national
Énergie éolienne	Peu de potentiel exploitable	Côte atlantique, montagne de l'Est
Hydraulique	Plus de 100 000 MW (777 000 GWh) dont 44 000 sur le seul site Inga	Sur l'ensemble du territoire national

Tableau 1. Ressources énergétiques de la RDC

Source : Kapandji, Ministre du MRHE, 2014.

Ressources	Capacité installée MW en 2015	Production annuelle en GWh, 2015	Capacité de production en potentiel, encore non développé
Hydroélectricité	2 445 MW (1 502 MW disponible)	8 690 GWh/ an (5 300 GWh/ an disponible)	100 GW (355 TWh/an disponible)
Groupes électrogènes SNEL	2,5 (estimé)	7.3 GWh/ an	Théoriquement illimité (en fonction du coût des alternatives)
Groupes électrogènes des privés, estimation	800–2000 MW	800– 8 400 GWh/ an	
Solaire	90 kWc installées	0.130 GWh/ an	Théoriquement illimité (potentiel entre 3 500–6 750 Wh/m ² /j; avec 100 W pour chaque ménage pour le pays, la capacité serait de 1.5 GW)
Biomasse	Négligeable	Négligeable	Potentiel technique et théorique énorme, non évalué –ressources: Biomasse (bois, déchets agricoles et autres)

Tableau 2. Potentiel et la production de l'électricité en RDC en 2014.

Sources: SNEL, 2014 et SIE-RDC, 2016

De plus, malgré la présence des ressources des hydrocarbures, des schistes bitumineux et du gaz naturel, la RDC importe des produits pétroliers, car l'industrie de raffinage, SOCIR que possède le pays est hors service depuis 1994 (Ministère des Hydrocarbures, 2015 et DSCR II, 2012).

Le pays est dans une situation énergétique déficitaire. Son secteur résidentiel est évalué à 3 000 MW (MERH, 2014). D'où le recours à la biomasse solide (SIE-RDC, 2016; PNUD, 2015 et Shuku, 2013).

Analyse techno-économique et socio-économique

Généralement en RDC, la BS est produite dans des fours des carbonisations traditionnelles. Le besoin socio-économique de la BS est pris en compte dans cette analyse dotée d'une approche qui nous permet de constater que l'électricité fournie par la Société nationale d'électricité (SNEL) est de mauvaise qualité. Elle se caractérise par des chutes de tension et des coupures intempestives, à cause d'un réseau de distribution anarchique, défaillant et limité: câbles pourris, transformateurs insuffisants (PNUE, 2011). Cette situation cause des préjudices importants pour les familles en termes de confort et sécurité des appareils électroménagers (CNE, 2009). Certains ménages, bien que raccordés au réseau SNEL, cuisinent à l'aide de la BS avec des répercussions négatives sur le budget ménager, y compris l'environnement (Shuku, 2011). Les coupures régulières d'électricité constituent l'une des causes majeures de cette situation dont les conséquences affectent les écosystèmes.

Analyse de la gouvernance environnementale et de la durabilité

Les paramètres transitionnels et factuels de ces stratégies et politiques énergétiques dépendent, a priori et a posteriori, des instruments juridiques pouvant constituer l'ossature de protection de la gouvernance forestière.

Les instruments juridiques qui encadrent la gouvernance forestière battent de l'aile depuis l'indépendance. La RDC acte sa gouvernance dans le domaine de la biomasse avec des documents obsolètes. Deux instruments juridiques, élaborés et promulgués en rapport avec la foresterie et la gestion durable des écosystèmes forestiers, posent le premier jalon du code forestier marqué par la loi-cadre sur l'environnement de 2011.

Tout d'abord, les décideurs mettent la clé de la loi coloniale de 1949 sous le paillason en valorisant le Code forestier de 2002 devenu une législation forestière. Il fallait cette loi dite «loi n° 011/2002 du 29 août 2002», portant «Code Forestier», pour établir la dynamique de la loi sur les écosystèmes et la gestion forestière. « Cette loi faisait table rase des textes existants, hérités de la colonisation, afin de donner suite aux nouveaux objectifs socio-économiques de la gestion du domaine forestier » (OI-FLEG RDC) (2011: p.8).

Du point de vue du développement durable, ce code forestier qui instaure certaines innovations institutionnelles, dont celle des gestions forestières, semble porter l'estampille des lueurs d'espoir. L'Art. 2 alinéa 1 précise: «La présente loi définit le régime applicable à la conservation, à l'exploitation et à la mise en valeur des ressources

forestières sur l'ensemble du territoire national». Il est vrai que «Le régime forestier vise à promouvoir une gestion rationnelle et durable des ressources forestières de nature à accroître leur contribution au développement économique, social et culturel des générations présentes, tout en préservant les écosystèmes et la biodiversité forestiers au profit des générations futures». Mais, ce code ne crée pas un cadre juridique bien précis dans le secteur forestier à petite échelle, il maintient l'attribution discrétionnaire des concessions forestières et les types de forêts sont définis en des termes imprécis (Counsell, 2006). Conséquence : la Loi-cadre sur l'environnement de 2011, censée redorer le blason des textes caducs, marque aussi le pas en termes d'efficacité.

Ensuite, neuf ans après le Code forestier, la RDC adopte et promulgue la loi-cadre sur l'environnement n° 11/009 du 09 juillet 2011 portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement. Les principes cadrant avec le développement durable qu'apporte la loi sont les principes «d'information et de participation du public au processus décisionnel en matière d'environnement, d'action préventive et correctionnelle, de précaution, de pollueur-payeur, de coopération entre États en matière d'environnement et d'intégration». Mais, du point de vue de la mise en œuvre de ces principes, des spécialistes estiment que le code forestier et la loi cadre souffrent tous les deux d'insuffisances (Boungoungou, 2013). Les actions et stratégies de gouvernance pullulent, sans résultats tangibles. Pire, les ministères impliqués dans la gestion forestière se livrent à une guerre secrète de leadership. Actuellement, la gestion de la biomasse solide est gérée par deux ministères. La quasi-totalité du secteur énergétique est administré par le ministère ayant l'énergie dans ses attributions, sauf les hydrocarbures qui dépendent d'un ministère à part (cf. l'ordonnance n° 15/015 du 21 mars 2015 fixant des attributions des ministères en RDC).

En ce qui concerne le dispositif institutionnel, la gestion des écosystèmes forestiers de la RDC est gouvernée par le ministère ayant la forêt dans ses attributions (cf. Code forestier 2002). Le Ministère de l'environnement, par l'arrêté n° 035/CAB/MIN/ECN-EF 2006 du 5 octobre 2006, a organisé l'exploitation de la biomasse solide après délivrance du permis de coupe de bois de chauffe et de la carbonisation (production de charbon de bois). Ledit arrêté autorise les titulaires de permis à exploiter les bois du périmètre adjacent à leur communauté locale, en respectant le code forestier. L'arrêté numéro 05 du 17 juin 2009, en vigueur, complète celui du 5 octobre 2006. Il fixe les documents prévus pour exploiter la forêt. Les permis de coupe de bois de chauffe et de carbonisation comportent cinq éléments d'information : l'identification

de l'exploitant, la délimitation de la zone de coupe de bois, la taxation, les quantités autorisées et la période de validité des permis.

Les ministères gestionnaires de la biomasse solide ne travaillent pas toujours en synergie ; d'où l'importance de proposer en RDC un modèle de gestion participative. Ce modèle pourrait pousser les ministères à signer des arrêtés interministériels, de même que les secrétaires généraux à élaborer des instructions d'application communes dans le domaine de la biomasse solide, d'activer le comité consultatif de la commission nationale de l'énergie (CNE), un organe conseil, d'étude et de coordination des activités énergétiques en RDC (ordonnance présidentielle n° 81/022 du 14 février 1981). Le rôle de la CNE est de définir la politique énergétique de la RDC.

Analyse des enjeux environnementaux

De ce fait, on comprend aisément que la production de la biomasse solide (fig. 1), constitue l'un des moteurs de la déforestation et de la dégradation forestière dans le Bassin du Congo (Bérenger Tchatcha et al., 2015), où sa consommation se fait essentiellement sous forme de charbon de



a. Empilement de bois dans la meule



b. carbonisation



c. Dépôt de BS

Figure 1. Quelques étapes d'obtention de la biomasse solide (BS), meule, dans la plantation de Mampu en RDC.

Source : Photo prise par Nicolas Shuku, 2009

bois (CB), ou de bois de feu (BF), (Defourny et al., 2011 ; Ernst et al., 2013 ; Mayaux et al., 2013 ; Rudel, 2013). Megevand (2013), estime que plus de 90 % du volume total de bois récolté dans le Bassin du Congo est utilisé à des fins énergétiques, et, qu'en moyenne, un mètre cube équivalent de bois est nécessaire par personne et par an. Broadhead et al. (2001), quant à eux, rapportent que 83 % de la population d'Afrique subsaharienne utilise du bois pour satisfaire ses besoins énergétiques. Les mêmes auteurs concluent que cette demande pourrait connaître une croissance d'environ 45 % d'ici 2030, au regard de la croissance démographique actuelle. Plusieurs auteurs font valoir que cette situation est due à un accès limité des ménages aux énergies alternatives (Sustainable Energy For All, 2015).

La croissance de la population et l'étalement urbain émettent l'écosystème forestier

Les préjudices engendrés par le transport de la biomasse solide sur les écosystèmes forestiers constituent, à n'en point douter, des signes univoques de la dégradation de l'environnement. La construction des infrastructures de transport permettant de rejoindre la ressource s'effectue souvent sans prendre en compte les écosystèmes (Shuku 2011). Le dépositaire, quant à lui, entasse le sac (Fig. 1.c.), acheté dans la forêt, avant de l'acheminer au marché organisé pour la vente. L'approvisionnement en biomasse solide induit d'importantes pressions sur les milieux forestiers parce que les acteurs (producteurs, acheteurs, consommateurs), se procurent sur place la ressource et piétinent la forêt d'une manière incontrôlée, ce qui s'est traduit par une surexploitation des sites accessibles (Ousmane Tangara 2006, P.9). Cette surexploitation intervient dans un contexte où **la croissance de la population et l'étalement urbain émettent l'écosystème forestier**. La RDC connaît un rythme d'urbanisation élevé, qui peut être attribué à la fois à la croissance démographique et à l'exode rural que connaît le pays. Déjà, en 1984, année du dernier recensement réalisé selon les normes requises (INS, 2014), la population congolaise était de 29 244 000 habitants ; mais les dernières estimations font état de 73 millions d'habitants en 2011 (PNUD et BAD, 2016). Cette croissance démographique contribue directement à l'étalement urbain. Les deux phénomènes entraînent des impacts sur les écosystèmes forestiers et la consommation de la biomasse solide. Selon Megevand (2013), l'urbanisation et la sub-urbanisation sont énergivores et favorisent la perte de la couverture forestière au sein des écosystèmes de l'arrière-pays. Cette pression est d'autant plus importante en zone périurbaine, en raison d'une demande toujours croissante en produits forestiers (Gazull, 2009). Le besoin socio-économique de la biomasse solide (BS)

constitue l'un des facteurs dominants dans cette dynamique où cohabitent le paradoxe de la gouvernance forestière et la croissance vertigineuse des populations.

Le cas de la mauvaise qualité des services de fourniture d'électricité par la Société Nationale d'Électricité (SNEL) est édifiant. L'électricité fournie se caractérise par des chutes de tension et des coupures intempestives, à cause d'un réseau de distribution anarchique, défaillant et limité : câbles pourris, transformateurs insuffisants (PNUE, 2011). Cette situation cause des préjudices importants aux familles en termes de confort et de sécurité des appareils électroménagers. Bien que raccordés au réseau SNEL, certains ménages sont poussés, par les coupures d'électricité, à cuisiner à l'aide de la biomasse solide avec des répercussions négatives sur le budget ménager et l'environnement.

Il existe en RDC une forte dépendance des ménages à l'utilisation de la BS. Cette dépendance, entraîne un déboisement intensif des peuplements ligneux naturels et artificiels dans les aires pourvoyeuses de la biomasse solide (Shuku, 1993) et ensuite, une carence en éléments ligneux pour la construction d'habitations par la population locale. La disparition des arbres détériore profondément les écosystèmes forestiers et engendre un risque de malnutrition chez les congolais. En outre, les différents milieux de carbonisation de la biomasse solide, sont des zones à écologie fragile qui s'exposent de plus en plus à la savanisation et par conséquent à la modification climatique (Shuku, 1993). Enfin, la biomasse solide qui constitue une source d'énergie de base pour les ménages de la RDC ne semble pas attirer l'attention de beaucoup de chercheurs congolais. Pourtant l'exploitation du bois a un impact sur la qualité de vie, la santé humaine et la diversité biologique (ANEE, 2008). Le secteur de la BS assure de l'emploi aux différentes catégories d'acteurs impliqués dans cette filière. Marien (2013), estime que plus de 13 000 personnes, hommes et femmes, sont impliqués à titre informel, dans des activités liées à la filière biomasse solide ; un nombre proche de 15000 pour le secteur forestier formel (Eba'a Atyi et al. 2009).

Le besoin social de la biomasse solide (BS), est l'un des facteurs non négligeables dans cette transition complexifiée par la surpopulation et les heurts dans la gestion forestière.

La présente étude pourra être un outil indispensable de conscientisation en RDC. ANEE (2008), fait valoir que l'utilisation des fours améliorés de carbonisation, grâce à leurs rendements élevés, de 20 à 30 % contre 10 à 15 % pour les fours traditionnels, permettrait d'atténuer la pression exercée sur les forêts. Quant aux émissions des GES

enregistrées suite à l'utilisation des techniques traditionnelles de carbonisation, elles pourraient être réduites de moitié si l'on adoptait les fours améliorés de carbonisation (ANEE, 2008).

Outil d'analyse de la durabilité de la biomasse solide en RDC

Grille d'analyse de la durabilité de la bioénergie du Partenariat mondial pour la bioénergie (GBEP): Méthode et résultats.

Le GBEP est un regroupement volontaire entre des pays développés et émergents et des organisations internationales, qui a comme objectif de promouvoir la production et l'utilisation durable de la bioénergie (GBEP, 2014). Pour des pays émergents comme la RDC, la transition énergétique par la bioénergie durable peut avoir des impacts positifs. La grille d'analyse est composée de 24 critères de durabilité cadrant avec les trois piliers de développement durable (social, économique et environnemental). Elle permet d'établir un diagnostic des systèmes de bioénergie, d'identifier les forces et les faiblesses de ces systèmes pour ensuite faire des recommandations et orienter la prise de décision. L'analyse permettra d'identifier les facteurs pouvant favoriser une transition énergétique vers des formes modernes et durables d'utilisation de la biomasse forestière, en vue de la mise sur pied de nouvelles stratégies et politiques énergétiques en RDC.

Le sombre tableau dépeint dans la section portant sur l'état des lieux nous amène à réfléchir aux types d'énergies modernes qui pourraient convenir à la RDC. Cherchant à augmenter le taux d'accès à l'énergie moderne et visant à accroître la sécurité alimentaire en RDC, l'Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) utilise la bioénergie «comme l'un des moyens pour améliorer l'accès à l'énergie, la sécurité énergétique et, possiblement, pour atténuer le changement climatique» (BEFS, 2014, p.2).

À travers cette analyse, on peut cerner les aspirations du GBEP (GBEP, 2011 p. iii), mis en place par la FAO: «le passage de la bioénergie traditionnelle à la bioénergie moderne peut réduire la mortalité et les maladies causées par la pollution de l'air intérieur, libérer les femmes et les enfants de la corvée liée à la collecte de combustibles ligneux et réduire la déforestation». Ainsi, l'abandon progressif ou massif de la biomasse solide permet à la RDC de quitter sa position initiale pour valoriser la biomasse moderne et les énergies renouvelables. Par conséquent, le pays optimise un potentiel significatif pour «élargir l'accès aux services énergétiques modernes et garantir l'accès des

zones rurales pauvres à des infrastructures telles que les routes, les télécommunications, les écoles et les centres de santé» (GBEP, 2011, p. iii). De ce fait, l'usage de la bioénergie moderne «est en mesure d'augmenter les revenus des petits agriculteurs, de réduire la pauvreté et d'atténuer le fossé entre les riches et les pauvres». (GBEP, 2011, p. iii).

Méthode

Pour réaliser cette étude, nous avons adapté la grille d'analyse d'indicateurs de durabilité de la bioénergie développée par GBEP. La démarche part du principe que le développement de la bioénergie doit favoriser à la fois la sécurité alimentaire et énergétique, et contribuer au développement agricole et rural de manière intelligente face au climat (FAO, 2014).

Les indicateurs de durabilité sont décrits par les experts du GBEP, à travers leurs travaux et leurs fiches méthodologiques. La grille a pour but de fournir aux décideurs et autres parties prenantes «un outil analytique capable de les orienter dans l'élaboration des politiques et programmes bioénergétiques nationaux, de surveiller l'impact de ces politiques et programmes, ainsi que de bien cerner et affronter» (GBEP, 2011p.iv). Cet outil est nécessaire pour «faciliter le développement durable et l'atténuation des changements climatiques» (Ericson, 2011 p. iv).

Ces indicateurs de durabilité sont classés selon trois piliers importants du développement durable: les piliers environnemental, économique et social dans le contexte de la bioénergie. Le but des indicateurs est d'orienter la prise de décision et de faciliter le développement durable de la BS (GBEP, 2011). Par le truchement de ces indicateurs, notre méthodologie nous amène à comprendre les enjeux cruciaux qui permettent de mesurer les impacts de la biomasse solide sur les éléments de la durabilité environnementale, sociale et économique (GBEP, 2011).

Après avoir retenu les indicateurs de durabilité, des fiches méthodologiques sont confectionnées suivant les méthodes de GBEP. Il s'agit d'un effort de transparence. Les éléments suivants sont inclus dans chaque fiche: les informations liées à la pertinence, la fonctionnalité et le fondement scientifique des indicateurs. Ils sont enrichis à travers une démarche collaborative, concertée. L'approche méthodologique détermine l'impact de la production de la biomasse solide et de son utilisation dans le but de déterminer un indicateur qui soit agrégé au niveau du pays; les indicateurs visent à mesurer les effets de la biomasse solide sur divers facteurs de la durabilité, environnemental, social et économique, et signale ces effets sous forme de moyennes nationales. Les données sont recueillies dans les documents

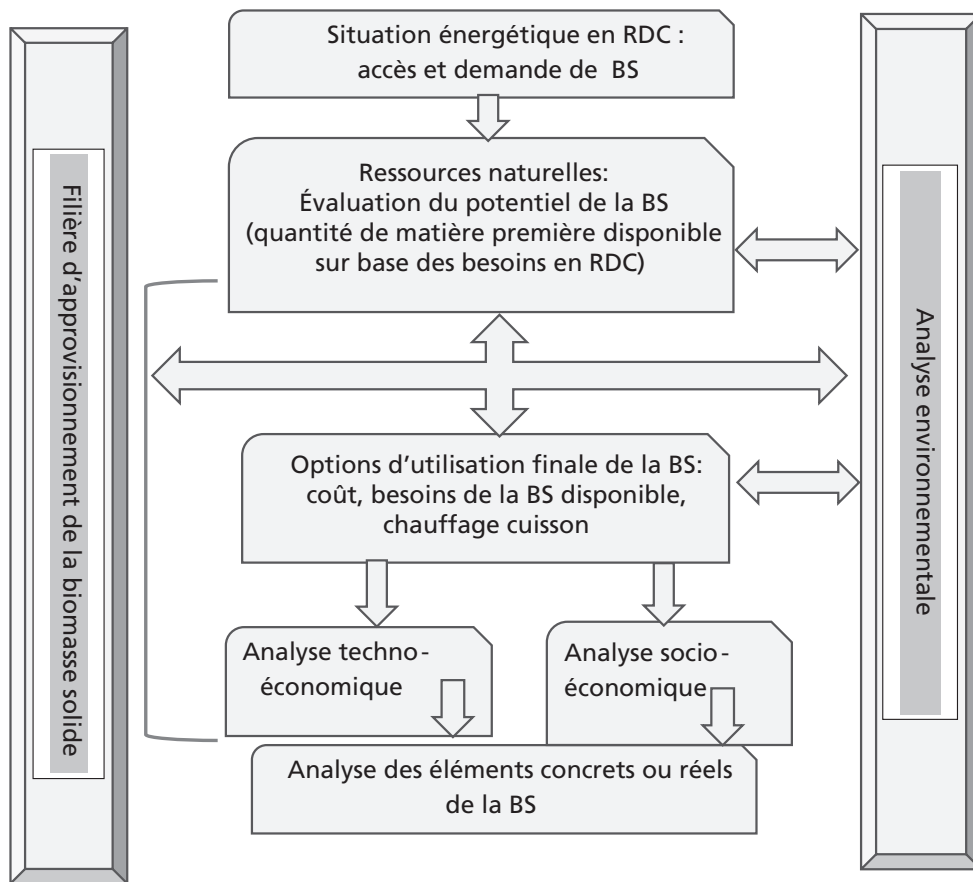


Figure 2. Cadre d'analyse de la biomasse solide

Source : Adaptation de la Fig. du BEFS de la FAO 2014

officiels des ministères de l'environnement, de l'énergie, du développement rural, du plan et les institutions internationales comme le PNUD et la FAO.

En passant au peigne fin les différents aspects, on est en droit de mentionner que les critères de durabilité qui sont utilisés pourront aider la RDC à reformuler et réviser des politiques sur la biomasse solide, tout comme elles pourront l'aider à réexaminer ses instruments législatifs.

Présentation des résultats partiels et des recommandations.

Les résultats que nous présentons dans cet article sont partiels. Ils sont donnés à titre indicatif. Ils comprennent les thèmes pertinents ayant guidé l'élaboration des indicateurs des piliers environnemental, social et économique. Nous ne retenons jusque-là que six indicateurs, dont deux par pilier. L'ordre de présentation des indicateurs et des piliers n'a pas d'importance.

L'analyse de résultats partiels de l'étude, nous pousse à signaler que les attentes sont importantes et qu'il est véritablement indispensable de mettre en place un cadre pour l'action collégiale et concertée en matière de gestion de la biomasse solide. Il s'avère notamment indispensable de développer la collaboration entre les services gouvernementaux et les parties prenantes. Ladite collaboration nécessite l'établissement de cadres et procédures de communication transparents et systématiques. Inéluctablement, la communication et la collaboration entre ministères impliqués dans la gestion de cette ressource énergétique constituent le point culminant d'un changement incontournable.

Cette construction communicationnelle doit, par ailleurs, être régie dans un cadre thématique organisationnel doté de procédures systématiques et transparentes afin d'avoir un effet sur la continuité dans le suivi des dossiers, l'établissement des responsabilités et le traitement de ces dossiers de façon claire. Enfin, les réunions interministérielles

A. PILIER ENVIRONNEMENTAL	
Thèmes pertinents ayant guidé l'élaboration des indicateurs du pilier (TPGEIP) : Émissions de gaz à effet de serre, capacité productive de la terre et des écosystèmes, qualité de l'air, disponibilité en eau, efficacité et qualité de l'utilisation, diversité biologique,	
NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR
1. Niveaux des récoltes des ressources en bois	La biomasse solide est le premier combustible utilisé en RDC pour la cuisson des aliments. Elle est la source principale d'énergie dans le milieu rural du pays. Comme déjà évoqué, plus de 91 % de la population utilise la biomasse solide pour les besoins des ménages. La part de l'énergie moderne reste faible. L'usage de l'électricité est en déclin depuis 2007.
2. Diversité biologique du paysage	Les jardins botaniques et zoologiques qui sont des zones nationalement reconnues de haute valeur en biodiversité sont devenus des sites de production de la biomasse solide.
B. PILIER SOCIAL	
TPGEIP: Prix et offre d'un assortiment de produits alimentaires national, accès à la terre, à l'eau et à d'autres ressources naturelles, conditions de travail, développement rural et social, accès à l'énergie, santé et sécurité humaine.	
NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR
3. Emplois dans les secteurs de la bioénergie	Plus de 300 000 personnes travaillent d'une manière directe et indirecte dans le secteur de la biomasse solide dans la seule ville de Kinshasa, soit plus de 20 fois le nombre de personnes travaillant dans le secteur forestier national, qui s'élève officiellement à 15 000 (Schure, 2011).
4. Fréquence des blessures, maladies du travail et accidents mortels	Les producteurs de la biomasse solide sont régulièrement blessés et souffrent souvent de maladies pulmonaires. (ANEE, 2008)
C. PILIER ÉCONOMIQUE	
TPGEIP: Disponibilité des ressources et efficacité de l'utilisation dans la production, conservation, distribution et utilisation finale de la bioénergie, développement économique, viabilité économique, viabilité économique et compétitivité de la bioénergie, technologies et capacités technologiques, sécurité énergétique/diversification des sources et de l'approvisionnement, sécurité énergétique / les infrastructures et la logistique pour la distribution, la sécurité énergétique/l'utilisation	
NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR
5. Formation et re - qualification de la main d'œuvre	La proportion des travailleurs qualifiés et fonctionnaires de l'État augmente dans le secteur de la BS pour cause de non-paiement de la main d'oeuvre
6. Diversité énergétique	Depuis 2007, un changement est survenu dans les ménages. L'absence de l'accès à l'électricité pousse le Congolais à se rabattre vers l'usage du bois énergie.

Tableau des piliers et six critères de durabilité pour la biomasse solide.

Sources : Tableau adapté à partir des éléments du GBEP (GBEP, 2011, p.34-36).

constituent un cadre irréversible, de façon permanente ou dans un contexte situationnel, dans le but d'améliorer la synergie entre les ministères et leurs services dans le domaine de la biomasse solide. À la lumière de cette nomenclature, on peut dire que l'application de critères de durabilité est l'une des solutions favorables dans le domaine de la bioénergie pour le pays le plus vaste et le plus peuplé de l'Afrique centrale.

■ Recommandation

Un modèle de gestion participative de la bioénergie permettant de répondre au développement de la biomasse solide en RDC, sur tout le territoire de la République, dans les milieux urbains et ruraux : développer la collaboration entre les services gouvernementaux et les parties

prenantes ; cette collaboration nécessite l'établissement des cadres et procédures de communications transparents et systématiques ; cette communication doit permettre la continuité dans le suivi des dossiers et permettre l'établissement de responsabilités claires dans leur traitement ; la mise en place d'un cadre de discussion qui permettrait la tenue de rencontres régulières ou exceptionnelles dans le domaine de la biomasse solide ; mais aussi la communication et la collaboration entre les ministères impliqués dans la gestion de la biomasse solide.

Enfin, des réunions interministérielles pourraient se tenir souvent ou extraordinairement dans le but d'améliorer la synergie entre les ministères et leurs services dans le domaine de la biomasse solide

■ Conclusion

Eu égard aux paramètres de ce profil de la biomasse solide en RDC, il s'avère indispensable de développer la collaboration entre les services gouvernementaux et les parties prenantes. Pour parer au plus pressé, il est indispensable de mettre en place un cadre de discussion et des rencontres régulières dans le domaine de la biomasse solide tout en posant un bon jalon de communication et de collaboration entre ministères impliqués dans la gestion de la ressource énergétique. 🌿

■ Bibliographie

ANEE.2008. Séminaire international de Kinshasa(RDC) sur les impacts de la production, commercialisation et consommation de bois de feu et charbon de bois sur la qualité de vie, la santé humaine et la diversité biologique et le changement climatique en Afrique. Disponible en ligne : http://www.sifec.org/static/uploaded/Files/publications/membres/Rapport_Seminaire_Kinshasa_2009.pdf. Lue le 13 mars 2017.

Broadhead, J. Bahdon, J. et Whiteman, A. 2001. Woodfuel consumption modelling and results. Annex 2 in past trends and future prospects for the utilization of wood for energy .Working Paper n° GFPO/WP/05, Global Forest Product Outlook Study. Rome, FAO.

Counsel Simon, 2006. Gouvernance forestière en République démocratique du Congo. 36 p.

DSCRIP, 2016. Document de stratégie de réduction de la pauvreté en RDC 2011-2015. Ministère du Plan de la RDC. Vol 2. p. 129.

Eba'a Atyi., Samuel Asembe Mvondo, GUYAUME LESCUYER, PAOLO CERUTI. In Elsevier, vol., 32, July 2013, P.40-48.

Ernst, C., Mayaux, P., Verhegghen, A., Bodart, C., Christophe and Defourny, P. 2013. National forestcover change in Congo Bassin : deforestation, reforestation, degradation and regeneration for the years 1990, 2000 and 2005, Global Change Biology, 19: 1173- 1187.

GBEP (2011). Les indicateurs de durabilité pour la bioénergie du partenariat mondial pour la bioénergie. FAO. 39 p.

INS. 2014. Annuaire statistique 2014 sur supervision PNUD. 560 p.

Marien J. N. et Al. 2013). Quand la ville mange la forêt- Les défis du bois-énergie en Afrique Centrale, éd. Quae, Cirad, France, 238 p.

Mayaux, P., Pekel J-F., Desclée, B., Donnay, F., Lupi, A., Achard, F., Clerici, M., Bodart, C.,

Megevand C, 2013. Dynamique de la déforestation du bassin du Congo – Réconcilier la croissance économique et la protection des forêts. Banque mondiale.

OI-FLEG RDC. 2011. Mise en application de la loi forestière et de la gouvernance : analyse de la législation forestière de la RDC. Contrat n° FED/2010/ 2496394. Cambridge UK- pp.42. Disponible en ligne :

Olenga, K., 2011. Économie verte urbaine ville de Kinshasa : efforts et défis. Local Climate Solutions for Africa, Cape Town- Afrique du Sud, 39 p.

Ousmane TANGARA Nianti (2006). Étude sur les professionnels du Bois Énergie au Mali- rapport final du Comité permanent inter-État de lutte contre la sécheresse dans le sahel. Pp. 22.

Rudel, T., 2013. The National Determinants of Deforestation in Sub-Saharan Africa, Philos. Trans. Royal Society.

Schure, J., Assembe, S., Awono, A., Ingram, V., Lescuyer, G., Sonwa, D. et Somorin, O., 2010. L'état de l'art du bois énergie en RDC : Analyse institutionnelle et socio- économique de la filière bois énergie. Makala, CIFOR, Yaoundé, Cameroun, 10 pp.

Schure, J., Ingram, V., et Akalakou, M. C., 2011. Bois énergie en RDC : Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani. Éditions CIFOR, 88p SCMITZ et A. MISSON (1960),

Shuku O., 2011. Impact de l'utilisation de l'énergie-bois dans la ville province de Kinshasa en République démocratique du Congo (RDC), Mémoire de Maîtrise, Fac. Sciences humaines, Département de Géographie, Université du Québec à Montréal (UQÀM), 182 p.

Shuku Onemba Nicolas, 2013. L'énergie-bois dans la commune de Lemba à Kinshasa : Approvisionnement, commercialisation et Consommation. In Liaison Énergie Francophonie de l'Institut de la Francophonie pour le développement Durable pp.48-53.

Shuku Onemba Nicolas, 1993. L'énergie-bois dans la zone de Lemba : Approvisionnement, commercialisation et Consommation, Mémoire de Licence, Université Pédagogique national (UPN), 125 p.

Sustainable Energy For All, 2015. Initiative énergie durable pour tous : Agenda d'action. PNUD et Ministère de l'énergie. 89 p.

Trefon, T., Hendriks, T., Kabuya, N. A. et Ngoy, B., 2010. L'économie politique de la filière du charbon de bois à Kinshasa et à Lubumbashi. Appui stratégique à la politique de reconstruction post-conflit en R.D. Congo, K.



Pierre AMOUGOU

Journaliste camerounais titulaire d'un master en management environnemental et développement durable de l'Institut des Relations Internationales du Cameroun (IRIC) en partenariat avec l'Université italienne Ca Foscari de Venise. Contributeur du journal en ligne Médiaterre et occupe les fonctions d'Attaché de presse du Réseau des femmes élues locales d'Afrique, section du Cameroun (Refela-Cam). Il a participé à la Conférence des Parties (COP22) à Marrakech au Maroc en 2016.

Approvisionnement en énergie solaire 1 700 000 euros pour 17 communes dirigées par des femmes maires au Cameroun

Le projet porté par Célestine Ketcha Courtès, maire de Bangangté, présidente du Réseau des Femmes Élues Locales d'Afrique, antenne du Cameroun (REFELA-Cam), bénéficie de l'appui technique et financier des partenaires au développement français.

Au cours du 1^{er} Comité de pilotage (COFIL), du projet intitulé : « Femmes et énergie durable : appui au Réseau des Femmes élues locales d'Afrique, section du Cameroun », le 27 juillet 2017 à Bangangté (ouest-Cameroun), Célestine Ketcha Courtès, présidente du REFELA-Cam, a présenté la portée du projet financé par la France à hauteur de 1 700 000 Euros (environ 1,113 milliard FCFA), et qui bénéficie à 17 communes du Cameroun dirigées par des femmes maires. « Les populations en général, les femmes et les petites filles en particulier, objet de l'attention des Objectifs de développement durable (ODD), vont beaucoup gagner dans l'éclairage solaire de nos villes à travers le projet « Femmes et énergie durable ». Parce que quand il y a l'obscurité, ce sont les femmes et les petites filles qui sont en difficulté », a expliqué la maire de Bangangté, pour montrer l'impact réel de ce projet axé sur le développement local.

En présence du secrétaire permanent de l'Association Internationale des Maires Francophones (AIMF), Pierre Baillet, le Comité de pilotage (COFIL) international dudit projet s'est tenu à Yaoundé (capitale du Cameroun), les 26 et 27 octobre 2017. Trois mois après le COFIL national à Bangangté.

Visiblement, à travers ce projet, les 17 communes bénéficiaires vont permettre au Cameroun de démontrer que les ODD 5, 7 et 13 sont une réalité dans les points névralgiques des collectivités locales décentralisées, notamment les centres de santé et les voies publiques. « Nous allons accompagner l'économie énergétique et mettre la priorité sur l'énergie renouvelable, durable et sûre avec le solaire, pour sécuriser les malades et les enfants dans nos villes », renchérit la maire de Bangangté.

Les communes de Bangangté (ouest-Cameroun), d'Angossas (est-Cameroun), d'Afanloum (centre-Cameroun), Mintom (sud-Cameroun), de Mayo Oulo (nord-Cameroun) et de Mbengwi (nord-ouest-Cameroun), et de Fokoué (ouest-Cameroun), ont été enrôlées.

Il est prévu la construction d'une centrale solaire hybride et de 81 lampadaires (dont 50 bidirectionnels sur le boulevard principal), pour l'éclairage public de la ville de Bangangté, d'ici fin juin 2018.

 amougoupie7@gmail.com



Droits réservés



Droits réservés

En présence des autorités administratives et de Mme Arianna Ardesi (conseillère à l'AIMF, chef de file des partenaires au développement), l'entreprise adjudicataire du projet a procédé à la pose du premier lampadaire solaire dans la ville de Bangangté, le 23 octobre 2017. « La non émission des gaz à effet de serre, le faible coût de l'énergie pour les populations, la durée de vie longue de l'installation (plus de 20 ans), le recours à une source d'énergie renouvelable, la possibilité d'étendre les modules », sont autant d'avantages que présente cette source d'énergie, selon l'expert de DFC Services, Roméo Foutsop.

Rappelons que, sous l'égide de la présidente du Réseau des femmes élues locales d'Afrique (REFELA), les femmes maires du Cameroun ont présenté ce projet, qui participe de la promotion des sources d'énergies renouvelables ou propres, à la COP21 (en France), en 2015. En marge de la COP22 au Maroc, le ministère français de l'environnement, à travers l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), a accordé un deuxième financement qui a permis d'enrôler 5 autres communes (Angossas, Afanloum, Mintom, Mayo Oulo et Mbengwi), après le 1^{er} financement alloué à deux communes pilotes : Bangangté et Fokoué, à l'ouest du pays.

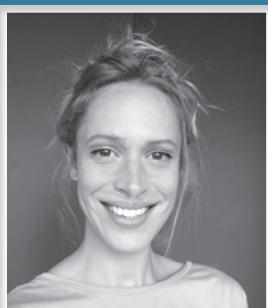
Au demeurant, en cette période où la lutte contre le réchauffement climatique préoccupe tous les pays de la planète, le recours aux énergies renouvelables (de source solaire), comme il en est le cas ici, est salutaire. 🌿



Le solaire pour tous à Madagascar : le projet ambitieux du groupement d'intérêt économique « EOSOL Madagascar – GC Solar »

Hery-Zo RAJAOBELINA

M. Rajaobelina est ce qu'on appelle un « repat » à Madagascar : un voyageur malagasy, revenu vivre et travailler dans son pays. Après un master en finance et ingénierie économique à Paris, une expérience à la HSBC Paris, un MBA en business international en Thaïlande et un parcours en gestion de projets de développement dans un groupe multisectoriel à Madagascar, Hery-zo entame sa plus grande expérience : créer sa propre société dans le solaire PV avec l'objectif de devenir la référence dans le secteur à Madagascar.

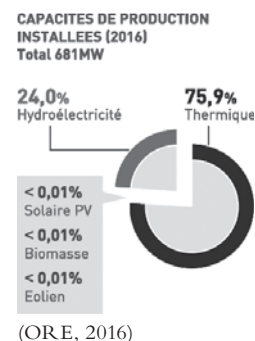


Camille ANDRÉ-BATAILLE

Directrice générale et actionnaire d'EOSOL Madagascar. Après des études en sciences fondamentales, en ingénierie et en finances et trading de l'énergie et management de projets Bas Carbone, elle a travaillé chez Ernst & Young et ENGIE. Aujourd'hui, son travail consiste à débloquer les barrières techniques, stratégiques et financières et à encourager l'expression des potentiels socio-économiques locaux au travers de projets d'électrification rurale et industriels.

Avec un taux d'accès à l'électricité d'à peine 15% sur l'ensemble de son territoire et de moins de 6% en zone rurale où plus de 65% de la population se concentre, et une fourniture d'électricité d'origine thermique conventionnelle à plus de 75% (ORE, 2016), Madagascar affiche une carte de visite énergétique peu encourageante. Pourtant, le pays regorge d'opportunités. Un contexte dans lequel s'est constitué le Groupement d'Intérêt Economique formé par EOSOL Madagascar et GC Solar avec un objectif affiché : faire du solaire une énergie durable et accessible pour tous.

En 2009, la JIRAMA, compagnie nationale d'eau et d'électricité, produisait et distribuait près de 1 500 TWh/an, avec pourtant 600 MW de capacités électriques installées, toutes sources confondues (CIA FactBook, 2009), ceci auprès de seulement 400 000 abonnés pour environ 5 000 000 de foyers répartis sur plus de 587 000 km². A peine 30% seulement des abonnés bénéficiaient des services électriques qui souffraient souvent d'une qualité très discontinue (fréquence de délestage importante, pouvant s'élever parfois jusqu'à 15 heures par jour), et d'un prix hétérogène sur le territoire, parfois inabordable, notamment en zone rurale, principalement alimentée en énergie conventionnelle (>0,5\$/kWh auprès de l'utilisateur, parfois jusqu'à 1\$/kWh). Malgré les efforts pour augmenter la capacité de production ces dernières années, le pays continue de subir un manque criant de fourniture électrique, des services discontinus, des tarifs hétérogènes et parfois très élevés, et une suprématie des sources d'énergie conventionnelles.

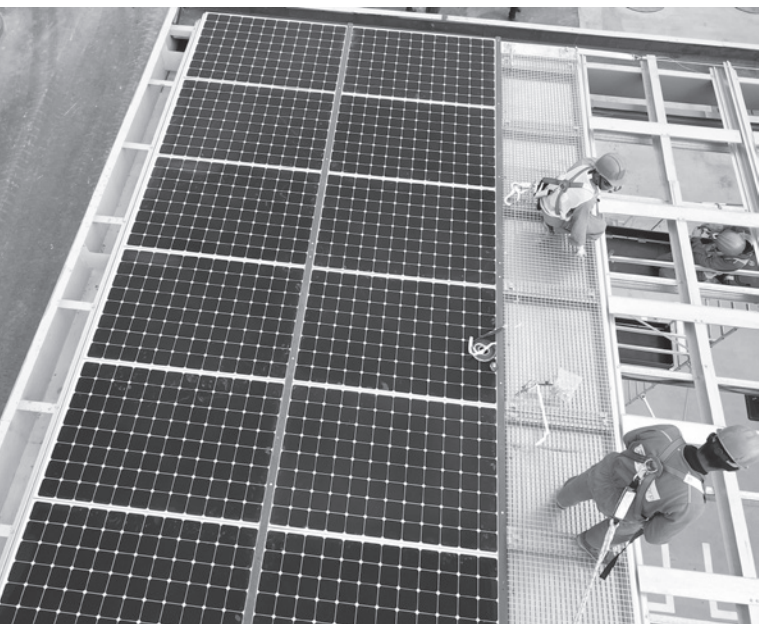


Centrale EOSOL 60kW Andavadoaka

Droits réservés



zo@gcenergies.com
camille@eosol.mg



Station service TOTAL Andohatapanaka

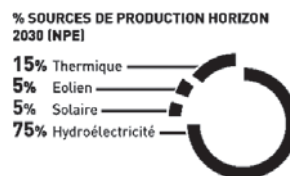
Droits réservés

C'est pourtant dans ce contexte de grands défis que la société EOSOL Madagascar voit le jour. Créée en 2008, l'entreprise a traversé une crise politico-économique puis une élection libre pour être reconnue aujourd'hui comme le leader en électrification rurale par énergie solaire photovoltaïque (PV) en site isolé. Depuis 2015, la société développe un modèle innovant de distribution de l'électricité.

L'histoire d'EOSOL Madagascar c'est avant tout l'histoire d'une petite entreprise avec pour vocation d'exploiter l'énergie solaire dans les zones les plus reculées de Madagascar pour offrir aux populations les plus fragiles et les moins desservies des solutions modernes d'accès à l'électricité, fiables et à un coût abordable. C'est aussi l'histoire d'une entreprise aux grandes ambitions et aux valeurs intègres qui multiplie les efforts pour grandir intelligemment, comprendre ses clients et l'environnement qui l'entoure, étoffer ses services et offrir aux populations malagasy des solutions d'avenir. En maîtrisant toute la chaîne de valeur depuis l'analyse de la demande, le dimensionnement, l'installation jusqu'à l'opération et la distribution, EOSOL Madagascar a développé une expertise qui lui a permis de faire évoluer son modèle. Un modèle qui s'oriente aujourd'hui vers l'usage productif de l'énergie et le soutien au développement ou au renforcement d'activités génératrices de revenus notamment par la mise en place d'activités de coaching entrepreneurial au niveau local. EOSOL Madagascar, c'est avant tout la conviction que l'accès à l'électricité

est un levier de développement incontestable et que les énergies renouvelables en sont le parfait émissaire.

Dans un contexte mouvant et face à l'objectif de 70% de taux d'accès à l'électricité au niveau national d'ici à l'horizon 2030, affiché dans la Nouvelle Politique de l'Énergie (NPE, 2015-2030), la société se propose d'apporter sa pierre à l'édifice et, par là même, d'accompagner non seulement la trajectoire de Madagascar dans cette épopée, mais également celle de tous les pays engagés pour la lutte contre le changement climatique et la lutte contre la pauvreté.



(ORE, 2016)

Pour atteindre ses objectifs, EOSOL Madagascar s'est tournée vers le marché, consciente que la tâche serait ardue si elle s'y engageait toute seule. Car EOSOL Madagascar c'est aussi la conviction que des efforts communs sont nécessaires pour concrétiser ses objectifs. Convaincue que les usages productifs, semi-industriels et industriels, sont à la fois la résultante et le levier, la société s'est tournée vers la seule société spécialisée en énergie solaire PV et installation auprès des usagers domestiques et industriels capables de comprendre leurs besoins : GC Solar.

L'histoire de GC Solar commence en 2009, dans le même contexte que celui d'EOSOL Madagascar : un environnement a-priori peu favorable mais offrant la promesse de « challenges » extraordinaires et de potentiels inexploités. A l'origine du projet de l'entreprise, une question fondatrice : « Compte tenu du potentiel en ressources dans le pays, et considérant les progrès technologiques en énergies renouvelables au niveau mondial, serait-il envisageable de créer au niveau local un modèle vertueux et économiquement viable, permettant d'accompagner à la fois un développement économique durable et l'amélioration des conditions de vie des populations ? ». Sans longtemps hésiter, GC Solar voyait le jour. Le choix de la technologie solaire PV s'imposait naturellement : flexible, modulaire, à déploiement rapide, exploitant une ressource naturelle bien domestique, et surtout, adaptée à tous les types d'usagers.

D'aventures en aventures, GC Solar a construit son expérience comme les plus grandes entreprises à leur début : en démarrant petit mais avec l'ambition de devenir grand. Avec un statut initial de « petit installateur de systèmes solaires » pour usagers domestiques, l'entreprise a rapidement fait ses preuves et s'est

imposée d'abord comme « Engineering Procurement Construction player », puis comme « Environmental Power Concepts player ». En 2012, le leader mondial en systèmes solaires centralisés et décentralisés depuis plus de 30 ans, SMA Solar Technology via sa filiale SMA Sunbelt, a nobilité GC Solar en la certifiant en qualité de partenaire agréé unique dans l'Océan Indien. Grâce à ce partenariat, GC Solar est aujourd'hui en mesure de répondre aux exigences techniques les plus pointues à Madagascar et de fournir aux consommateurs des solutions technico-financières adaptées. Car il s'agit bien de convaincre les usagers, souvent fatigués des services conventionnels proposés, des bénéfices sur le long terme des investissements dans les énergies renouvelables et notamment dans le solaire PV. Dans son aventure, GC Solar a étoffé son offre pour toujours mieux répondre aux besoins des consommateurs.

En complément de l'ingénierie, de la fourniture et de l'installation, l'entreprise a développé des services d'analyse et d'audit de la consommation pour accompagner les usagers dans l'utilisation optimale de l'électricité. Cependant, le marché malagasy n'est pas infiniment extensible : une large majorité de la population dispose de revenus faibles, souvent inférieurs ou égaux à 1\$/jour.

Pour développer son marché et démocratiser l'usage des énergies renouvelables, la société a dû se tourner vers le marché rural et repenser son modèle. Consciente des limites de sa compréhension du milieu rural, pourtant en développement, la société s'est tournée vers EOSOL Madagascar, familière de la technologie SMA - déjà installée dans ses sites pilotes - alors à la recherche d'un allié pour développer des solutions inclusives et résilientes d'accès à l'énergie.

Fin 2016, EOSOL Madagascar et GC Solar ont donc commencé à réfléchir au développement d'un modèle combiné et inclusif, orienté vers la fourniture de services complémentaires, à la fois adaptés aux usagers domestiques, industriels et communautaires. Les deux sociétés ont rapidement évolué vers un Groupement d'Intérêt Economique (GIE), pour formaliser la mutualisation de leurs forces et concrétiser leur vision commune. Un défi d'envergure dans un marché mouvant et dominé par des groupes multisectoriels. Qu'à cela ne tienne, le GIE nouvellement créé dans l'enthousiasme, les deux entreprises font fi des obstacles réputés insurmontables, et continuent de travailler à un modèle pérenne et résolument inclusif, source de

solutions intelligentes et diversifiées (solutions couplées réseau, hybridation, sites isolés).

En un an, le GIE a développé près de 1MW de projets d'électrification rurale, réalisé la solarisation de deux stations-services TOTAL (les premières stations-services solarisées du pays), contractualisé près de 1,5MW de projets industriels et développé des offres en efficacité énergétique et maîtrise de l'énergie. Tout en permettant aux deux entreprises d'évoluer indépendamment dans leurs secteurs respectifs et sur des projets isolés, le GIE permet également à ces deux entreprises de combiner leurs atouts et de structurer le marché, dans le respect des lois et de la concurrence saine. Plus que jamais les deux entreprises se tournent vers l'avenir et entraînent dans leur sillage, les acteurs de demain. A l'image de leur union passée, EOSOL Madagascar et GC Solar intègrent désormais dans leur cercle la start-up malagasy MAJIKA, lauréate du prix public de l'Orange Entrepreneur Club Madagascar 2017 et spécialisée dans l'électrification rurale, notamment dans le marché nord de Madagascar.

L'histoire ne fait que commencer. 🌸



Droits réservés



Transition énergétique en Algérie : entre nécessité d'une rupture rentière et intégration de la nouvelle donne énergétique

Farida SI MANSOUR

Enseignante chercheuse à la Faculté des Sciences économiques, commerciales et de gestion de l'Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou (Algérie), doctorante en sciences économiques et membre du réseau CEDIMES-ALGERIE. Actuellement, en préparation d'une thèse de doctorat sur les relations économiques entre l'Algérie et l'Union européenne dans le domaine de l'énergie.



Djamal SI-MOHAMMED

Docteur en sciences économiques des Universités de Bordeaux I et d'Alger, professeur des universités et ancien doyen de la Faculté des sciences économiques, commerciales et de gestion de l'Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou. Actuellement président du conseil scientifique de cette même faculté, il dirige plusieurs thèses de doctorat ainsi que des projets de recherche portant sur des thématiques liées à l'économie du développement, l'économie territoriale ou l'économie de l'énergie...

L'accès à l'énergie est un besoin fondamental lié à la vie moderne. Ses contours géopolitiques alimentent les déséquilibres et crises subies par l'offre et la demande sur le marché. La gestion discutable des ressources énergétiques dans les pays rentiers, jumelée à une conjoncture mondiale coercitive, s'est soldée par une énième remise en cause de leur modèle économique.

Evolution du marché de l'énergie mondial, vers un nouveau paradigme énergétique

De juin à décembre 2014, la croissance économique mondiale atone se situait globalement autour de 3.3%. L'émergence des énergies fossiles non conventionnelles américaines à partir des années 2000, consacrant un changement de paradigme énergétique, et les mésententes de l'OPEP quant à la réduction de la production ont mené à une réduction du prix du pétrole en \$ d'environ 30% qui passe de 100\$ à 30\$ de 2014 à 2016, rendant nécessaire une redéfinition des enjeux et de la politique énergétique dans ces pays fragilisés. Par ailleurs, l'Agence internationale de l'énergie (AIE), via son scénario relativement optimiste, prévoit que la demande mondiale d'énergie primaire augmente de 36% entre 2008 et 2035, soit de 1,2% par an, pour passer de 12 300 millions de tonnes d'équivalent pétrole (Mtep) à plus de 16 700 Mtep.

Vers un nouveau paradigme énergétique

L'impératif d'une transition énergétique vient en réponse à un système énergétique actuel marqué par la raréfaction des ressources énergétiques fossiles et fissiles conventionnelles à moyen et à long terme. Le changement climatique anthropique observable (Deshaies et Baudelle, 2013 ; Aykut et Dahan, 2014), entraîne une réorientation de la production et de la consommation d'énergie vers l'intégration des principes fondateurs du développement durable. Avec des pics pétroliers et gaziers où le maximum de la courbe de production d'un gisement ou d'une région est atteint, avec des stocks existants quasiment tous entamés, la fonction de production passera forcément par un maximum avant de décroître : c'est une réalité mathématique (Jancovici, 2013). Cependant, ce pic peut être plutôt semblable à un plateau et il reste à savoir à quel rythme la production va décroître. Aussi, l'ancrage des politiques énergétiques sur les perspectives garantes du bien-être social et du développement économique durable mais aussi la capacité à préserver l'environnement devient alors une nécessité absolue (Schneider, 2009). Les modèles de transition énergétique permettent de porter un choix sur l'orientation de la politique de production et de consommation d'énergie en optant pour la sobriété énergétique (réduire les gaspillages par des comportements rationnels et par des choix individuels

simansourfarida@hotmail.fr
d_simohammed@ummto.dz

et sociétaux), l'efficacité énergétique (réduire les pertes lors du fonctionnement), et l'exploitation des modèles d'intégration des énergies renouvelables à l'exemple des cinq pays nordiques (Finlande, Suède, Danemark, Norvège et Islande), alliant des approches globale et locale de gestion de l'énergie.

■ La rente et le syndrome hollandais

Dans les pays rentiers, la difficulté à prendre en compte les limites géologiques dans les politiques énergétiques s'élucide par le formidable apport financier que constitue l'exploitation des ressources fossiles. Le syndrome hollandais ou plus explicitement ce que l'on nomme la malédiction des ressources naturelles crée un «enfermement» de l'économie d'un pays dans les activités d'extraction et la détérioration des termes de l'échange (Prebisch, 1950 et 1964; Singer 1950). Dans sa dimension politico-institutionnelle, cette malédiction renforce les comportements de recherche de rente (*rent-seeking*), par l'Etat. Le champ de l'économie politique avance que l'exploitation de ressources naturelles favoriserait ces rentrées que s'approprie l'Etat induisant un effet négatif sur la croissance économique : taxation importante, émergence de groupes d'intérêt hostiles au changement et alimentés par les revenus de la redistribution de la rente qui encourage la corruption et l'inefficacité de la bureaucratie et la promotion de programmes d'investissements publics inefficaces.

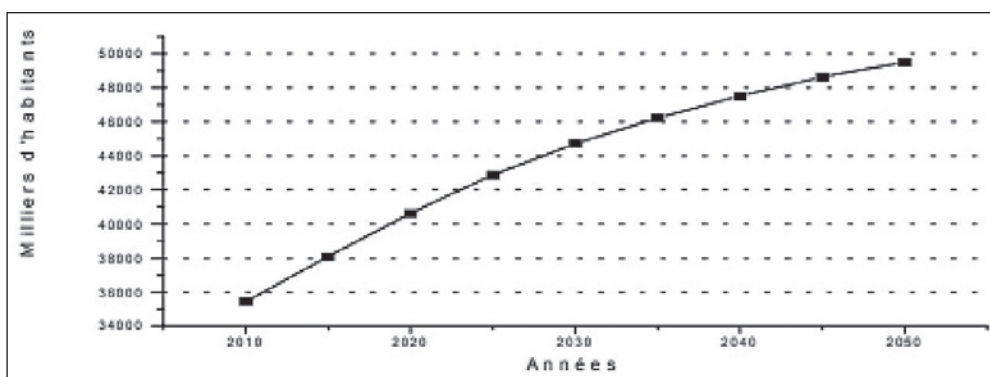
■ L'Algérie, entre consommation énergivore, raréfaction des ressources et scénarios énergétiques

L'atrophie du système économique de l'Algérie est en lien avec sa dépendance rentière puisque les hydrocarbures continuent de représenter l'essentiel des exportations algériennes (94,66% du volume global des exportations), en s'établissant à 24,41 mds USD contre 20,52 mds USD

sur la même période de 2016, soit une hausse de 3,89 mds USD correspondant à une augmentation de près de 19% (selon les douanes algériennes). Cependant, le problème énergétique ne se pose pas seulement sur le plan de sa contribution au commerce extérieur ou au PIB mais aussi du point de vue de la consommation énergivore accentuant la question de la raréfaction des ressources face à une population qui ne cesse de s'accroître.

La transition énergétique est impérative pour l'Algérie ; mais toute la question repose sur son intégration dans la politique énergétique nationale, ce qui est classiquement une affaire d'Etat à travers des choix variant dans le temps pour favoriser le recours à telle ou telle source d'énergie. Les considérations énergétiques sont aujourd'hui mondiales et notre futur énergétique doit être soutenable. La politique énergétique doit reposer sur des scénarios énergétiques pessimistes annonçant les pics de production pour les années 2030 en alliant pluralité énergétique et maintien de l'exploitation des énergies fossiles mais avec des rythmes d'évolution qui devront diminuer au fur et à mesure que le mix énergétique intègre davantage d'énergies propres. Aussi, un arbitrage nécessaire doit se faire au profit de la priorité à accorder, dans le paradigme énergétique, au solaire, à l'éolien, à la biomasse, etc., au détriment de l'exploitation des énergies non conventionnelles (loin des tentations de facilité), vu son impact sur le climat, les nappes phréatiques, la qualité de l'air, les sols et la végétation. À titre d'illustration, l'Algérie est l'un des pays ayant le plus grand potentiel solaire au monde avec une durée d'ensoleillement sur la quasi totalité du territoire national qui peut atteindre les 3900 heures annuellement sur les hauts plateaux et le Sahara.

La structure de l'économie algérienne étant fondamentalement rentière, les politiques économiques actuelles d'austérité et de transformations économiques devraient aboutir à un modèle industriel demandeur d'énergie, soutenant la croissance de la consommation énergétique.



Evolution de la population en Algérie


Source : Organisation des Nations Unies

Par ailleurs, la compétitivité du pays dans le domaine des énergies fossiles intensifie ses préoccupations sur les exportations de pétrole et de gaz bruts mais implique également l'installation progressive d'entreprises de transformation des hydrocarbures et/ou la réalisation de partenariats énergétiques intra et extra frontaliers dans le but de réduire la dépendance technologique et d'accroître l'autonomie énergétique.

RÉGIONS	CÔTES	H-PLATEAU	SAHARA
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (Kwh/m2/an)	1700	1900	2650

Potentiel solaire en Algérie

Source: Sonatrach

Enfin, il est crucial que la politique énergétique ne se focalise pas uniquement sur l'offre. D'ailleurs, les coûts des investissements nécessaires pour accroître l'efficacité de la demande sont plus faibles que ceux qu'exige le développement de l'offre, à condition qu'ils puissent se situer dans une perspective claire d'anticipation des coûts de long terme du développement de l'offre. Agir sur l'efficacité énergétique est en priorité l'affaire des consommateurs mais avec la mise en place d'actions publiques à travers la contrainte (réglementation), l'incitation économique et financière (fiscalité, subvention, déductions fiscales), l'investissement (R&D, infrastructures publiques), ou d'autres formes d'interventions comme l'information (empreinte énergétique des consommateurs). 

Références

Fariba Heidari. *Boom pétrolier et syndrome hollandais en Iran : une approche par un modèle d'équilibre général calculable. Economies et finances. Université Nice Sophia Antipolis, 2014.*

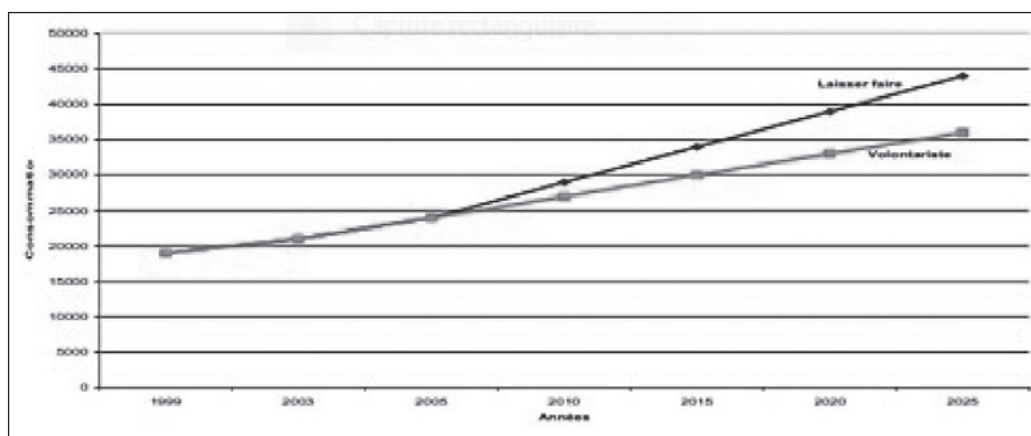
Fatiha Talahite. *Le concept de rente appliqué aux économies de la région MENA. Pertinence et dérivés. Document de travail du CEPN n°2005-07. 2005.*

Gilles Carbonnier et Jacques Grinevald, «Energie et développement», *International Development Policy | Revue internationale de politique de développement*, 2 | 2011, 9-28.

Joseph Cacciari, «L'impératif de «transition énergétique» comme double peine pour un territoire de la production énergétique soumis à reconversion», *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, Volume 14 Numéro 3 | Décembre 2014, mis en ligne le 28 décembre 2014, URL: <http://journals.openedition.org/vertigo/15499>; DOI: 10.4000/vertigo.15499

Martin, Yves. «La politique énergétique : agir sur la demande d'énergie, pas seulement sur l'offre. Note en date du 23 février 2007», *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 65, no. 1, 2012, pp. 96-98

Patrice Geoffron et Sophie Méritet, «Effets internes et externes du développement des hydrocarbures non conventionnels aux États-Unis : bilan d'étape et perspectives», *Revue d'économie industrielle [En ligne]*, 148 | 4e trimestre 2014, mis en ligne le 30 décembre 2016. URL: <http://journals.openedition.org/rei/5947>; DOI: 10.4000/rei.5947



Evolution de la consommation d'énergie entre 1999 et 2025 (ktep)

Source: APRUE



Enjeux et défis du Plan Solaire Tunisien

Rafik BEZZAOUIA

Chef de département au sein du Groupe des Études Stratégiques à la Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz (STEG).

Diplômé de l'école Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Rafik Bezzaouia travaille depuis 1998 à la STEG où il a assuré, jusqu'à 2010, des tâches ayant trait à la formation professionnelle, l'ingénierie de formation ainsi qu'à la mise en place de systèmes de management de la qualité. Depuis 2010, il travaille dans la planification des systèmes énergétiques dans le domaine de l'électricité et du gaz naturel. Il a notamment mené des études de mix électriques et de rentabilité technico-économiques relatives aux options de production d'électricité. Depuis 2017, il occupe également le poste de conseiller auprès de la direction générale de la STEG.

Il préside actuellement la « Commission Planification et Études » relevant du Comité Maghrébin de l'Électricité (COMELEC) et il est membre du Groupe de travail « Etudes Économiques et Scénarios Énergétiques » de l'Association Méditerranéenne des Gestionnaires des Réseaux de Transport de l'électricité (Med-TSO).

Auteur d'une quinzaine d'articles ayant trait aux questions énergétiques et parues notamment dans la revue L'ÉNERGIE du ministère tunisien chargé de l'énergie.

■ Le contexte énergétique général

Le bilan énergétique tunisien est structurellement déficitaire. Le déficit énergétique, enregistré depuis 2001, n'a cessé de se creuser durant les dernières années, passant de 0,6 Mtep en 2010 à 3,7 Mtep en 2016. Par conséquent, le taux de dépendance énergétique s'est vu amplifié pour atteindre 40% en 2016. Les raisons principales de l'aggravation de ce déficit sont la forte croissance de la consommation d'énergie primaire d'environ 2% par an (9,0 Mtep en 2016 contre 6,5 Mtep en 2000), le déclin des ressources nationales en hydrocarbures d'environ 6% par an (5,3 Mtep en 2016 contre 7,8 Mtep en 2010), et enfin la diminution notable de la redevance perçue sur le gaz naturel algérien transitant sur le territoire tunisien (-75% entre 2010 et 2015).

Selon les récentes prospectives énergétiques, ce déficit devrait s'aggraver d'une façon drastique d'ici 2030, même pour le scénario volontariste d'efficacité énergétique qui permettrait de réaliser des économies d'énergie primaire d'environ 30% en 2030, par rapport à un scénario tendanciel.



Vue de la centrale éolienne de Haouaria (54 MW)

Droits réservés



rbezzaouia@steg.com.tn

La politique nationale du secteur de l'énergie à l'horizon 2030

Cette situation, relevant d'un modèle énergétique qui a montré ses limites, a conduit à l'organisation, en 2013-2014, d'un débat national sur l'énergie. Ce débat a mobilisé la réflexion de l'ensemble des parties prenantes (pouvoirs publics, secteur privé, société civile et experts en la matière).

Ce débat a abouti à la formalisation de la politique nationale du secteur de l'énergie à l'horizon 2030, décidée en conseil ministériel en novembre 2016. Les principaux axes de cette politique sont les suivants :

- L'intégration progressive des sources d'énergie renouvelables dans le mix électrique pour atteindre un objectif de 30% en 2030.
- Le renforcement de la maîtrise de l'énergie, avec comme objectif défini, de réduire l'intensité énergétique de 3% par an d'ici 2030.
- Le développement des échanges d'électricité via les interconnexions transfrontalières avec les pays voisins (l'Algérie et la Libye).
- Le développement du projet d'interconnexion électrique entre la Tunisie et l'Italie de 600 MW de capacité, ce qui permettrait l'accès au marché européen de l'électricité.

- La mise en place d'un réseau intelligent pour notamment maîtriser la demande en électricité du côté des usages finaux, et mieux gérer les productions décentralisées d'origine renouvelable.
- L'intensification des activités de prospection et de développement des ressources nationales en hydrocarbures.

Enjeux du Plan Solaire Tunisien

Le Plan Solaire Tunisien (PST) fixe la capacité renouvelable additionnelle d'ici 2030, pour atteindre les objectifs d'intégration des sources renouvelables en termes d'énergie produite dans le mix électrique, de 12% en 2020 et 30% en 2030 (contre 3% actuellement). Il est donc attendu d'installer une capacité renouvelable de 3500 MW d'ici 2030, soit près de 70% de la capacité globale actuelle de production d'électricité. Le tiers de cette capacité serait développé par la Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz (STEG), l'opérateur public de production, transport et distribution d'électricité. Le reste serait réalisé par le secteur privé.

Le PST contribue manifestement à la diversification du mix électrique et à la réduction du déficit énergétique. La mise en œuvre du PST permettra de réaliser d'ici 2030 un gain énergétique d'environ 14 Mtep, induisant un gain cumulé sur la facture énergétique du pays de près



Vue de la centrale hydraulique de Sidi Salem (36 MW)

Droits réservés

de 5700 MUSD et une subvention évitée cumulée sur le combustible d'environ 5100 MUSD. Sans oublier la dimension sociale du PST, qui serait à l'origine de la création d'environ 20000 emplois d'ici 2030.

Permettant une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 34 MteCO₂ d'ici 2030, le PST s'inscrit résolument dans la mise en œuvre de la Contribution Déterminée au niveau National (CDN), ciblant une réduction de l'intensité carbone de l'économie nationale de 41 % en 2030 par rapport à celle de 2010. Le PST représente à lui seul 24% de l'engagement inscrit dans la CDN tunisienne et 40% des besoins en finance climat nécessaires pour atteindre les objectifs nationaux suscités.

■ Défis techniques à relever

Face à l'intermittence des sources d'énergie renouvelables, le système électrique devra être flexible et capable d'assurer à tout instant l'équilibre nécessaire entre l'offre et la demande et ce, pour une meilleure stabilité du réseau électrique en termes de tension et de fréquence.

Trois axes fondamentaux sont nécessaires pour assurer cette flexibilité :

- S'équiper en moyens de production flexibles, ayant une capacité relativement rapide de modification du régime de charge.
- S'équiper en moyens de stockage d'électricité, surtout lorsque la charge résiduelle (charge réelle - production d'origine renouvelable) est difficilement gérable par les centrales conventionnelles, notamment en creux de charge.
- Développer les échanges d'électricité via les interconnexions transfrontalières avec l'Algérie et la Libye, ainsi que le projet d'interconnexion avec l'Italie. À ce titre, le foisonnement entre les intermittences des sources d'énergie renouvelables, conséquence des interconnexions de systèmes électriques géographiquement voisins, réduit considérablement l'incertitude globale de l'approvisionnement renouvelable.

■ Cadre réglementaire et incitatif du PST

Pour appuyer la mise en œuvre du PST, un dispositif réglementaire et institutionnel a été mis en place, dont notamment la loi (n° 2015-12 du 11 mai 2015) relative à la production d'électricité à partir des énergies renouvelables et son décret gouvernemental d'application (n° 2016-1123 du 24 août 2016) fixant les conditions et les modalités

de réalisation des projets de production et de vente d'électricité d'origine renouvelable. Il est à distinguer trois régimes de production d'électricité à partir des énergies renouvelables :

- La production pour l'autoconsommation et la vente de l'excédent à la STEG dans la limite de 30% de l'électricité produite annuellement.
- La production pour les besoins du marché local, soit dans le cadre d'autorisations dans la limite d'une puissance maximale fixée (10 MW pour le solaire et 30 MW pour l'éolien), ou bien au-delà de ce seuil, dans le cadre de concessions conformément aux principes de concurrence, d'égalité de chances et de la transparence.
- La production pour l'exportation, dont les projets sont à réaliser dans le cadre de contrats de concession tout en tenant compte des besoins nationaux en énergie renouvelable et conformément à la législation en vigueur en matière d'octroi de concessions.

En application des deux textes réglementaires précités, un premier avis (n° 01/2016), relatif aux projets de production d'électricité à partir des énergies renouvelables, a été publié en décembre 2016 et a détaillé comme suit la capacité globale, de 1000 MW, à installer durant la période 2017-2020 :

RÉGIME	SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	ÉOLIEN
Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz	300 MW	80 MW
Autoproduction (demandes spontanées)	130 MW	80 MW
Autorisations (appels à projets)	120 MW	90 MW
Concessions (appels d'offres)	100 MW	100 MW

Tableau de répartition de la capacité renouvelable additionnelle 2017-2020

Le dispositif réglementaire précité a été finalisé en février 2017, notamment par la publication des cahiers des charges relatifs aux exigences techniques de raccordement et d'évacuation de l'électricité produite à partir des installations d'énergies renouvelables raccordées sur le réseau électrique, ainsi que des contrats-types d'achat, de vente et de transport de l'électricité produite à partir des énergies renouvelables.

La première phase de l'appel à projets d'énergies renouvelables a pu donc être lancée, en mai 2017, par le ministère tunisien chargé de l'énergie, et a pour but de réaliser

une capacité renouvelable de 140 MW (70 MW pour l'éolien et 70 MW pour le photovoltaïque solaire). Cette phase a suscité l'intérêt de 69 soumissionnaires, dont les dossiers sont actuellement en cours de dépouillement.

Par ailleurs, le Fonds de Transition Énergétique, promulgué en juillet 2017, constitue un levier financier pour le développement de l'efficacité énergétique et la promotion de l'intégration des énergies renouvelables.

Accélération de la mise en œuvre du PST

Afin d'accélérer la mise en œuvre du PST et pour surmonter les difficultés d'ordre financier soulevées par plusieurs développeurs et investisseurs potentiels, une conférence nationale a été organisée en décembre 2017. Il s'agit d'une initiative gouvernementale ayant impliqué les partenaires publics et privés et visant à établir des recommandations pertinentes pour cette accélération. Des propositions d'actions sont actuellement en cours d'étude et devront être validées par la Présidence du gouvernement tunisien incessamment. Nous en citons quelques-unes :

- Revue du contrat-type de vente et d'achat de l'électricité produite à partir des énergies renouvelables, au vu des résultats du premier appel à projets relatifs au régime des autorisations.
- Augmentation des plafonds des capacités des projets d'énergies renouvelables, et ce, en anticipant la capacité planifiée pour la période 2021-2025 (1250 MW).
- Facilitation de l'accès des développeurs de projets d'énergies renouvelables aux terrains relevant du domaine de l'État tunisien.

- Établissement du cadre légal relatif à la création d'un organisme indépendant de régulation du secteur de l'électricité.

En conclusion

La transition énergétique marque ses premiers pas, certes lents, en Tunisie. Grâce à une approche participative et des consultations publiques, le cadre réglementaire devra être revu courant 2018. Le contrat-type de vente et d'achat de l'électricité produite à partir des énergies renouvelables devra être notamment revu pour assurer une meilleure bancabilité des projets et une rentabilité acceptable par les investisseurs. L'efficacité énergétique, autre composante de la transition énergétique, devra faire aussi l'objet d'une conférence nationale en avril 2018. 🌟

Bibliographie

Conjoncture énergétique / Observatoire National de l'Énergie / Éditions mensuelles.

La politique nationale du secteur de l'énergie à l'horizon 2030 / Ministère tunisien de l'énergie, des mines et des énergies renouvelables / Novembre 2016.

Note conceptuelle de la conférence nationale sur l'accélération de la mise en œuvre des projets d'énergies renouvelables / Ministère tunisien de l'énergie, des mines et des énergies renouvelables / Décembre 2017.

Remarque : Tous les textes réglementaires cités dans l'article sont disponibles sur le site web www.energymines.gov.tn.



Vue des panneaux photovoltaïques installés au siège administratif de la STEG

Projets phares d'énergies renouvelables raccordées au réseau en Afrique de l'Ouest

Centre pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO

L'Afrique composée de 1,3 milliards d'individus fait partie des continents les plus peuplés du monde. Avec une grande population jeune et urbanisée, cette partie du monde ne représente que 6 % de la consommation énergétique mondiale et 3 % des gaz à effets de serre. Confrontée à des besoins de consommation de plus en plus élevés liés à l'augmentation de la population, la CEDEAO (Communauté Économique des États d'Afrique de l'Ouest) a adopté en 2013 la PERC (Politique Régionale d'Énergies Renouvelables) afin de pouvoir répondre à la demande d'énergie des populations à partir du développement des EnR (Énergies renouvelables).

Avec l'adoption de cette nouvelle politique, l'objectif de la CEDEAO est de pouvoir augmenter la capacité de production des EnR raccordées au réseau avec un objectif de 35 % de la fourniture d'énergie. Pour atteindre ce résultat, la CEDEAO entend mettre l'accent sur quatre sources d'énergies vertes : le photovoltaïque, l'éolien, la biomasse et l'hydroélectricité. Pour accélérer le développement des EnR, la CEDEAO, travers son Centre pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO (CERECEC), s'est associée à la GIZ, l'agence de développement international allemande pour documenter et transmettre les expériences acquises sur les différents projets.

Dans ces différents domaines, près de quatre plusieurs projets ont fait figure de pionniers dans le domaine du solaire et de l'éolien, notamment : les projets solaires de Santiago et Sal au Cap Vert, le projet de Navrongo au Ghana et de Bohkol au Sénégal et les projets éoliens sur les îles de Santiago, Sal, Saô Vicente et Boa Vista du Cap Vert, décrits dans la nouvelle fiche PRISME, numéro 12, de la thématique « Les énergies renouvelables ». La mise en place de ces projets phares pionniers dans leur domaine a permis d'établir plusieurs bilans : le Cap Vert a servi de matrice à l'expérimentation de deux projets concrets dans les EnR : le photovoltaïque avec la création d'une centrale solaire et un projet

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES | FICHE N° 12

Projets phares d'énergies renouvelables raccordés au réseau en Afrique de l'Ouest



Introduction

La Communauté économique des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) a adopté en 2013 la Politique régionale d'énergies renouvelables (PERC) dans le souci d'accroître la fourniture de services énergétiques à base d'énergies renouvelables (ER) à toute sa population. Un des principaux objectifs de la PERC est d'augmenter la part de la capacité installée des ER raccordées au réseau, toutes formes confondues, jusqu'à 35 % du bouquet énergétique en 2020 et 48 % en 2030. Quant à la part de la capacité installée des ER raccordées au réseau excluant la moyenne et grande hydroélectricité (supérieure ou égale à 30 MW), elle devra passer de 0 % en 2010 à 10 % en 2020 et 19 % en 2030. L'atteinte de ces objectifs implique la mise en service d'un bouquet de centrales comprenant la production éolienne, le solaire photovoltaïque (PV), la biomasse et la petite hydroélectricité, représentant 2425 MW en 2020 et 2606 MW en 2030.

La capacité installée des ER raccordées au réseau de la CEDEAO, excluant la moyenne et grande hydroélectricité, comprenait, au début de 2018, 225 MW de petite hydroélectricité, 27 MW d'énergie éolienne, 183 MW de solaire PV et 15 MW de biomasse.

Dans l'objectif d'accélérer le développement du marché, le Centre pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO (CERECEC), en coopération avec la coopération allemande (GIZ), a lancé une initiative pour documenter et diffuser les expériences des premiers projets d'ER raccordés au réseau dans la région. Ces projets phares offrent des leçons apprises fortement utiles pour toutes les parties prenantes, telles que les promoteurs publics et privés de projets similaires, les décideurs, les régulateurs et les acquéreurs d'énergie électrique.

Cette fiche décrit quatre projets pionniers dans leur pays respectif et dans toute la sous-région (tableau 1).



Centrale solaire de Navrongo (Ghana).

INSTITUT DE LA FRANCOPHONIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE
IFDD

ORGANISATION INTERNATIONALE DE
la francophonie

Fiche PRISME accessible à l'adresse suivante :

<http://www.ifdd.francophonie.org/ressources/ressources-pub.php?id=2>


de parcs éoliens. Le financement par crédit concessionnel, à des taux inférieurs au prix du marché, a permis de réduire le coût de fabrication des énergies et le suivi des projets par l'agence de coopération allemande de transmettre l'expérience acquise pour avancer plus vite sur les nouvelles installations.

Dans chaque cas, la mise en place d'un nouveau projet d'EnR a permis de répondre à l'écart croissant naissant entre l'offre et la demande d'énergie disponible. Que ce soit à Navrongo au Ghana ou à Bohkol au Sénégal, la réussite de ces projets phares a incité à la mise en place de nouvelles installations pour stimuler l'offre énergétique. À

Navrongo, le premier projet solaire devrait servir de phase pilote pour l'établissement de deux nouvelles centrales solaires dans le Nord du pays et même d'incitation de développement de plus grands projets à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest. À Bohkol, l'expérience du projet phare a incité au développement de quatre nouveaux projets solaires par des producteurs indépendants permettant d'atteindre l'objectif de production de 20 % d'énergie renouvelable. Au Cap Vert, si les rendements ont été plus limités en raison de l'encrassement progressif des panneaux solaires, l'exemple de la centrale solaire de Santiago a permis de démontrer la capacité de cette EnR à s'intégrer dans un réseau de petite taille sans conséquence néfaste pour la gestion du réseau.

L'exemple du photovoltaïque apporte un bilan positif pour la CEDEAO car même avec un investissement élevé, la mise en place se fait rapidement (environ 12 mois) pour des bénéfices rapides au niveau socio-économique et environnemental. La réussite du photovoltaïque en Afrique de l'Ouest pourrait inspirer l'Afrique subsaharienne.

Concernant l'éolien, le cas de Cabéolica au Cap Vert constitue le premier projet de grande capacité en Afrique de l'Ouest. Il prouve que des projets d'EnR peuvent également s'intégrer dans des cas d'insularité au sein des îles constituant le Cap Vert et être synonyme de productivité. Composé de plusieurs parcs éoliens répartis sur quatre des neuf îles du Cap Vert, ces champs éoliens réunis atteignent la capacité d'une centrale électrique. Ce projet bien abouti aujourd'hui a permis un bond de 21,4 % des EnR dans la fourniture d'énergie.

De même que le solaire, le modèle des fermes éoliennes montre que ce projet pourrait s'implanter facilement et rapidement dans des pays dépassés par la demande énergétique. L'implantation de l'éolien peut se faire à grande échelle sans danger pour le réseau électrique. Tout comme le photovoltaïque, la réussite de l'éolien à travers l'exemple de Cabéolica pourrait inciter un nombre important de pays d'Afrique à accroître le développement des EnR alors que de nombreux pays considéraient une production à plus de 5 % comme un risque technologique pour le raccordement au réseau. 

Ouvrages récents sur la transition

- Barrett Scott, et Carraro Carlo, Vers une politique climat réaliste et efficace, Ed Economica, 2015
- Berhault Gilles et Dartiguepeyrou Carine, Nouveaux mythes, nouveaux imaginaires pour le monde durable, Ed Les petits matins, 2015
- Bourg Dominique et Méda Dominique, L'âge de la transition : en route pour la reconversion écologique, Ed Les petits matins Institut Veblen, 2016
- Boussichas Mathieu et Patrick Guillaumont, Financer le développement durable, réduire les vulnérabilités, Ed Economica, 2015
- Bürgenmeier Beat, Finance verte, marketing ou révolution?, Ed Presses polytechniques et universitaires romandes, 2015
- Chevalier Jean-Marie et Geoffron Patrice, Les nouvelles guerres de l'énergie, Ed Eyrolles, 2017
- Chevalier Jean-Marie et Geoffron Patrice, Transition énergétique, les vrais choix, Ed Odile Jacob, 2013
- Dartiguepeyrou Carine, Le futur est déjà là, Ed Le Bord de l'eau, 2017
- Denis Bayon et Fabrice Flipo, La décroissance 10 questions pour comprendre et débattre, Ed La Découverte, 2010
- Dessus Benjamin, Energie un défi planétaire, Débats Belin, 1998
- Gadrey Jean et Lalucq Aurore, Faut-il donner un prix à la nature? Ed les petits matins, Institut Veblen, 2015
- Gallé Jennifer., Criqui Patrick, Damian Michel, Energies, climat, sociétés : 40 textes pour une transition décisive : ebook. The conversation, décembre 2017 @ <https://theconversation.com/energies-climat-societes-40-testes-pour-une-transition-decisive-88960>
- Giraud Pierre-Noël, L'Homme inutile, du bon usage de l'économie, Ed Odile Jacob, 2016
- Grandjean Alain et Martini Mireille, Financer la transition énergétique, Ed de L'Atelier, 2016
- Hourcade Jean-Charles et Combet Emmanuel, Fiscalité carbone et finance climat, Un contrat social pour notre temps, Ed Les petits matins, Institut Veblen pour les réformes économiques, 2017
- IFDD, La transition énergétique Connaître et partager pour agir. Point de repère, 25 Organisation Internationale de la francophonie, 2016
- Jouzel Jean et Larrouturou Pierre, Pour le chaos climatique et financier, une solution scandaleusement simple Ed Odile Jacob, 2017
- Laponche Bernard et Colombier Michel, L'efficacité énergétique pour un monde vivable, Ed. ICE 1997
- Lévêque François, Les habits neufs de la concurrence, Ed Odile Jacob, 2017 Maestroni Myriam et Chevalier Jean-Marie, Comprendre le nouveau monde de l'énergie : le livre de la transition énergétique, Ed MAXIMA éditeur, 2013
- Méda Dominique, La mystique de la croissance, comment s'en libérer, Ed Flammarion, 2013
- Missemer Antoine, Les économistes et la fin des énergies fossiles, Ed Classiques GARNIER, 2017
- Mistral Jacques, Le climat va-t-il changer le capitalisme?, Les grandes mutations du XXI^e, Ed EYROLLES, 2015
- Mitchell Timothy, Carbon democracy, Le pouvoir politique de l'ère du pétrole, Ed la Découverte, 2013
- Mongeau Serge, Objecteurs de croissance, pour sortir de l'impasse de la décroissance, Ed écosociété Montréal, 2007
- Pape François, Encyclique sur l'écologie, Loué sois-tu, Ed Editions Emmanuel Quasar, 2015
- Percebois Jacques et Hansen Jean-Pierre, Transition(s) électrique(s), Ce que l'Europe et les marchés n'ont pas su vous dire, Ed Odile Jacob, 2017
- Piketty Thomas, L'économie des inégalités, Ed La Découverte, 2013 Radanne Pierre, Energie de ton siècle! des crises à la mutation, Ed Lignes de repères, 2005
- Rosanvallon, La crise de l'Etat-providence, Ed Points, 1992
- Stiglitz Joseph E, La grande fracture, les sociétés inégalitaires et ce que nous pouvons faire pour les changer, Ed LLL, les Liens qui Libèrent, 2015



INSTITUT DE LA FRANCOPHONIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE (IFDD)
56, RUE SAINT-PIERRE, 3^e ÉTAGE, QUÉBEC (QUÉBEC) G1K 4A1 CANADA
L'IFDD est un organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie.