

Les Énergies Renouvelables en Afrique de l'Ouest

ÉTAT, EXPÉRIENCES ET TENDANCES



Réalisation :



Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique
Centro Regional para Energías Renovables e Eficiencia Energética
www.rcreee.org

itc
INSTITUTE TECHNOLOGIES
DE CANARIAS

**Gobierno
de Canarias**


CASA ÁFRICA



Les Énergies Renouvelables en Afrique de l'Ouest

ÉTAT, EXPÉRIENCES ET TENDANCES



Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique
Centre Regional para Energías Renovables e Eficiencia Energética
www.rcreee.org

itc INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CANARIAS


CASA ÁFRICA

Elaboré par:



Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique
Centre Regional para Energías Renovables e Eficiencia Energética
www.cerrec.org



Co-financé par:



COORDONNÉ PAR : DAVID VILAR FERRENBACH
ÉDITION TECHNIQUE ET RÉVISION : DAVID VILAR FERRENBACH, NAZIHA MAHMUD HAGE ALI, YURENA OJEDA RODRÍGUEZ, PENÉLOPE RAMÍREZ GONZÁLEZ, TOMÁS CAMBRELENG LUNDAGER, DUNIA MENTADO RODRÍGUEZ ET ICO SÁNCHEZ-PINTO GONZÁLEZ

ÉDITEURS :
CENTRE POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE LA CEDEAO (CEREEC)
DÉPARTEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES, INSTITUT TECHNOLOGIQUE DES CANARIES (ITC)
DÉPARTEMENT ÉCONOMIE ET ENTREPRISE, CASA ÁFRICA
CE LIVRE DOIT ÊTRE CITÉ COMME SUIT : VILAR (ED.) (2012) "LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE DE L'OUEST. ÉTAT, EXPÉRIENCES ET TENDANCES"

ÉQUIPE DE TRADUCTION : AGNÈS LOUART (COORDINATRICE), JORGE BARRIUOSO, IAN THORPE, M^e JESÚS DÍAZ LÓPEZ DE VERGARA, EULOGIO BARRIO, LUISA PENA MONTERO, EVA MIRIAM SAMPAIO DE ANDRADE, MARÍA TERESA AMARAL, LAURA SANCHO ANDRÉS, MARÍA MAGDALENA FERNÁNDEZ PÉREZ

ÉDITEUR : CENTRE POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE LA CEDEAO (CEREEC)

INSTITUT TECHNOLOGIQUE DES CANARIES (ITC)
CASA ÁFRICA

© AUTEURS, 2012

© CASA ÁFRICA, 2012

ÉNERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE DE L'OUEST : LE STATUT, LES EXPÉRIENCES ET LES TENDANCES

NIPO: 502-12-032-1
ISBN: 978-84-8198-881-9
DÉPÔSITO LEGAL: M-26.562-2103

CE LIVRE A ÉTÉ ÉDITÉ POUR ÊTRE DISTRIBUÉ. LES ÉDITEURS SOUHAITENT QU'IL SOIT UTILISÉ LE PLUS LARGEMENT POSSIBLE, QUE DES ORIGINAUX SOIENT ACQUIS POUR PERMETTRE DE NOUVELLES ÉDITIONS ET QUE, SI DES PARTIES SONT REPRODUITES, LE TITRE ET LES AUTEURS SOIENT MENTIONNÉS.

LES OPINIONS PRÉSENTÉES DANS LES ARTICLES DE CE LIVRE APPARTIENNENT INTÉGRALEMENT À LEUR(S) AUTEUR(S) ET NE REPRÉSENTENT PAS, FORCÉMENT, LE POINT DE VUE DES ENTITÉS QUI ONT ÉDITÉ ET SOUTENU LA PUBLICATION. CES DERNIÈRES NE GARANTISSENT PAS L'EXACTITUDE DES DONNÉES INCLUSES ET DÉCLINENT TOUTE RESPONSABILITÉ QUANT AUX CONSÉQUENCES DE LEUR UTILISATION.

CETTE PUBLICATION A ÉTÉ RÉALISÉE AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE L'UNION EUROPÉENNE. SON CONTENU RELÈVE DE LA SEULE RESPONSABILITÉ DE L'AUTEUR ET NE PEUT EN AUCUN CAS ÊTRE CONSIDÉRÉ COMME REFLÉTANT LES POINTS DE VUE DE L'UNION EUROPÉENNE OU DES PARTENAIRES DU PROJET (OIM ET FIAAPP).

INDEX

REMERCIEMENTS 9

PRÉFACES ET INTRODUCTION 11

PRÉSENTATION DU CENTRE RÉGIONAL DE LA CEDEAO
POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE (CEREEC)

Mahama Kappiah 13

L'ESPAGNE ET LE CEREEC – L'ENJEU DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES ET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE
EN AFRIQUE OCCIDENTALE

Juan López-Dóriga 16

PUBLICATION "LES ÉNERGIES RENOUVEALBLES DANS
LA CEDEAO: STATUS, EXPÉRIENCES ET TENDANCES"

Santiago Martínez-Caro 19

INSTITUT TECHNOLOGIQUE DES CANARIES (ITC),
ET LA RECHERCHE DE SOLUTIONS PROPRES ET EFFICACES
POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE DES SECTEURS
DE L'ÉNERGIE ET DE L'EAU DANS LA CEDEAO

Gonzalo Piernavieja Izquierdo 21

MIEUX ENSEMBLE

Ambassador Brigitte Öppinger-Walchshofer 27

**CHANGEMENT CLIMATIQUE DE L'ORGANISATION DES NATIONS
UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL**

Pradeep Monga 29

INTRODUCTION

David Vilar Ferrenbach 31

**PREMIÈRE PARTIE. PERSPECTIVES MONDIALES
ET CADRE RÉGLEMENTAIRE POUR LES ÉNERGIES
RENOUVELABLES 35**

ÉNERGIES RENOUVELABLES – CONTEXTE INTERNATIONAL

Janet Sawin, Rana Adib, Kanika Chawla 37

**LES SCÉNARIOS D'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE
DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO**

Dolf Gielen, Asami Miketa, Bruno Merven 51

**CADRE RÉGLEMENTAIRE ET MESURES INCITATIVES À L'ÉGARD
DES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

Sofía Martínez 65

**POLITIQUE EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES
DE LA CEDEAO (PERC)**

Hyacinth Elayo, Mahama Kappiah, David Vilar,
Martin Lugmayr 82

**INTÉGRATION DE LA QUESTION DU GENRE AUX POLITIQUES
EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES**

Rose Mensah-Kutin 113

**POLITIQUE ET CADRE RÉGLEMENTAIRE POUR
LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES
AU SÉNÉGAL**

Ismaïla Lo 127

LA PLACE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES
CONCESSIONS D'ÉLECTRIFICATION RURALE AU SÉNÉGAL
Cheickh Wade 140

ÉNERGIES RENOUVELABLES EXPÉRIENCES ET TENDANCES DE
DÉVELOPPEMENT EN MAURITANIE...
A. K. Mahmoud, A. Mohamed Yahya, A. Maouloud 152

LE SOUTIEN DE LA COOPÉRATION ESPAGNOLE AUX ÉNERGIES
RENOUVELABLES EN AFRIQUE OCCIDENTALE
Maite Martín Crespo, Sergio Colina Martín 163

DEUXIÈME PARTIE. TECHNOLOGIES DES ENERGIES
RENOUVELABLES ET POTENTIELS EN AFRIQUE
DE L'OUEST 173

APERÇU ET TENDANCES DE L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
(PV) ET DE L'ÉNERGIE SOLAIRE À CONCENTRATION (CSP)
José Herrero, Félix M. Téllez 175

CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT À L'ÉNERGIE SOLAIRE –
APERÇU GÉNÉRAL ET TENDANCES
Werner Weiss 189

MICRO-RÉSEAUX ET ÉNERGIES RENOUVELABLES
Daniel Henríquez-Álamo 199

POTENTIEL BIOÉNERGÉTIQUE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST
Bah F. M. Saho 212

POTENTIEL ET PERSPECTIVES DE LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ
DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO
Mr. Mahama Kappiah, Mr. Martin Lugmayr 218

LE PROGRAMME DE LA CEDEAO SUR LA PETITE
HYDROÉLECTRICITÉ (SSHP) (2013 – 2018)
Mr. Mahama Kappiah, Mr. Martin Lugmayr 242

PROJET ÉOLIEN DE SANTO ANTÃO – LE PREMIER IPP AU CAP VERT
Daniel Graça 248

LE PROJET CABEÓLICA
Ana Monteiro 258

PARC EOLIEN DE LA REGION DE SAINT LOUIS : DU VIRTUEL AU RÉEL ?
Mouhamadou Lamine Ndiaye 268

HISTOIRES DE DÉVELOPPEMENT: MINI-RÉSEAU AU SÉNÉGAL GRÂCE
À L'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE (PV) ET AU PROJET MACSEN-PV
Mónica Alonso López 282

TROISIÈME PARTIE. MARCHÉS, LES ENTREPRISES
ET MÉCANISMES DE FINANCEMENT DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES 295

LES MARCHÉS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES POUR
L'ÉLECTRIFICATION RURALE
Simon Rolland 297

LE FINANCEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA
COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE DES ÉTATS D'AFRIQUE DE L'OUEST:
UN APERÇU DE LA SITUATION ET DES DÉFIS ACTUELS
Punjanit Leagnavar 311

POSSIBILITÉS DE FINANCEMENT DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES EN AFRIQUE
Banque Africaine de Développement 320

LES MODÈLES D'ENTREPRISE INCLUSIVE : UNE OPPORTUNITÉ
D'ACCÉLÉRER LA TRANSITION VERS L'ÉNERGIE DURABLE POUR
TOUS EN AFRIQUE DE L'OUEST ?
Willem Adrianus Bron 339

INITIATIVES DE PROMOTION DE L'INVESTISSEMENT DU CEREEC
(EREF, EREI)
David Vilar, Martin Lugmayr, Aminata Fall, Mahama Kappiah 353

REMERCIEMENTS

Le Centre pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO (CERECEC), l'Institut technologique des Îles Canaries (ITC) et Casa África souhaitent remercier toutes les personnes et institutions qui ont contribué à l'élaboration des articles. Sans leur contribution désintéressée, la présente publication n'aurait jamais pu voir le jour.

Nous souhaitons également remercier les organismes qui ont apporté leur soutien financier à cette publication : l'Agence espagnole de coopération internationale pour le développement (AECID), le projet RENOW (MAC/3/G182) à travers le Programme de coopération transnationale Madeira-Açores-Canaries 2007-2013 (PCT-MAC) et le Fonds européen de développement régional (FEDER), pour avoir accepté de soutenir cette initiative.

PRÉFACES ET INTRODUCTION

PRÉSENTATION DU CENTRE RÉGIONAL DE LA CEDEAO POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (CEREEC)

MAHAMA KAPPIAH
DIRECTEUR EXÉCUTIF DU CEREEC

À l'heure où nous évoluons vers un avenir énergétique propre et durable, je suis heureux de vous présenter cette publication conjointe, *Les énergies renouvelables dans la CEDEAO: situation, expériences et tendances*. Celle-ci offre un aperçu de la situation et des tendances actuelles du secteur des énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest, analysées d'un point de vue global. Ce livre vise également à contribuer à l'initiative *Énergie durable pour tous* des Nations unies (SE4ALL).

La région de la CEDEAO possède d'abondantes ressources énergétiques renouvelables et les technologies qui, dans certaines circonstances, permettraient d'atteindre la parité réseau. La région de la CEDEAO se tient donc aujourd'hui à l'aube d'un nouvel approvisionnement régional, qui privilégie les options fondées sur les énergies renouvelables. Avec la création du CEREEC, les États membres de la CEDEAO ont fait preuve de leur volonté d'améliorer l'accès à des services énergétiques modernes, fiables et abordables, afin d'atteindre la sécurité énergétique et de réduire les émissions de gaz à effet de serre tout comme les effets du changement climatique sur leurs systèmes énergétiques. Le CEREEC constitue une réponse régionale mûrement réfléchie aux déclarations internationales, aux initiatives mondiales sur le changement climatique et aux besoins spécifiques des États membres de la CEDEAO, tels que formulés dans les politiques nationales et régionales.

Depuis sa création en juillet 2010, le CEREEC est reconnu à l'échelle internationale comme la seule agence de promotion des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Afrique subsaharienne. Le centre continue d'agir à titre de catalyseur pour faciliter l'accès à l'énergie, mettre en place des conditions générales favorables à la création des marchés des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, et ce, en soutenant des activités destinées à renverser les barrières existantes. Ces activités concernent un large éventail de domaines: l'élaboration de politiques, le renforcement des capacités, l'évaluation des ressources, la gestion des connaissances et la promotion de l'investissement.

L'adoption des politiques régionales en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique par les ministres de l'Énergie de la CEDEAO en octobre 2012 constitue l'une de ses avancées majeures. Ces politiques régionales contribueront à orienter les efforts de la région vers l'utilisation de technologies et de ressources énergétiques durables en vue, notamment, d'atteindre l'accès universel à l'énergie. Ce qui signifie que la CEDEAO est en passe de devenir la deuxième organisation régionale, après l'Union européenne, à adopter des politiques régionales en matière d'énergie verte. Les objectifs de ces politiques décisives sont rentables, réalisables et tout à fait conformes aux conclusions des initiatives *Global Energy Assessment* et *SE4ALL*, présentées par le Secrétaire général de l'ONU à l'occasion de la conférence Rio+20.

Parmi les autres grandes avancées réalisées figurent également: l'approbation de 41 projets, d'un montant total de 2 millions d'euros, sélectionnés dans le cadre du premier appel à propositions lancé par la Facilité pour les énergies renouvelables de la CEDEAO (EREF); la création de l'Observatoire virtuel pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (ECOWREX), qui fournit des investissements ciblés et des informations commerciales aux secteurs public et privé; le lancement de l'initiative de la CEDEAO pour la promotion de l'investissement dans le domaine des énergies renouvelables (EREI), qui soutient le développement d'une réserve de projets d'énergies renouvelables à grande et moyenne échelle; et le programme de

renforcement des capacités en matière d'énergies renouvelables de la CEDEAO, pour n'en citer que quelques-unes.

Cette publication, éditée conjointement par le CEREEC, Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) et Casa Africa, illustre bien la manière dont la collaboration internationale et institutionnelle vise à fournir des informations pertinentes sur la situation des énergies renouvelables dans la région d'Afrique de l'Ouest. Ce livre tente de saisir et de présenter les tendances actuelles de la région en matière d'énergies renouvelables, tout en appelant à un débat plus large sur cette question au niveau mondial et international. Nous espérons que cette publication saura parfaire la connaissance et la compréhension des lecteurs en ce qui concerne les cadres politiques régionaux et nationaux, l'état des techniques d'exploitation des énergies renouvelables, les projets en cours, les futures tendances et la manière de mobiliser efficacement les investissements requis pour le développement des infrastructures d'énergies renouvelables. En somme, nous souhaitons que ce livre puisse faciliter le déroulement du processus actuel dont la volonté est d'accroître l'accès aux services énergétiques durables, lequel s'avère indispensable à la réalisation des objectifs de développement de la région CEDEAO.

Je voudrais profiter de l'occasion pour exprimer mes sincères remerciements à nos partenaires stratégiques: l'Autriche (ADA), l'Espagne (AECID), l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel (ONUUDI), l'Union Européenne (UE), l'*United States Agency for International Development* (l'agence américaine pour le développement international, USAID) ainsi que tous nos partenaires de développement pour leur soutien constant et leur collaboration permanente.

En espérant que cette publication puisse être utile et instructive, et susciter l'intérêt à l'égard de la région de la CEDEAO.

Merci.

PROLOGUE

L'ESPAGNE ET LE CERECC – L'ENJEU DES ENERGIES RENOUVELABLES ET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE EN AFRIQUE OCCIDENTALE

JUAN LÓPEZ-DÓRIGA
DIRECTEUR DE L'AGENCE DE COOPÉRATION
INTERNATIONALE POUR LE DÉVELOPPEMENT (AECID)

Depuis des années, l'Espagne possède une relation privilégiée avec la Communauté économique des États de l'Afrique occidentale. Pour l'Espagne, l'Afrique occidentale a été et continuera d'être, une région prioritaire, aussi bien sur le plan bilatéral que dans une perspective régionale.

Dans ce contexte, les énergies renouvelables sont une pièce clé pour établir un modèle efficace, équitable et durable de développement énergétique dans la région. Afin d'aborder ce défi décisif, la mise en marche et la consolidation du (Centre de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique) (CERECC) a joué un rôle décisif. L'objectif principal de ce centre, dans une perspective régionale, est d'apporter des solutions aux nécessités des 15 pays membres de la CEDEAO en matière de développement et d'implémentation d'énergies renouvelables, d'efficacité énergétique et de changement climatique. Ce centre, c'est vu reconforté par sa nomination de représentant de l'Initiative Accès à l'Énergie Durable pour Tous (SE4ALL en anglais) pour l'Afrique de l'Ouest. C'est une reconnaissance au plus haut niveau pour tout le travail entrepris jusqu'à présent.

L'Espagne, principal associé technique et financier du Centre et membre de son conseil d'administration, a suivi très activement la trajectoire du CERECC pratiquement depuis ses débuts. Pour

cela, elle est tout à fait certaine qu'il jouera un rôle crucial dans les prochaines années dans l'introduction des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique au cœur des agences nationales des États Membres de la CEDEAO et dans l'agenda international de développement de la région.

C'est une grande satisfaction pour l'AECID que l'implication et l'appui de la coopération espagnole aient apporté des résultats décisifs pour la constitution, la mise en marche et le renforcement du CEREEC: L'Espagne est le pays donateur le plus important du Centre, en apportant à son budget 7 millions d'euros entre 2010-2014. Cette implication de l'Espagne se doit à la convergence de différentes priorités fondamentales pour la coopération espagnole: l'appui au développement durable et soutenu de l'Afrique sub-saharienne, et particulièrement dans la région occidentale mais aussi la conviction que ce développement doit être mené par les africains et leurs institutions. Cette conviction est renforcée par la reconnaissance de l'importance des initiatives d'intégration régionale comme moteurs de développement et catalyseurs du changement.

De plus, bien que le secteur énergétique ait connu un développement considérable ces dernières années, la contribution de la coopération espagnole dans le secteur des énergies renouvelables ne se limite pas aux seuls apports financiers réalisés. L'Espagne est reconnue mondialement comme l'un des pays leader dans le domaine des énergies renouvelables. C'est pour cette raison qu'elle s'est impliquée depuis le début en facilitant les connaissances spécialisées et en favorisant l'échange d'information et de pratiques exemplaires dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Ont joué un rôle fondamental les institutions de prestige comme l'*Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)* (Institut pour la diversification et l'économie d'énergie (IDAE), le *Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)* (Centre de recherches énergétiques, environnementales et technologiques (CIEMAT), le *Centro Nacional de Energías Renovables (CENER)* (Centre National des Énergies Renouvelables/durables (CENER), la *Fundación Centro de Educación a Distancia para el Desarrollo Económico y*

Tecnológico (CEDDET) (Fondation Centre d'Éducation à Distance pour le Développement Économique et Technologique (CEDDET), le Conseil Supérieur de Recherches Scientifiques (CSIC) de même que nos meilleures universités.

Enfin, le pari de la coopération espagnole dans la région se base solidement sur l'appui de l'Espagne pour un modèle de développement énergétique dans lequel les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique jouent un rôle fondamental dans l'éradication de la pauvreté et la lutte contre les effets du changement climatique. La population peut alors plus facilement accéder à des systèmes d'énergie modernes, fiables, propres, efficaces et économiquement viables, qui permettront d'atteindre la sécurité énergétique, contribuant ainsi de manière décisive à un développement social et économique durable afin d'atteindre les Objectifs du millénaire pour le développement.

PROLOGUE

PUBLICATION “LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA CEDEAO: STATUS, EXPÉRIENCES ET TENDANCES”

SANTIAGO MARTÍNEZ-CARO
DIRECTEUR GÉNÉRAL DE CASA ÁFRICA

Cette publication présente plusieurs éléments essentiels de la mission de Casa África dans le domaine de la diplomatie publique et économique de l'Espagne envers le continent africain.

Premièrement, cette publication est le fruit d'une riche collaboration entre les entités publiques, qui, à partir de leurs domaines respectifs, travaillent pour atteindre des objectifs similaires. C'est une satisfaction également pour Casa África de mettre en œuvre un projet conjointement avec des institutions amies. Non seulement amies, mais aussi des institutions illustrées dans leurs domaines de travail respectifs: le Centre régional de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (CERECEC) et l'Institut technologique des Canaries (ITC). Cette collaboration n'aurait pu être possible sans l'appui de l'Agence espagnole internationale de coopération internationale (AECID), l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) et l'Agence autrichienne de développement (ADA).

L'Afrique occidentale, protagoniste de cette publication thématique, est une région voisine de l'Espagne et une de ses priorités dans sa politique extérieure africaine. Notre pays maintient une étroite relation avec la Communauté économique des États de l'Afrique occidentale (CEDEAO), une institution interrégionale. En sont membres quelques puissances émergentes du continent,

comme le Ghana ou le Nigéria. De plus, durant ces dernières années, la CEDEAO a parié fermement sur des politiques de développement régionales pour des énergies propres et une efficacité énergétique, en s'appuyant sur l'implication inconditionnelle de l'Espagne, à travers de l'AECID.

L'Espagne, de son côté, a su construire et consolider une importante industrie autour des énergies renouvelables aussi bien au niveau national qu'international. Ce secteur, hautement spécialisé, exporte déjà sa technologie et ses investissements vers le continent voisin, comme le montre, par exemple, la présence de plus en plus visible des entreprises espagnoles dans le secteur en Afrique du sud, où 1000 MW des 2459 MW portent la marque espagnole. De telles nouvelles aident, sans aucun doute à renforcer le label espagnol et démontrent que l'Afrique a beaucoup de choses à démontrer, que nous pouvons être de grands exportateurs de connaissances et de savoir-faire.

Les objectifs communs de l'Espagne et de la CEDEAO convergent vers ce secteur au grand potentiel pour apporter, en plus de la collaboration institutionnelle, la participation du secteur privé, en transférant les capacités industrielles de notre pays et les capacités créatrices de richesses et d'emplois aussi bien en Afrique qu'en Espagne.

En publiant cet ouvrage, nous remplissons pleinement un des autres objectifs stratégiques de Casa África: diffuser et sensibiliser la société sur la réalité des pays africains et les grandes opportunités qu'ils offrent.

Quelque soit l'exemple de développement économique et social, il doit s'appuyer sur l'information élaborée à partir des meilleures sources, des plus rigoureuses et des plus proches du terrain. En Afrique, il s'agit des propres habitants, les africains et des institutions internationales spécialisées. Nous espérons que cet ouvrage soit un exemple de tout cela et qu'il offrira aux lecteurs une meilleure connaissance du présent et du futur du secteur des énergies renouvelables dans la CEDEAO.

PROLOGUE

**INSTITUT TECHNOLOGIQUE DES CANARIES (ITC), ET
LA RECHERCHE DE SOLUTIONS PROPRES ET EFFICACES
POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE DES SECTEURS
DE L'ÉNERGIE ET DE L'EAU DANS LA CEDEAO**

**GONZALO PIERNAVIEJA IZQUIERDO
DIRECTEUR DE R&D
INSTITUT TECHNOLOGIQUE DES CANARIES – ITC**

1. CANARIES: FOYER DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE VERS L'AFRIQUE

L'important développement économique qu'ont connu les Îles Canaries durant les 20 dernières années a également entraîné un important développement technologique dans des secteurs émergents. Parmi ces nouveaux secteurs technologiques, se détachent ceux qui, de par les particularités de l'Archipel canarien, peuvent apporter une valeur ajoutée en comparaison avec d'autres territoires dans le monde. Parmi ces particularités, en plus de l'insularité, on compte une grande biodiversité existante (génératrice d'un secteur plein de promesses comme la biotechnologie), un manque de ressources hydriques (ce qui a conduit les canariens à devenir pionniers dans différents systèmes de production et de traitement des eaux, comme le dessalement de l'eau de mer) ou encore une abondance de ressources énergétiques endogènes renouvelables (qui permet l'implantation de projets innovateurs, y compris à l'échelle mondiale, en lien avec l'exploitation des énergies renouvelables).

Aux Îles Canaries, nous percevons notre Archipel comme un *Laboratoire naturel de technologies énergétiques innovatrices et durables*, une perception qui s'avère être une réalité grâce à la mise en

œuvre de divers projets uniques dans les domaines de l'énergie et de l'eau (par exemple le projet d'autosuffisance énergétique de l'île d'El Hierro qui utilise uniquement les énergies renouvelables, ou encore différentes initiatives de systèmes de dessalement de l'eau uniquement activés par les énergies renouvelables).

L'insularité apporte aux Canaries beaucoup d'avantages par rapport à de nombreuses régions africaines voisines (en particulier les régions rurales ou les régions isolées) qui présentent d'importantes déficiences en matière d'approvisionnement de biens de base fondamentaux, par exemple l'accès à l'énergie et à l'eau potable. Si en plus de ce facteur, on prend en compte sa position géostratégique et sa condition de région ultrapériphérique de l'Union européenne, ce que l'on a exposé un peu plus haut prend une nouvelle dimension: Le laboratoire de nouvelles technologies énergétiques se transforme également en une véritable vitrine pour ces nouvelles technologies, ayant une répercussion quasi automatique dans les pays africains voisins qui contribuera de cette manière à un développement socio-économique durable basé sur deux secteurs clé, comme l'énergie et l'eau. L'Institut technologique des Canaries (ITC) qui travaille conjointement avec d'autres institutions régionales et nationales ainsi qu'avec des entreprises dans des projets de coopération est, pratiquement depuis sa constitution, un des moteurs de cette philosophie de transfert technologique vers l'Afrique occidentale.

2. L'ITC: 15 ANS D'EXPÉRIENCE EN MATIÈRE DE PROJETS DE COOPÉRATION AVEC L'AFRIQUE OCCIDENTALE

L'ITC est un centre de technologies du *Gobierno de Canarias* (Gouvernement des Iles Canaries), spécialisé en énergies renouvelables, technologies de l'eau et autres secteurs émergents, comme la biotechnologie, les technologies de l'information ou encore la technologie médicale, qui fête ses 20 ans d'existence. Dès 1997, les premiers projets de coopération avec des pays africains ont vu le jour et se sont développés avec l'aide de l'AECID et du

Gobierno de Canarias. À partir de ce moment, l'ITC a mené à bien de nombreuses initiatives, fondamentalement en relation avec le développement de systèmes et solutions durables en matière d'approvisionnement d'énergie et d'eau dans les zones rurales en faisant usage des énergies renouvelables. Plus concrètement, l'ITC a électrifié plusieurs communautés isolées en utilisant l'énergie solaire et éolienne, elle a alimenté en eau potable des noyaux de population en mettant sur pied des usines de dessalement autonomes (également alimentées par les énergies renouvelables ou par technologie propre). Elle a aussi développé différentes actions de sensibilisation et formation technique (destinées aussi bien à la population bénéficiaire des projets comme aux techniciens et responsables publics de la contrepartie locale) et elle a conseillé les différentes administrations publiques des régions et pays voisins en matière de planification hydraulique et énergétique durable.

Ces dernières années, le nombre d'activités de coopération technologique (mises en œuvre par l'ITC en collaboration avec d'autres institutions et entreprises canariennes) s'est accru grâce à l'existence de nouveaux programmes de soutien, mis en place par l'Union Européenne. De cette manière, l'ITC a contribué à améliorer les conditions de vie de plusieurs centres d'Afrique, à canaliser le transfert technologique des entreprises (aussi bien des Canaries que des régions voisines), à améliorer la formation technique et les politiques publiques en matière d'énergie et d'eau (par le conseil aux gouvernements dans le développement de cadres normatifs et techniques) et enfin, à instaurer des pratiques exemplaires pour un usage rationnel de l'énergie (efficacité énergétique et énergies renouvelables) et de l'eau dans les pays voisins.

3. L'ITC, LA CEDEAO ET LE CEREEC

La coordination entre l'ITC, l'AECID et la *Dirección General de Relaciones con África del Gobierno de Canarias* (Direction Générale des Relations avec l'Afrique du Gouvernement des Canaries), *Casa Africa* et d'autres institutions espagnoles dédiées à la promotion de l'usage rationnel des énergies et des énergies renouvelables,

comme l'IDAE et le CIEMAT, a donné lieu à une collaboration institutionnelle avec la CEDEAO en 2008.

La volonté de ces entités de montrer aux organismes de la CEDEAO, de même qu'aux dirigeants des États Membres les capacités technologiques des Canaries dans les domaines de l'énergie et de l'eau, s'est traduit par plusieurs visites en 2008 et 2009, aux installations de l'ITC à Pozo Izquierdo (sud-est de Gran Canaria).

Aussi bien l'ancien secrétaire exécutif de l'époque de la CEDEAO, le Dr Mohamed Ibn Chambas que différentes autorités de la CEDEAO, entre elles le directeur exécutif actuel du Centre d'Énergies Renouvelables et d'Efficacité énergétiques (CEREEC), Mr Mahama Kappiah, ont vérifié in-situ le potentiel des Canaries dans ces secteurs en vue d'un transfert technologique.

En juillet 2010, le président du Gouvernement des Canaries, accompagné d'une délégation, dans laquelle se trouvait l'ITC, a assisté à l'inauguration du CEREEC à Praia (République du Cap Vert). En mars 2011, l'ITC et le CEREEC ont signé à Las Palmas de Gran Canaria un Accord cadre de collaboration (Mémorandum d'entente) dans lequel les deux institutions s'engageaient à collaborer activement dans la promotion des technologies durables de production d'énergie et d'eau dans la CEDEAO. À partir de cet accord, l'ITC conjointement avec le CEREEC, a organisé en 2011 deux séminaires intensifs pour la formation avancée des techniciens et des responsables publics de tous les pays membres en matière d'énergies renouvelables et de traitements de l'eau.

Ces séminaires ont eu lieu dans les installations de l'ITC à Pozo Izquierdo et ont inclus non seulement des visites des usines de production d'énergie et d'eau mais aussi des visites aux organismes en relation avec la gestion de l'énergie électrique, comme par exemple le Réseau électrique d'Espagne (REE) aux Canaries. Ce dernier compte sur un important centre de contrôle et de gestion des opérations de systèmes des énergies renouvelables raccordés aux réseaux insulaires.

Enfin, en 2011, les bases ont été jetées de ce, qu'aujourd'hui, constitue une excellente collaboration entre l'ITC et la CEDEAO par le biais d'une coordination directe avec le CEREEC, collaboration qui s'est vue matérialisée dans divers projets concrets au Cap Vert

entre l'ITC et les entreprises canariennes et qui prochainement verront le jour sur le continent. Parallèlement à ces initiatives publiques, apparaissent des possibilités de transfert technologique dans le domaine privé dans de nombreux pays de la CEDEAO comme en Guinée-Bissau, au Ghana ou encore en Gambie.

4. CROISSANCE DURABLE PAR LE BIAIS DE TECHNOLOGIES ADAPTÉES

Comme nous l'avons déjà dit, les perspectives de coopération technologique en énergie (et en eau) entre les Canaries (par le biais de l'ITC) et la CEDEAO (par le biais du CEREEC) sont des plus prometteuses.

Les niveaux d'électrification des pays de la CEDEAO sont les plus bas au monde, en particulier dans le milieu rural, où des dizaines de millions de personnes n'ont aucun accès à l'énergie "moderne". Ce fait est une des causes de l'exode rural et de la massification des grandes villes. Le manque d'eau est un des autres problèmes émergents dans ces pays. La CEDEAO a besoin de solutions durables pour le développement de ces secteurs élémentaires. Mais ces solutions ne sont pas les mêmes que pour les régions industrialisées: Elles doivent s'adapter aux nécessités et différences spécifiques dans chaque domaine (rural, périurbain et urbain). Dans son Livre blanc pour une politique régionale (2006), la CEDEAO fait part de sa volonté d'augmenter l'accès aux services énergétiques pour les populations rurales et périurbaines afin d'atteindre les Objectifs du millénaire pour le développement. Plus particulièrement, on cherche à atteindre qu'au moins 60% des personnes vivant dans les zones rurales aient accès aux services énergétiques productifs dans les villages (spécialement la puissance pour impulser la productivité des activités économiques). La CEDEAO souhaite, de plus, que 66% de la population de ses États (plus de 200 millions d'habitants), aient accès à l'approvisionnement d'électricité individuelle (100% en zones urbaines et périurbaines et 36% dans les populations rurales).

Les Îles Canaries, par le biais des centres technologiques comme l'ITC et les entreprises, disposent des connaissances et de la

capacité pour contribuer à ce développement. Dans les installations de Pozo Izquierdo, l'ITC compte sur les laboratoires et la technologie adéquate pour que ce développement soit durable. L'expérience de l'ITC en création et approvisionnement décentralisé et distribué d'énergie et d'eau, en utilisant les sources endogènes et renouvelables, de même que la vision technique de développement énergétique durable pour la CEDEAO, est décrit brièvement dans un des chapitres de ce livre. Et en particulier, on compte sur la technologie et le savoir-faire pour le développement de systèmes innovateurs de production et d'approvisionnement d'électricité et d'eau, en petites centrales, encore connues sous le nom de micro ou mini-réseaux électriques, qui peuvent fonctionner indépendamment du réseau électrique principal et même s'y raccorder complètement ou en partie dans le cas où l'on veut étendre l'approvisionnement en électricité de façon conventionnelle à une zone concrète.

Les îles Canaries possèdent également un grand savoir-faire technologique pour le traitement en eaux (pompage, dessalement, dépuración, potabilisation) et, ont tenté de réduire la consommation d'énergie de ces techniques ou encore de les faire fonctionner directement par des énergies renouvelables. Au sein de l'ITC, nous sommes convaincus que la relation technologique entre les Canaries et la CEDEAO contribuera à atteindre les Objectifs du millénaire pour le développement et à un développement durable de ses États.

AMBASSADRICE BRIGITTE ÖPPINGER-WALCHSHOFER
DIRECTRICE GÉNÉRALE D'AUSTRIAN
DEVELOPMENT AGENCY

L'*Austrian Development Cooperation* (la coopération autrichienne pour le développement, ADC) a soutenu la création du Centre Régional de la CEDEAO pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique (CEREEC) dès le début. Lors la conférence sur la paix et la sécurité de la CEDEAO de novembre 2008, le directeur général de l'ONUDI et le ministre autrichien des Affaires étrangères se sont engagés de concert en faveur d'un tel centre. En février 2010, le centre entrait dans sa phase préparatoire, en collaboration avec la Commission de la CEDEAO, sous l'égide de l'ONUDI, principal partenaire technique, et de l'Autriche, premier donateur bilatéral. Je tiens à souligner en cette occasion l'excellente collaboration qui s'est établie entre la Commission de la CEDEAO et l'ONUDI. La contribution de l'Autriche a produit un effet de levier particulièrement important qui a incité d'autres grands donateurs, tels que l'AECID (Espagne), la Commission européenne et autres, à adhérer à cette initiative.

Trois ans après son lancement, le CEREEC est devenu une plateforme régionale et internationale grandement appréciée pour la promotion des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Afrique de l'Ouest. Les activités du centre sont axées sur l'élaboration de politiques, le renforcement des capacités, les programmes de sensibilisation, le transfert de technologie, le développement de projets pilotes et la promotion de l'investissement.

À l'occasion du Forum *L'énergie durable pour tous en Afrique de l'Ouest*, organisé à Accra (Ghana) du 29 au 31 octobre 2012, les 15 ministres de l'Énergie de la CEDEAO ont adopté des politiques régionales sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, incluant des objectifs solides ainsi que des plans précis de mise en œuvre. L'*Austrian Energy Agency* (l'agence autrichienne de l'énergie) a supervisé le processus d'élaboration des politiques d'efficacité énergétique de la CEDEAO, financé par la Commission européenne. L'Autriche y a également participé en tant que co-organisateur par l'intermédiaire du Forum mondial sur l'énergie durable.

L'*Austrian Development Cooperation* poursuit son engagement à l'égard du centre en proposant une aide financière et une assistance technique au plan d'activités du CEREEC, adopté pour la période 2011-2016.

Depuis sa création en 2004, l'*Austrian Development Agency*, l'unité opérationnelle d'*Austrian Development Cooperation*, s'est fortement impliquée envers le secteur de "l'énergie durable" afin de promouvoir l'accès à des services énergétiques durables, propres, sûrs et efficaces, à un coût abordable. L'Autriche possède une longue tradition d'utilisation des énergies renouvelables et a doté son secteur de la construction, ses PME et ses processus industriels de solutions d'efficacité énergétique. L'*Austrian Development Cooperation* soutient ses pays partenaires en Afrique et dans d'autres régions du monde en échangeant ses expériences et connaissances du secteur contre de nouveaux exemples de réussite.

Nous avons pu observer que la coopération régionale s'enrichit de la combinaison simultanée de plusieurs approches: d'aval en amont et d'amont en aval. C'est pourquoi l'*Austrian Development Agency* travaille au renforcement des capacités déterminé par la demande d'experts et d'institutions locales, tout en promouvant le transfert du savoir-faire technique et en s'engageant sur le plan national et régional dans la formulation et la mise en œuvre de politiques. Nous nous félicitons du fait que ce modèle de centre soit désormais repris dans d'autres régions de l'Afrique subsaharienne, ce qui lui permettra de continuer de contribuer à ces activités.

PROLOGUE

CHANGEMENT CLIMATIQUE DE L'ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

DR PRADEEP MONGA
DIRECTEUR DU SERVICE DE L'ÉNERGIE

En 2010, lorsque l'ONUDI décida de faire du CEREEC la principale organisation en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, elle ignorait le niveau de participation, la marge d'intervention et le soutien politique dont allait bénéficier le CEREEC de la part des gouvernements de la région. En 2012, le CEREEC et l'ONUDI ont conjointement supervisé l'adoption des politiques d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique mises en place par les ministres de l'Énergie de l'ensemble des pays de la CEDEAO. Les premiers chapitres de cette publication proposent une introduction aux politiques adoptées et se penchent, en outre, sur la corrélation entre ces politiques et les questions de genre. Le chapitre 3 présente plusieurs études de cas ainsi que des cadres d'action spécifiques en matière de technologies. Enfin, les chapitres 4 et 5 abordent la question du financement et du développement des marchés du secteur de l'énergie renouvelable.

Cette publication tombe à point nommé: elle décrit non seulement les objectifs fixés par la politique régionale en matière d'énergies renouvelables, mais énonce également les meilleures pratiques du secteur, en citant des exemples régionaux concrets, et explore les possibilités de financement ainsi que les mesures requises pour atteindre ces objectifs dans les délais impartis.

L'ONUDI travaille actuellement sur 8 projets d'énergies renouvelables, 1 projet d'efficacité énergétique et 1 projet régional dans le cadre du volet énergie du Programme stratégique pour l'Afrique de l'Ouest financé par le Fonds pour l'environnement mondial. La valeur du portefeuille de projets de l'ONUDI en Afrique de l'Ouest s'élève à plus de 80 millions de dollars (projets cofinancés inclus) et concerne le Burkina Faso, le Cap-Vert, le Tchad, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Liberia, le Nigéria, la Sierra Leone et la Gambie.

Par ailleurs, la feuille de route pour l'avenir énergétique d'Afrique de l'Ouest devra nécessairement accorder une place de première importance aux énergies renouvelables, en particulier, dans les zones non raccordées au réseau, en exploitant leur vaste potentiel hydraulique et solaire, par le biais de micro-réseaux ou d'un raccordement au réseau industriel. La hausse des taux de croissance de la production industrielle s'accompagne d'une demande accrue en énergie. Dans le cas de l'Afrique de l'Ouest, la réponse à cette demande doit passer par l'adoption de solutions énergétiques innovantes, incluant l'utilisation de techniques d'exploitation transformatrices, de formes transitives d'énergie et une amélioration de l'efficacité énergétique du secteur industriel et des transports.

Il existe un certain nombre de questions en suspens concernant le financement de l'utilisation des énergies renouvelables. Reste à savoir si les cadres politiques soutenus par les mécanismes de financement des organismes donateurs seront en mesure de créer un environnement favorable à l'épanouissement du secteur privé des énergies renouvelables et si les forces du marché résisteront à l'utilisation de ce type d'énergie.

Au nom de l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel et de la communauté internationale, je tiens à féliciter le CEREEC et Casa África pour les efforts déployés pour consigner les politiques, les technologies, les meilleures pratiques et les options de financement qui prédominent en Afrique de l'Ouest en matière d'énergies renouvelables, alors que les décideurs nationaux et mondiaux font face à la difficile tâche de surmonter les obstacles qui, tout au long de la feuille de route pour l'énergie, entravent la croissance dans la région.

INTRODUCTION

DAVID VILAR FERRENBACH
APPUI DE L'AECID AU CEREEC

En 2010, la Communauté Économique des États d'Afrique Occidentale (CEDEAO) a inauguré le Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique (CEREEC). Le mandat du CEREEC consiste à promouvoir les énergies renouvelables dans la région en se basant sur l'intégration des différentes stratégies complémentaires de projet, sur le soutien politique, sur le transfert de connaissances et sur le développement des investissements.

Cette même année, les Nations Unies, à travers le réseau de connaissances et de collaboration inter-institutions dans le domaine énergétique, UN-Energy, a déclaré dans la publication *Looking to the Future*: "Il existe un consensus émergent autour de la diversité et la complexité des thèmes énergétiques clés qui doivent être abordés dans leur globalité.

La région d'Afrique occidentale est un ensemble asymétrique d'états qui inclut aussi bien de grands pays comme le Niger que de petits pays comme la Gambie, Guinée Bissau ou le Liberia, avec des réalités complexes très différentes. Ils se trouvent le long d'un gradient climatique qui va de la région du Sahel, au nord, à la zone humide du sud, ce qui conditionne la diversité des environnements de la région. De plus, la plupart des états font partie du groupe des pays les moins développés du monde avec de hauts indices de pauvreté aussi bien dans les zones urbaines que rurales. Dans

ce contexte, le rôle de l'énergie est essentiel afin d'améliorer les conditions de vie des personnes. Surtout dans une région possédant des ressources énergétiques renouvelables abondantes et qui continue à être très dépendante des combustibles fossiles.

La réalité de la situation énergétique en Afrique occidentale et plus spécialement dans le domaine des énergies renouvelables et du développement humain est donc des plus complexe et des plus diversifiée. C'est pour cela que toute initiative du secteur doit commencer par une bonne connaissance de l'environnement et de ses dynamiques. Elle doit de plus prendre en compte les différentes dimensions du développement, du domaine local au régional.

Cette publication "Énergies renouvelables en Afrique occidentale: ÉTAT, EXPÉRIENCES ET TENDANCES" est le fruit des efforts coordonnés entre le CERECC, l'Institut Technologique des Canaries et Casa África pour faire connaître la réalité du secteur des énergies renouvelables en Afrique occidentale, une région connectée à un monde globalisé et en développement constant. Pour ce faire, il y sera abordé les aspects que nous considérons fondamentaux pour pouvoir définir le contexte du secteur: les politiques, la technologie et le financement. Dans ce sens, cette publication s'articulera en trois parties bien définies.

Premièrement, on présentera la situation dans le domaine des plans et des cadres de régulation de la région. Ils seront examinés par rapport à d'autres expériences internationales. Il s'agit là de souligner l'asymétrie, non seulement entre la région et le contexte international mais aussi entre les pays de la région. Tout cela en tenant compte des aspects transversaux aussi cruciaux que, par exemple, la problématique de genre.

La seconde partie, suite à l'exposition de l'art et du potentiel de certaines technologies énergétiques renouvelables dans la région, décrira les différents cas réels de projets mis en place ou en phase d'implémentation afin de faire connaître quelques unes des réalisations concrètes du secteur en Afrique de l'Ouest.

Et enfin, la dernière partie présentera la situation actuelle des mécanismes de financement existants pour la mise en place de projets dans la région. Seront présentés également quelques modèles d'affaires/entreprises les plus intéressants pour ce secteur

dans les zones rurales. Finalement seront exposées les initiatives que le CERECC met en place pour attirer le financement dans ce secteur dans la région. Dans cette partie, nous verrons comment un mécanisme de financement adapté à la réalité régionale est indispensable pour matérialiser les efforts investis dans la création d'un contexte favorable sur le plan des normes, des capacités et de l'information et pour attirer l'investissement.

Cette structure permettra de regrouper de manière cohérente, les expériences de nombreux experts et d'institutions spécialisées, dans un format qui peut aussi bien servir pour les recherches spécifiques que pour avoir une vision ample des opportunités du secteur des énergies renouvelables dans la région.

Même s'il reste des thèmes que nous aurions bien voulu inclure ici, cette publication offre au lecteur un échantillon représentatif de la situation actuelle des énergies renouvelables dans une région possédant de nombreuses capacités de développement mais qui a besoin d'initiatives adaptées à son contexte. Nous espérons que ce travail contribuera à une plus grande connaissance et un plus grand intérêt pour le développement de cette région.

Praia, le 22 décembre 2012

PREMIÈRE PARTIE
PERSPECTIVES MONDIALES ET CADRE
RÉGLEMENTAIRE POUR LES ÉNERGIES
RENOUVELABLES

ÉNERGIES RENOUVELABLES – CONTEXTE INTERNATIONAL

JANET SAWIN, RANA ADIB, KANIKA CHAWLA

REN21

RÉSUMÉ

Le présent document, basé sur le Rapport mondial 2012 sur les énergies renouvelables du REN21, s'attache à fournir une vision complète du marché des énergies renouvelables dans le monde, ainsi que des industries et des stratégies le concernant. Il fournit également une base solide pour mesurer les progrès accomplis au niveau mondial pour ce qui est du déploiement des énergies renouvelables. L'année 2011 a vu de nombreux pays réorienter leurs futures politiques énergétiques, suite à la catastrophe nucléaire de Fukushima, au Japon. Malgré les incertitudes économiques actuelles, les investissements mondiaux dans l'électricité et les combustibles renouvelables ont augmenté de 17% et les énergies renouvelables poursuivent leur croissance soutenue dans tous les secteurs d'utilisation finale - énergie, chauffage et refroidissement, et transport. Les politiques de soutien à ces énergies jouent un rôle moteur dans l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la production globale. En outre, ces dernières sont de plus en plus considérées comme fondamentales pour la création d'emplois, l'accès à l'énergie - en particulier dans les zones rurales - et à

l'autonomie énergétique. Aujourd'hui, alors que les personnes qui utilisent des énergies renouvelables sont plus nombreuses que jamais, les capacités continuent de croître, les prix poursuivent leur chute et la part des énergies renouvelables dans la production mondiale ne cesse d'augmenter.

Mots clés: Énergies renouvelables, Rapport mondial du REN21, politique, investissement, accès à l'énergie, énergie rurale, dynamiques de l'industrie, énergie éolienne, solaire photovoltaïque, biomasse, chauffage et refroidissement solaire thermique, ESC, géothermie, hydroélectricité, énergie marine, énergies renouvelables modernes, production d'énergie, objectifs politiques.

1. INTRODUCTION

Les énergies renouvelables englobent une vaste gamme de ressources énergétiques très diverses – biomasse, hydraulique, géothermie, éolienne, solaire et marine – ainsi que des processus de transformation et des applications variés, notamment les processus de combustion, thermiques, mécaniques, photovoltaïques, etc. Outre les avantages évidents en termes de contrôle des émissions, les technologies liées aux énergies renouvelables peuvent également contribuer de manière significative à la sécurité énergétique domestique et à la stimulation du développement économique.

Au cours "des dernières années, les marchés des énergies renouvelables et les cadres politiques ont évolué rapidement. Cette section est basée sur les conclusions du Rapport mondial 2012 sur les énergies renouvelables du REN21 et met l'accent sur les évolutions récentes, la situation actuelle et les tendances dans ce domaine à travers le monde.

L'Assemblée générale des Nations Unies a proclamé l'année 2012 "Année internationale de l'énergie durable pour tous". Le secrétaire général de l'ONU, Ban Ki-Moon, a marqué cette occasion pour une nouvelle initiative mondiale "Énergie durable pour tous", afin d'amener tous les secteurs de la société à se mobiliser.

Il a défini trois objectifs interdépendants prévus pour l'horizon 2030: accès universel à des services énergétiques modernes, amélioration du niveau d'efficacité énergétique et augmentation de la part d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique.

Les politiques de soutien aux énergies renouvelables restent un outil essentiel pour la croissance de la part des énergies renouvelables dans la production énergétique globale. Début 2012, près de 118 pays, dont plus de la moitié en développement, se sont fixé des objectifs en matière d'énergies renouvelables, et 109 disposaient de politiques visant à soutenir ces énergies dans le secteur énergétique.

Le potentiel des énergies renouvelables pour la création d'emplois est l'un des principaux moteurs susceptibles de faire avancer les politiques. Selon les estimations, 5 millions de personnes travaillent directement ou indirectement avec l'industrie des énergies renouvelables. De plus en plus de gouvernements prennent conscience de l'importance des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en tant qu'éléments centraux de toute stratégie en faveur d'une économie verte.

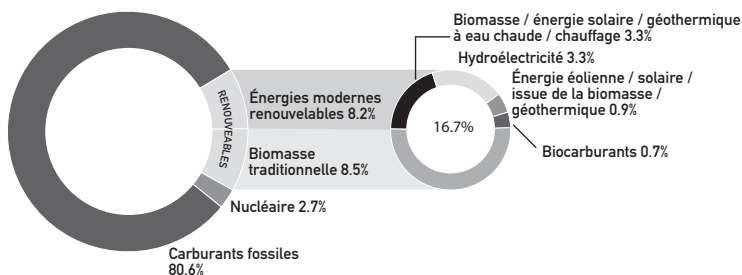
Par ailleurs, les énergies renouvelables sont de plus en plus considérées comme essentielles pour faciliter l'accès à l'énergie, en particulier dans les zones rurales du monde en développement. Elles s'affirment comme une option viable pour fournir à des millions de personnes une meilleure qualité de vie. Il reste encore beaucoup à faire pour atteindre l'accès à l'énergie pour tous. Mais, aujourd'hui, alors que les personnes qui utilisent des énergies renouvelables sont plus nombreuses que jamais, les capacités continuent de croître, les prix poursuivent leur chute et la part des énergies renouvelables dans la production mondiale ne cesse d'augmenter.

2. CROISSANCE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS TOUS LES SECTEURS DE CONSOMMATION FINALE

En 2011, les sources d'énergies renouvelables, dont la biomasse traditionnelle, ont représenté 16,7% de la consommation énergétique finale mondiale. Sur ce total, la part des énergies renouvelables

modernes, en augmentation ces dernières années, est estimée à 8,2% contre seulement 8,5% pour la biomasse traditionnelle en léger déclin. Pendant l'année 2011, les énergies renouvelables ont poursuivi leur forte croissance dans tous les secteurs de consommation finale: électricité, chauffage et refroidissement, et transport.

FIGURE 1
PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE MONDIALE FINALE EN 2010



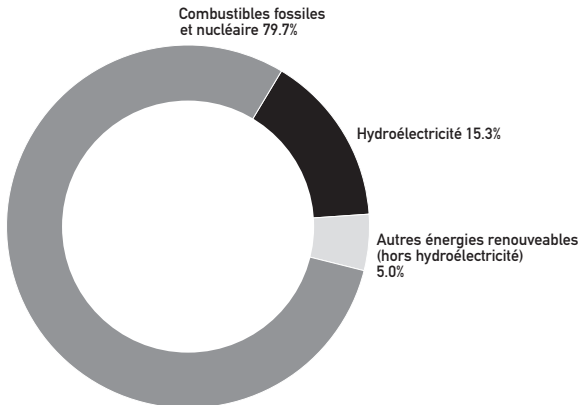
SOURCE: FIGURE 1 TIRÉE DU RAPPORT MONDIAL 2012 SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DU REN21 (PARIS : Secrétariat du REN21)

Dans le secteur électrique, les énergies renouvelables représentent près de la moitié des 208 gigawatts (GW) estimés de la capacité électrique ajoutée mondiale au cours de l'année. L'énergie photovoltaïque éolienne et solaire atteint respectivement 40% et 30% de la capacité des nouvelles énergies renouvelables, devant l'hydroélectricité (près de 25%). Fin 2011, le total de la capacité mondiale des énergies renouvelables était supérieur à 1 360 GW, 8% de plus qu'en 2010. Les énergies renouvelables représentaient plus de 25% de la capacité énergétique totale mondiale (estimée à 5 360 GW en 2011) et fournissaient environ 20,3% de l'électricité mondiale. Les énergies renouvelables non liées à l'hydroélectricité dépassaient les 390 GW, une capacité supplémentaire de 24% durant l'année 2010.

Le secteur du chauffage et du refroidissement offre un potentiel immense inexploité pour le déploiement des énergies renouvelables. Le chauffage provenant de la biomasse, de l'énergie solaire et de sources géothermiques représente d'ores et déjà une partie

importante de l'énergie produite par les énergies renouvelables. Ce secteur évolue lentement, car les pays (en particulier ceux de l'Union européenne) commencent seulement à mettre en œuvre des politiques de soutien et à assurer le suivi de la part du chauffage issu d'énergies renouvelables. Les tendances dans le secteur du chauffage (et du refroidissement) révèlent une augmentation de ses dimensions, l'utilisation accrue de la production combinée de chaleur et d'électricité, l'intégration des procédés de chauffage et de refroidissement renouvelables dans les réseaux urbains et le recours au chauffage renouvelable à des fins industrielles.

FIGURE 2
PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES



SOURCE: FIGURE 3 TIRÉE DU RAPPORT MONDIAL 2012 SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DU REN21 (PARIS: SECÉTARIAT DU REN21)

Dans le secteur du transport, les énergies renouvelables sont utilisées sous la forme de biocarburants gazeux ou liquides. En 2011, les biocarburants liquides ont représenté près de 3% des carburants utilisés pour le transport routier, soit plus que toute autre source renouvelable utilisée dans ce secteur. L'électricité alimente les trains, les métros et une part minime, mais croissante, des véhicules particuliers et des cyclomoteurs. En outre, les initiatives visant à établir un lien entre le transport électrique et les énergies renouvelables sont de plus en plus nombreuses.

De toutes les technologies renouvelables, l'énergie solaire photovoltaïque a connu la croissance la plus rapide au cours de la période allant de fin 2006 à fin 2011, avec une augmentation annuelle moyenne de 58% en termes de puissance produite. Viennent ensuite, l'énergie héliothermique à concentration (CSP), avec une augmentation moyenne annuelle d'environ 37% sur la même période, après un début timide, et l'énergie éolienne (26%). La demande augmente aussi rapidement pour les systèmes de chauffage thermique solaire, les pompes à chaleur géothermiques et certains carburants de biomasse solide. Dans les années récentes, les biocarburants liquides ont connu une évolution inégale, car si la production de biodiesel s'est accrue en 2011, la production d'éthanol a stagné ou légèrement reculé par rapport à 2010. Les énergies hydroélectrique et géothermique présentent des taux de croissance mondiale d'environ 2 à 3% an, mais dans certains pays, leur progression, ainsi que celle d'autres technologies renouvelables, est largement supérieure à la moyenne.

Les sept pays leaders en termes de capacité électrique renouvelable non liée à l'hydroélectricité - la Chine, les États-Unis, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, l'Inde et le Japon - assumaient près de 70% de la capacité mondiale totale. Ce classement change sensiblement lorsque le critère porte sur le montant par habitant. Il place alors l'Allemagne en tête, devant l'Espagne, l'Italie, les États-Unis, le Japon, la Chine et l'Inde. Dans le classement par région, c'est l'UE qui abrite près de 44% de la capacité mondiale en énergies renouvelables non liées à l'hydroélectricité à la fin 2011, contre près de 26% pour les nations BRICS¹. Leur part n'a cessé d'augmenter au cours des dernières années, même si la majeure partie de la capacité se trouve en Chine, en Inde et au Brésil.

Pour autant, les technologies renouvelables sont en pleine expansion sur les nouveaux marchés. En 2011, une cinquantaine de pays ont installé des capacités d'énergie éolienne et la capacité photovoltaïque solaire progresse rapidement dans de nouvelles régions et de nouveaux pays. L'énergie géothermique a suscité un intérêt croissant dans la vallée du Rift de l'Afrique de l'Est et dans d'autres régions. Par ailleurs, les capteurs solaires à circulation d'eau chaude sont utilisés dans plus de 200 millions de foyers, ainsi que dans de

nombreux bâtiments publics et commerciaux à travers le monde. L'intérêt pour le chauffage ou le refroidissement géothermiques augmente constamment dans de nombreux pays du monde et l'utilisation de la biomasse moderne à des fins énergétiques progresse également dans toutes les régions de la planète.

Au cours de l'année 2011, parmi les principales technologies existantes, l'industrie des énergies renouvelables a connu une croissance continue dans les secteurs de la fabrication des équipements, des ventes et des installations. L'énergie photovoltaïque solaire et l'énergie éolienne terrestre ont bénéficié d'une chute radicale des prix, en raison de la baisse des coûts provoquée par les économies d'échelle et les avancées technologiques, mais également en raison du manque de soutien politique ou des incertitudes liées à ce dernier. Dans le même temps, plusieurs industries liées aux énergies renouvelables - en particulier, la fabrication de l'énergie photovoltaïque solaire - ont dû affronter la baisse des prix, un recul du soutien des pouvoirs publics, la crise financière mondiale et les tensions prévalant dans les échanges internationaux. Les difficultés économiques persistantes (en particulier, sur les marchés traditionnels des énergies renouvelables) et l'évolution de l'environnement politique dans de nombreux pays ont contribué à l'incertitude industrielle ou aux perspectives négatives. Au cours de cette année, les nouveaux projets destinés au développement ont constamment décliné.

3. DES POUVOIRS PUBLICS ACTIFS

Les objectifs et les politiques de soutien en matière d'énergies renouvelables ont largement contribué à la croissance des marchés axés sur ces dernières, malgré certaines déconvenues dues à l'incertitude et à l'instabilité des cadres stratégiques de nombreux pays. Le nombre des objectifs officiels en matière d'énergies renouvelables et des politiques mises en place pour soutenir les investissements dans ce domaine a continué à croître en 2011 et au début 2012, malgré le rythme relativement ralenti des procédures d'adoption. Plusieurs pays ont engagé d'importantes réformes ayant abouti à une réduction des appuis des pouvoirs publics. Certains de

ces changements visaient à améliorer les instruments existants et à obtenir des résultats plus ciblés allant de pair avec le développement des technologies des énergies renouvelables, alors que d'autres s'inscrivaient dans la dynamique des mesures d'austérité.

FIGURE 3
PAYS DOTÉS DE STRATÉGIES PUBLIQUES, DÉBUT 2012



SOURCE: FIGURE 23. CARTES DES POLITIQUES 2012 ; RAPPORT MONDIAL 2012 SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DU REN21 ; PAGE 79 (PARIS : Secrétariat du REN21)

FIGURE 4
PAYS DOTÉS DE STRATÉGIES PUBLIQUES EN 2005



SOURCE: 2012 POLICY MAPS; REN21 RENEWABLES 2012 GLOBAL STATUS REPORT, PAGE 79 (PARIS: REN21 SECRETARIAT)

Les stratégies concernant la production électrique basée sur les énergies renouvelables ont continué à être les plus courantes parmi les politiques d'aide. Début 2012, pas moins de 109 pays avaient adopté ce type de stratégies, alors qu'ils n'étaient que 96 selon le Rapport mondial 2011 sur les énergies renouvelables. Les tarifs de rachat garantis (FIT) et les normes de portefeuille d'énergies renouvelables sont les politiques les plus utilisées dans ce secteur. Début 2012, près de 65 pays et 27 États avaient adopté des stratégies sur les tarifs de rachat. Si un certain nombre de ces stratégies étaient inédites, la plupart des actions publiques en ce domaine ont concerné la révision des lois existantes, parfois sujettes à des controverses et à des différends juridiques. Les quotas, ou normes de portefeuille d'énergies renouvelables étaient courants dans 19 pays et pas moins de 54 entités officielles, deux pays ayant adopté ces stratégies pour la première fois en 2011 et au début 2012.

La mise en œuvre de politiques en faveur du chauffage et du refroidissement renouvelables continue de progresser. Même si le rythme est moins rapide que dans d'autres secteurs, le recours à ces deux énergies s'est élargi ces dernières années. Début 2012, pas moins de 19 pays s'étaient fixé des objectifs précis en matière de chauffage et de refroidissement renouvelables, et au moins 17 pays et États avaient mis en place des obligations/précriptions pour promouvoir le chauffage renouvelable. De nombreuses collectivités territoriales favorisent également ce système de chauffage, à travers des codes de construction et d'autres mesures. Ce secteur reste concentré sur l'Europe, mais d'autres régions commencent à s'y intéresser sérieusement.

Au début 2012, les stratégies réglementaires d'appui aux biocarburants étaient en place, au niveau national, dans au moins 46 pays et dans 26 États et provinces. Trois pays avaient adopté de nouvelles prescriptions au cours de l'année 2011 et 6 autres ont renforcé celles en vigueur. Au moins 19 pays appliquaient la détaxation fiscale sur les carburants de transport et les subventions accordées à la production de biocarburants. Par ailleurs, le Brésil réduisait le niveau de la teneur autorisée en éthanol, en partie en réaction à la baisse de la production de la canne à sucre, alors qu'aux États-Unis, les politiques de soutien à long terme à l'éthanol étaient autorisées à prendre fin en décembre 2011.

Des milliers de villes et collectivités territoriales à travers le monde disposent également de politiques, de plans et d'objectifs dynamiques pour les énergies renouvelables et l'atténuation des changements climatiques. À la fin 2011, près des deux tiers des grandes villes de la planète avaient adopté des plans d'action pour lutter contre les changements climatiques et plus de la moitié d'entre elles avaient prévu d'accroître la part des énergies renouvelables dans leur production énergétique. En 2011, la majeure partie des institutions encourageant la coopération entre les villes en vue du développement local des énergies renouvelables ont constaté une augmentation de l'adhésion et du nombre des activités, notamment l'*Union européenne des maires* (qui compte 3 000 villes membres). La plupart des activités ont été menées dans des villes d'Amérique du Nord et d'Europe. Toutefois, cent villes mènent des projets pilotes en Chine, et plusieurs villes de l'Argentine, de l'Australie, du Brésil, de l'Inde, du Mexique, de l'Afrique du Sud, de la Corée du Sud et d'autres pays encore, ont lancé des initiatives visant à favoriser l'expansion des énergies renouvelables en 2011.

Les responsables publics sont de plus en plus conscients des avantages offerts par les énergies renouvelables - notamment la sécurité énergétique, la dépendance réduite aux exportations, la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la prévention contre les pertes dans la biodiversité, l'amélioration de la santé, la création d'emplois, le développement rural et l'accès à l'énergie. Cela permet, dans plusieurs pays, de renforcer l'intégration de la dimension des énergies renouvelables dans les politiques des autres secteurs économiques. Les industries liées aux énergies renouvelables emploient dans le monde plus de 5 millions de personnes, et les possibilités dans ce domaine continuent d'être un élément moteur des politiques liées aux énergies renouvelables. Au cours de l'année 2011, la catastrophe de Fukushima, au Japon, a également stimulé dans plusieurs pays l'élaboration et la mise en œuvre de politiques dans ce domaine, outre l'annonce par le secrétaire général de l'ONU l'objectif visant à doubler la part d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique d'ici à 2030.

Jusqu'à présent, l'établissement de liens systématiques entre l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables a été peu pris en compte par les pouvoirs publics, mais les pays commencent à

prendre conscience de l'utilité d'exploiter les synergies potentielles. L'efficacité et les énergies renouvelables sont considérées comme le "double pilier" de l'avenir énergétique, grâce à des énergies renouvelables réduisant les émissions de polluants par unité d'énergie produite et une efficacité énergétique optimisée favorisant la baisse de la consommation. L'amélioration de l'efficacité des services énergétiques est porteuse d'opportunités, quelle que soit la source énergétique primaire, et il existe une synergie particulière entre cette efficacité et les sources d'énergies renouvelables. Dans l'Union européenne, aux États-Unis et dans plusieurs régions du monde, les pays commencent à corréliser ces deux "piliers" dans leurs objectifs et leurs stratégies. Au niveau mondial, l'initiative lancée par le Secrétaire général des Nations unies, "Énergie durable pour tous" met en lumière les interdépendances entre l'accès à l'énergie, l'amélioration de l'efficacité énergétique et le déploiement des énergies renouvelables. Des stratégies ont également commencé à développer l'efficacité des systèmes axés sur les énergies renouvelables.

4. DYNAMIQUES DE L'INVESTISSEMENT

Les nouveaux investissements internationaux dans les énergies renouvelables ont augmenté de 17% pour atteindre en 2011 le chiffre record de 257 milliards de dollars, c'est à dire six fois plus qu'en 2004 et deux fois plus que les investissements totaux en 2007, la dernière année avant la phase aigüe de la crise financière mondiale actuelle. Cette augmentation est survenue dans un contexte de baisse du coût des équipements liés à l'électricité basée sur les énergies renouvelables, tandis que l'incertitude prévalait à l'égard de la croissance économique et des priorités des pouvoirs publics des pays développés. Inclusion faite de l'électricité hydraulique, les investissements nets dans la capacité électrique basée sur les énergies renouvelables ont été supérieurs à 40 milliards de dollars par rapport à ceux destinés à la capacité des carburants fossiles.

L'un des événements marquants de l'année 2011 a été la forte performance de l'électricité solaire, laquelle devance l'électricité éolienne - elle a attiré, à elle seule, le plus grand volume

d'investissements de ces dernières années. Les États-Unis se sont également distingués cette année, avec une augmentation des investissements de 57% par rapport à 2010, résultant en grande partie de la ruée des fabricants pour profiter des programmes fédéraux d'aide qui arrivaient à échéance.

Les cinq pays investisseurs de tête étaient la Chine (au premier rang mondial, pour la troisième année consécutive), suivie par les États-Unis, l'Allemagne, l'Italie et l'Inde. Avec une croissance de 62%, ce dernier a affiché l'augmentation la plus rapide en matière d'investissements dans le marché des énergies renouvelables. Les pays en développement ont vu leur part relative du total des investissements mondiaux reculer légèrement, après plusieurs années de hausse constante. Ils ont financé de nouveaux investissements à hauteur de 117 milliards de dollars en 2011, contre 140 milliards de dollars seulement pour les pays développés.

5. ÉNERGIES RENOUVELABLES RURALES: COUP DE PROJECTEUR

Grâce à des innovations technologiques majeures et à la baisse du coût des technologies d'énergies renouvelables, parallèlement à des modèles économiques et financiers améliorés, les solutions d'énergies renouvelables propres et abordables, tant pour les personnes que pour les communautés, sont de plus en plus disponibles dans les pays en développement. Pour une majorité d'utilisateurs qui vivent dans des zones très reculées et dispersées, la décentralisation de l'électricité basée sur les énergies renouvelables hors réseau est moins coûteuse que l'extension du réseau électrique. En outre, les pays en développement ont commencé à déployer des capacités électriques basées sur les énergies renouvelables reliées au réseau de plus en plus importantes, ce qui a entraîné l'expansion des marchés et la réduction des prix, ainsi que l'amélioration des perspectives d'avenir pour les énergies renouvelables rurales.

Les marchés des énergies durables rurales des pays en développement diffèrent sensiblement d'une région à l'autre: l'Afrique affiche, par exemple, le plus faible taux d'accès aux services

énergétiques modernes, l'Asie enregistre d'importants écarts parmi ses pays et l'Amérique latine présente un taux d'électrification relativement élevé. Les principaux acteurs de ce secteur sont en outre nombreux et les parties prenantes diffèrent d'une région à l'autre. Le marché des énergies renouvelables rurales est très dynamique et en constante évolution: il est toutefois entravé par l'insuffisance des cadres structurels et des données consolidées.

Outre l'attention qu'ils portent aux technologies et aux systèmes existants, la plupart des pays en développement ont commencé à identifier et mettre en œuvre les programmes et les stratégies permettant d'améliorer les structures opérationnelles régissant les marchés des énergies rurales. La plupart des pays se fixent des objectifs en matière d'électrification, en incluant les options sur les énergies renouvelables hors réseau et les mini-réseaux basés sur ces dernières. Ils ont également parfois recours à l'électricité basée sur les énergies renouvelables connectée au réseau. Sur le marché du chauffage et de la cuisson en zones rurales, les derniers fours de cuisson alimentés par les énergies renouvelables gagnent du terrain en tant qu'alternative fiable et durable aux fours de cuisson traditionnels alimentés par la biomasse. Ces avancées renforcent la capacité d'attraction des marchés des énergies rurales et sont source d'économies pour les investisseurs potentiels.

Après de nombreuses années marquées par le ralentissement des innovations politiques, techniques, financières et industrielles, le déploiement massif des technologies fondées sur les énergies renouvelables, qui s'allie à une réduction notable des coûts, augure bien de l'avenir. De nouveaux efforts seront toutefois nécessaires pour atteindre les objectifs fixés: l'Agence internationale de l'énergie estime que les investissements annuels dans le secteur des énergies rurales devront être quintuplés s'ils veulent assurer l'accès universel aux énergies modernes d'ici à 2030.

6. CONCLUSION

Au cours des dernières années, les énergies renouvelables ont connu une croissance significative, partout dans le monde. En termes de production d'énergie, de capacité installée et de nombre d'investissements,

la croissance a été constante, favorisant l'intégration de plusieurs technologies renouvelables dans le bouquet énergétique actuel.

Ces évolutions positives ont rendu plusieurs technologies liées aux énergies renouvelables compétitives dans toutes sortes de situations et de lieux. De plus, elles fournissent une base solide pour des projections indiquant que sur le long terme, le bouquet énergétique mondial futur reposera en grande partie sur les technologies liées aux énergies renouvelables. Le rapport spécial du GIEC, par exemple, "Sources d'énergies renouvelables et atténuation des changements climatiques" estime dans l'un de ses scénarios que près de 77% de la fourniture énergétique mondiale pourrait être satisfaite par les renouvelables vers le milieu du siècle. À condition, toutefois, que des politiques publiques adéquates soient mises en œuvre pour les soutenir, notamment en réfléchissant sur la transition d'un système énergétique centralisé vers un système décentralisé, avec les implications correspondantes en termes d'infrastructures énergétiques. Des marchés énergétiques basés sur la flexibilité devront être élaborés pour faire face au changement.

NOTES

1. Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud.

RÉFÉRENCE

Rapport mondial 2012 sur les énergies renouvelables du REN21 (Paris : Secrétariat du REN21).

AUTEURS

Janet Sawin. Auteur principal, Rapport mondial 2012 sur les énergies renouvelables du REN21 ; partenaire, *Sunna Research* et chercheur principal au *Worldwatch Institute*.

Rana Adib. Gestionnaire de projet, Rapport mondial 2012 sur les énergies renouvelables du REN21 ; conseiller en politiques, Secrétariat du REN21.

Kanika Chawla. Auteur secondaire et gestionnaire de communauté, Rapport mondial 2012 sur les énergies renouvelables du REN21 ; consultant en politiques junior, Secrétariat du REN21.

LES SCÉNARIOS D'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO

DOLF GIELEN, ASAMI MIKETA
IRENA

BRUNO MERVEN
UNIVERSITÉ DU CAP

RÉSUMÉ

La dernière analyse du modèle de pool énergétique de la CEDEAO révèle que 54 % de l'approvisionnement énergétique d'Afrique de l'Ouest de 2030 pourrait être basé sur des énergies renouvelables. Les résultats pour 2030 ne varient pas tant en fonction du cadre politique et de l'optimisme technologique. En revanche, la part des énergies renouvelables au-delà de 2030 varie considérablement d'un scénario à l'autre. Ce document présente un résumé des différentes options de modèle pour d'énergies renouvelables ainsi que leurs résultats. Les résultats dépendent des hypothèses de départ, une analyse plus poussée étant nécessaire pour identifier les principales sensibilités et définir des stratégies solides. Cet outil est mis à disposition des décideurs de la région aux fins d'analyse de futurs scénarios et stratégies.

Mots clés: planification énergétique, énergies renouvelables, technologies énergétiques, IRENA.

1. INTRODUCTION

À l'occasion du sommet d'Abu Dhabi de juillet 2011, les chefs d'États africains ont appelé l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) à collaborer à l'accélération du déploiement d'énergies renouvelables (IRENA, 2011a). Ceci a donné lieu au lancement d'une initiative d'IRENA pour l'Afrique, qui comprend un certain nombre d'activités. Parmi celles-ci figurent le développement et l'utilisation d'outils de planification énergétique, y compris l'élaboration de scénarios et de stratégies. Deux rapports ont été présentés à ce jour (IRENA, 2011b, 2012b). Depuis, la trousse d'outils de planification pour l'Afrique de l'Ouest a été revue et corrigée. Ce document propose de faire le point sur les propositions les plus récentes (juin 2012).

Actuellement, l'Afrique de l'Ouest enregistre une très faible consommation d'électricité par habitant. Cette situation risque de changer rapidement dans les années à venir. La demande des vingt prochaines années pourrait être multipliée par dix à mesure qu'augmente l'activité économique et l'accès universel à l'énergie. Cette situation soulève d'importantes questions quant à l'optimisation du bouquet d'approvisionnement énergétique. La part mondiale des énergies renouvelables dans l'augmentation de la capacité de production annuelle est de plus de 50%. L'énergie hydraulique, éolienne et solaire photovoltaïque a atteint les niveaux mondiaux d'augmentation de capacité, respectivement, 30, 42 et 28 GW, pour l'année 2011. Ce qui veut dire que la transition du secteur de l'énergie a d'ores et déjà commencé. Le fait est que l'Afrique de l'Ouest dispose d'un grand potentiel en matière d'énergie renouvelable. Le défi consiste à savoir exploiter ce potentiel pour satisfaire à la future demande en électricité.

Le fait que la région possède d'abondantes ressources de combustibles fossiles n'a pas permis pour autant de remédier au problème d'accès à l'énergie. Prenons le cas du Nigéria : le pays produit et exporte d'énormes quantités de pétrole et de gaz depuis plusieurs dizaines d'années. Pourtant, sa population n'a aujourd'hui encore qu'un accès très limité à l'électricité. Le réseau de distribution électrique n'est pas en mesure de faire face à la

demande ni aux nombreuses pannes. Ceci, allié au faible prix du gazole, a entraîné l'utilisation généralisée de groupes électrogènes diesel. Mais ce gazole est importé et subventionné par l'État. La charge pesant sur le budget national a atteint un niveau insoutenable. Les efforts déployés début 2012 pour freiner les subventions aux produits pétroliers ont engendré un malaise général. Autant dire que la sécurité énergétique n'est pas monnaie courante dans les économies fondées sur les combustibles fossiles.

Il est possible de remédier à cette situation en misant sur une utilisation accrue d'énergies renouvelables. La production de gazole est l'une des options énergétiques les plus chères: elle coûte autour de 40 cents par kWh, au prix du marché. La plupart des énergies renouvelables sont nettement moins chères. Bon nombre de techniques d'exploitation des énergies renouvelables sont décentralisées; elles ne sont donc pas confrontées aux mêmes défis de planification que les centrales d'énergie fossile ou nucléaire, lesquelles ne s'avèrent économiques qu'au-delà de centaines de mégawatts, et requièrent un investissement massif dans un réseau de distribution. Les communautés, les ménages et les petites entreprises peuvent assumer l'investissement des énergies renouvelables dans les cas où l'État néglige de le faire.

La planification du secteur énergétique est complexe. L'offre devra finir par répondre à la demande ou le système énergétique finira par imploser. Les modèles de systèmes énergétiques qui couvrent l'offre et la demande sont utilisés depuis plusieurs dizaines d'années pour transmettre aux décideurs une réalité complexe. Ces outils contribuent à déterminer la meilleure gamme d'options pour l'approvisionnement énergétique des prochaines décennies. Ils rendent compte des caractéristiques actuelles du stock de capital, des futures prévisions de demande en énergie et des caractéristiques techno-économiques des différentes options d'approvisionnement. Le modèle MESSAGE fait partie de ces outils. Il s'agit d'un logiciel générique de programmation linéaire utilisé pour concevoir des modèles de systèmes énergétiques. Ce genre de modèle a été utilisé par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) pour analyser le rôle de l'approvisionnement en d'énergies renouvelables dans le pool énergétique de la CEDEAO.

Le modèle s'appuie sur les travaux conduits précédemment par l'Agence internationale de l'énergie atomique. Il a été considérablement modifié afin de l'ajuster à la planification des énergies renouvelables. Les améliorations suivantes ont permis de mieux l'adapter à l'évaluation des options d'énergies renouvelables:

- Les prévisions de demande ont été mises à jour sur la base des dernières prévisions (CEDEAO, 2011);
- La demande a fait l'objet d'une distinction entre demande rurale, urbaine et industrielle afin de permettre de mieux représenter l'approvisionnement décentralisé et d'améliorer la représentation de la courbe de charge;
- Les dernières données relatives aux lignes de transport ainsi qu'aux dispositifs d'interconnexion prévus et suggérés ont été incluses;
- Le potentiel de l'énergie renouvelable a été revu en tenant compte des nouvelles études d'évaluation des ressources;
- La base de données des technologies a été enrichie afin de mieux refléter toute la gamme d'options de production d'énergie renouvelable;
- Les caractéristiques de la technologie ont été mises à jour afin de refléter les dernières réductions de coût des techniques d'exploitation des énergies renouvelables;
- Les dernières prévisions du prix des combustibles fossiles ont été incluses; L'approvisionnement en gaz du Nigéria, de la Côte d'Ivoire et du Ghana a été divisé en deux types: gaz national et gaz associé. Le gaz associé coûte moitié moins cher que le gaz national. Sa production annuelle est limitée et estimée à partir d'informations incomplètes du plan directeur;
- L'option d'approvisionnement nucléaire a été exclue de l'analyse, car elle requiert un examen plus approfondi des enjeux techniques, juridiques et économiques et n'entre pas dans le champ de la présente étude.

Deux scénarios ont été comparés:

- Un scénario de maintien de statu quo (MSQ).

- Un scénario plus favorable aux énergies renouvelables, incluant de meilleures capacités d'interconnexion électrique (ER).

Ces deux scénarios diffèrent dans leurs hypothèses sur l'évolution des coûts du développement des technologies d'énergie durable et sur le volume de commerce autorisé dans la région et en Afrique centrale. Le scénario en faveur des énergies renouvelables implique l'existence de politiques de soutien actives. L'augmentation de la proportion d'éléments de fabrication locale et l'amélioration des niveaux de déploiement entraîneront une réduction des coûts plus rapide. Les hypothèses relatives au coût d'investissement pour les deux scénarios sont tirées d'IRENA (2011b).

Ces deux scénarios sont fournis en guise d'exemple. Les prévisions de demande, les frais de financement et le prix des combustibles fossiles font partie des facteurs aléatoires qui justifient de procéder à une analyse plus poussée des sensibilités et des scénarios avant de développer des stratégies d'investissement.

2. LES CARACTÉRISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Le tableau n° 1 fournit la liste complète des technologies disponibles dans la région, ainsi que le coût d'investissement au jour le jour pour le scénario le plus optimiste (ER), et détermine la durée des travaux ainsi que leur durée de vie escomptée. La réduction du coût d'investissement est liée à l'apprentissage technologique qui découle de l'augmentation de la capacité de production mondiale de ces technologies et des politiques d'augmentation de la teneur en éléments locaux.

La production d'énergie fossile dépend fortement du prix des combustibles. Le prix du gazole devrait passer de 24 à 29 dollars américains (USD) par GJ entre 2010 et 2030. Pour cette même période, le gaz distribué par gazoduc devrait augmenter de 9 à 11 dollars/GJ. Le gaz associé local, nettement moins cher, devrait passer de 4,5 à 9 dollars/GJ. Quant au charbon national, il devrait passer de 2,5 à 4 dollars/GJ tandis que le charbon importé est environ 30 % plus cher.

TABLEAU 1

OPTIONS TECHNOLOGIQUES ET COÛTS D'INVESTISSEMENT. SCÉNARIO ER

	INV. AU JOUR LE JOUR 2010	INV. AU JOUR LE JOUR 2015	INV. AU JOUR LE JOUR 2020	INV. AU JOUR LE JOUR 2030	DURÉE TRAVAUX	DURÉE DE VIE
	USD/KW	USD/KW	USD/KW	USD/KW	ANNÉES	ANNÉES
Gazole	1070	1070	1070	1070	2	25
Fioul lourd	1350	1350	1350	1350	2	25
TGCO	603	603	603	603	2	25
TGCC	1069	1069	1069	1069	3	30
Charbon supercritique	2403	2403	2403	2403	4	30
Hydraulique	2000	2000	2000	2000	5	50
Micro-hydraulique	4000	3804	3618	3272	2	50
Biomasse	2500	2260	2043	1847	4	30
Gros éolien	2000	1808	1634	1335	2	25
Gros éolien (30 % TC)	2000	1808	1634	1335	2	25
Solaire PV (centrale)	2000	1631	1474	1267	1	25
Solaire PV (toiture)	2500	2038	1843	1584	1	25
PV à batterie	3500	2854	2451	2002	1	25
Thermosolaire sans stockage	3000	2576	2329	1903	4	25
Thermosolaire avec stockage	5400	4637	4086	3338	4	25
Thermosolaire avec combustion de gaz	1388	1320	1288	1225	4	25

NOTE : TC : TAUX DE CHARGE ; TGCC : TURBINE À GAZ À CYCLE COMBINÉ ; TGCO : TURBINE À GAZ À CIRCUIT OUVERT

Les hypothèses ci-dessus sur l'évolution des coûts ont permis d'analyser le coût moyen actualisé de l'électricité (CMAE). Le CMAE a été calculé pour les deux scénarios susmentionnés. Les résultats des deux scénarios sont présentés dans les tableaux n° 2 et 3, pour l'année de référence et l'année 2020. Les résultats indiqués correspondent au CMAE d'une centrale électrique, avec et sans le coût moyen actualisé du transport et de la distribution. Certaines options énergétiques de grande ampleur requièrent des lignes de

transport et de distribution et ont, par conséquent, un coût supplémentaire. Dans le cas des unités de production décentralisées, ce coût est nul ou nettement moins élevé. De même, les installations décentralisées n'ont pas les mêmes pertes de transport et de distribution que les installations centralisées.

On distingue trois catégories de consommateurs selon le niveau d'infrastructures de transport et de distribution dont ils ont besoin. À savoir:

- L'industrie lourde (p. ex., l'industrie minière) qui est raccordée à la haute tension et nécessite moins d'infrastructures de transport et aucune infrastructure de distribution;
- Les zones résidentielles et commerciales du milieu urbain et les petites industries qui requièrent une part relativement plus importante d'infrastructures de transport et de distribution;
- Les zones résidentielles et commerciales du milieu rural qui requièrent encore plus d'infrastructures de transport et de distribution.

Ainsi, les coûts de transport et de distribution sont supposés varier en fonction du segment de marché. Les industries et les consommateurs du milieu urbain et rural assument 1,5, 5 et 10 cents/kWh. Les pertes ont été estimées respectivement à 7, 15 et 20% et sont restées constantes. Pour leur part, les pertes moyennes d'autres pays sont bien en-deçà de 8%. Les pertes élevées favorisent les solutions décentralisées.

L'analyse du coût moyen actualisé de l'électricité du tableau n° 2 indique que pour les consommateurs industriels connectés à la haute tension, l'énergie hydraulique est l'option la moins chère, suivie de près par les cycles combinés à gaz associé. Toutefois, cette situation change en 2020 avec l'escalade du prix des combustibles fossiles. Dans le cas des pays possédant des ressources de charbon, les centrales au charbon sont la deuxième option la moins chère, suivie de près par l'énergie éolienne, qui présente un taux de charge élevé. Viennent ensuite le gaz naturel importé et la production à partir de charbon importé, puis la biomasse. Les centrales photovoltaïques et l'énergie

thermo-solaire sont la suivante option pour les pays ne disposant d'aucune autre ressource sur leur territoire.

En ce qui concerne les zones rurales, la combinaison optimale est différente. Pour les clients du rural, la micro-hydraulique reste la meilleure option, lorsqu'elle est disponible. L'énergie photovoltaïque décentralisée ou en toiture, avec ou sans batterie, est appelée à devenir la deuxième meilleure option de scénario ER pour ces consommateurs.

TABLEAU 2
CMAE COMPARAISONS AVEC 2020

CMAE USD/MWH	RÉSEAU	MSQ	ER	ER TRANS. & DIS. INDUS.	ER TRANS. & DIS. URB.	ER TRANS. & DIS. RURAL
Gazole	0	326	326	326	326	326
Fioul lourd	1	208	208	238	295	360
TGCO	1	154	154	180	231	292
TGCC	1	98	98	120	165	222
TGCC à gaz associé	1	69	69	89	131	187
Charbon supercritique	1	104	104	127	173	231
Charbon supercritique national	1	89	89	110	154	211
Hydraulique	1	62	62	82	123	178
Micro-hydraulique	0	102	102	102	102	102
Biomasse	1	104	104	127	173	231
Gros éolien (25 % TC)	1	111	111	134	181	239
Gros éolien (30 % TC)	1	94	94	116	160	217
Solaire PV (centrale)	1	107	107	130	175	233
Solaire PV (toiture)	0	159	159	159	159	159
PV à batterie	0	201	201	201	201	201
Thermosolaire sans stockage	1	125	125	149	196	256
Thermosolaire avec stockage	1	149	149	176	226	287
Thermosolaire avec combustion de gaz	1	112	112	136	182	240

3. RÉSULTATS DES SCÉNARIOS

L'approvisionnement énergétique devrait passer de 51 TWh en 2010 à 247 TWh en 2030 (se multiplier par cinq) et atteindre les 600 TWh en 2050 (se multiplier par douze). Cette forte augmentation de la demande offre de belles perspectives au déploiement des technologies d'énergie renouvelable.

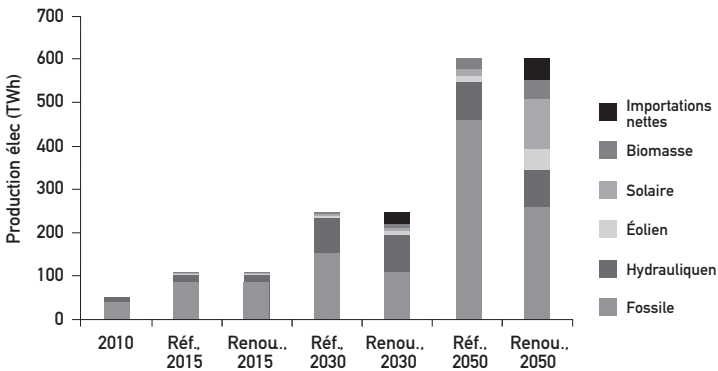
En 2030, la production totale provenant de la combinaison d'énergies fossiles inclura 94 TWh de gaz et 18 TWh de charbon. Il s'agit généralement de gaz associé, un produit à faible coût dérivé de la production de pétrole. Cet approvisionnement en gaz est limité aux pays ayant une importante production de pétrole. D'importants efforts sont déployés pour augmenter l'utilisation de ce type de gaz, dont une partie est actuellement brûlée en torchère. La production de gaz cesse quelques années après l'interruption de la production de pétrole.

La part des énergies renouvelables dans la production d'électricité était de 22 % en 2010. Dans le scénario ER, elle atteint 54 % en 2030. Les trois quarts de cette énergie renouvelable de 2030 proviennent de la production régionale d'hydroélectricité, complétée par celle importée d'Afrique centrale. Dans un scénario ER bénéficiant d'une augmentation des échanges commerciaux, la part de l'hydraulique (dans la région) et de l'hydraulique importé d'Afrique centrale est plus importante que dans un scénario MSQ. Le solaire et la biomasse commencent à se développer en 2030, mais le solaire, l'éolien et l'hydraulique (d'importation) n'augmentent vraiment de manière significative qu'après 2030. Tandis que les centrales à combustible fossile prédominent dans la période 2010-2020, la plupart des centrales ouvertes après 2020-2030 reposent sur l'énergie renouvelable. Ceci peut être dû au fait que les ressources d'énergie hydraulique seront épuisées après 2030.

Il est étonnant de constater que l'utilisation d'énergie éolienne et solaire ne soit pas plus développée avant 2030. Les données relatives au CMAE du tableau n° 2 expliquent ce résultat. Sur le marché de l'électricité rurale, les énergies renouvelables constituent l'option privilégiée. La taille de ce marché est toutefois limitée. Les systèmes d'énergie renouvelable centralisés sont confrontés aux mêmes coûts élevés de transport et de distribution que les

combustibles fossiles. Qui de plus est, la production d'énergie à partir de gaz associé à bas prix prédomine sur les plus grands marchés, à savoir, le Nigéria et la Côte d'Ivoire. La disponibilité de ce type de gaz dans les prochaines décennies doit être étudiée plus en détail. On relèvera également que les scénarios ne tiennent aucunement compte du prix du CO₂. L'analyse de sensibilité révèle que si l'on en tenait compte, la part des énergies renouvelables augmenterait encore davantage par rapport à celle des combustibles fossiles.

FIGURE 1
PRÉVISIONS D'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE, 2010-2050



La figure n° 2 montre le bouquet d'approvisionnement énergétique de chaque pays. Les bouquets varient considérablement d'un pays à l'autre. De même que le niveau de demande en énergie. Le Nigéria représente à lui seul environ 60% de la consommation totale d'électricité, suivi par le Ghana avec environ 10%. Le gaz est l'énergie prédominante au Nigéria, ce qui explique que la part du gaz de l'ensemble de la région soit si élevée.

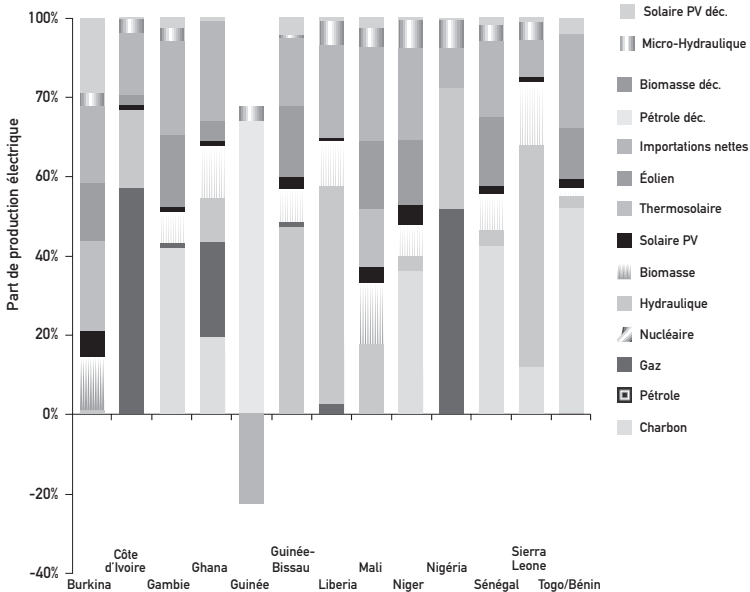
Cette série de simulations tient compte du nombre de projets d'exploitation minière prévus. Un grand nombre de ces exploitations sont situées dans des régions reculées, sans accès au réseau. Leurs options d'approvisionnement sont par conséquent limitées, les énergies renouvelables ayant un rôle majeur à jouer dans ce secteur. Les résultats suggèrent également que le charbon est peu

utilisé dans la production d'électricité. Une quantité de ce charbon est utilisé dans les régions côtières (charbon importé) et au Niger (qui possède des ressources nationales de charbon).

Les pays de l'intérieur privés d'accès au gaz et au charbon (Burkina Faso et Mali) investissent à différents degrés dans l'énergie thermo-solaire, quel que soit le cas.

La Guinée-Bissau est le seul pays exportateur net d'énergie hydraulique. Tous les autres pays sont des importateurs nets. De grandes quantités d'énergie hydraulique sont importées d'Afrique centrale.

FIGURE 2
BOUQUETS NATIONAUX D'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE,
SCÉNARIO ER, 2030



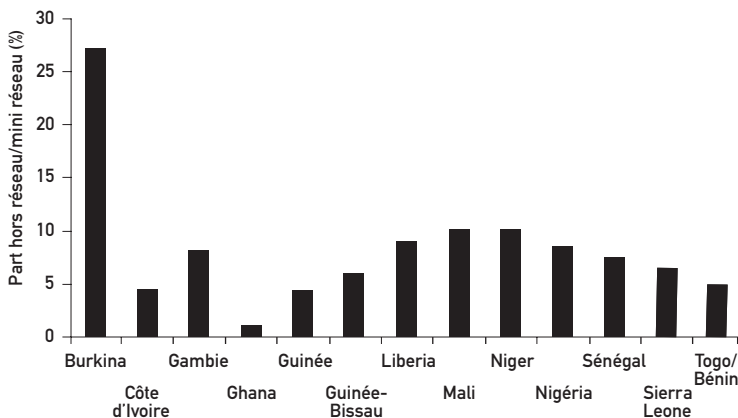
La figure n° 3 montre la part que représentent les options énergétiques décentralisées (hors réseau ou à travers des systèmes de mini-réseaux) dans l'approvisionnement total d'électricité. Cette part est généralement faible (moins de 10 %), sauf dans le cas du Burkina Faso où elle atteint 25 %. Coïncidant avec un faible

CMAE, la majeure partie de la demande du milieu rural est satisfaite grâce à l'énergie micro-hydraulique et photovoltaïque (voir également la figure n° 2). Cependant, cette demande reste assez faible dans tous les cas, de même que la part globale.

Les résultats dépendent des hypothèses, une analyse plus poussée étant nécessaire pour identifier les principales sensibilités et définir des stratégies solides. Cet outil est mis à disposition des décideurs de la région aux fins d'analyse de futurs scénarios. Un programme d'information organisé en collaboration avec les responsables du secteur énergétique devrait bientôt voir le jour dans la région. Il devrait permettre d'affiner davantage les résultats. Il sera suivi par une campagne de sensibilisation visant à développer l'utilisation de ce modèle dans la planification énergétique de la région.

FIGURE 3

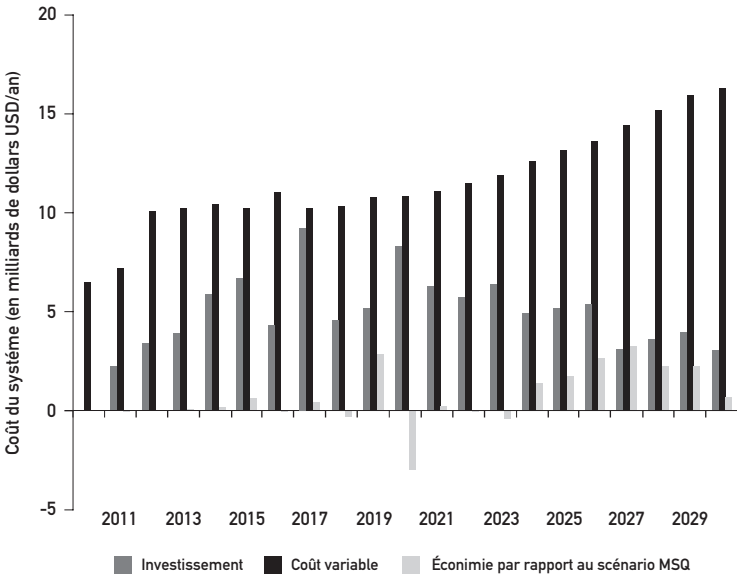
PART DES OPTIONS D'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE DÉCENTRALISÉES DANS LA PRODUCTION TOTALE D'ÉLECTRICITÉ, 2030



La figure n° 4 indique les coûts totaux non actualisés du système, dont les coûts d'investissement, d'exploitation, d'entretien et de combustible, pour le scénario ER. L'écart de coûts totaux entre les deux scénarios peut être interprété comme une économie découlant du cadre politique mis en place pour favoriser les échanges commerciaux dans la région et avec l'Afrique centrale, et de la

spectaculaire réduction des coûts d'investissement dans les technologies d'énergie renouvelable. La figure montre l'évolution de cette économie. Les plus grosses économies se produisent dans la période 2020-2030. La réduction totale du coût du système s'élève à 15,1 milliards de dollars sans actualisation et à 2,7 milliards de dollars avec un taux d'actualisation de 10 % appliqué sur les futures économies.

FIGURE 4
 COÛT DU SYSTÈME POUR LE SCÉNARIO ER. 2010-2030



4. CONCLUSIONS

Le logiciel MESSAGE a permis de développer une version révisée d'un modèle de système pour le pool énergétique de la CEDEAO. Par rapport aux modèles précédents de la région, cet outil inclut de nouvelles et importantes fonctionnalités qui ont permis de mieux représenter les marchés ruraux et urbains, les dernières technologies, les coûts de l'énergie renouvelable et le gaz associé. Les résultats présentés concernent deux modèles de scénario: un scénario de maintien

de statu quo et un scénario en faveur des énergies renouvelables. Dans un scénario ER bénéficiant d'une augmentation des échanges commerciaux, la part de l'hydraulique (dans la région) et de l'hydraulique importé d'Afrique centrale est plus importante que dans un scénario MSQ. La mise en place de politiques de soutien actives promouvant l'augmentation de la proportion d'éléments de fabrication locale et l'amélioration des niveaux de déploiement entraînera une réduction des coûts plus rapide. Le solaire, l'éolien et la biomasse commencent à se développer en 2030, mais l'énergie solaire et éolienne n'augmenteront vraiment de manière significative qu'après 2030. Les résultats indiquent que l'énergie renouvelable est appelée à jouer un rôle majeur dans le futur approvisionnement énergétique d'Afrique de l'Ouest. D'ici 2030, 54 % de l'approvisionnement énergétique reposera sur les énergies renouvelables. Le bouquet énergétique optimal varie selon les pays. L'expansion du réseau est la tendance prédominante, mais les solutions hors réseau et de mini-réseaux peuvent également jouer un rôle.

RÉFÉRENCES

- [1] CEDEAO, 2011. *Révision du plan directeur des moyens de production et de transport d'énergie électrique de la CEDEAO. Communauté économique des États d'Afrique de l'Ouest.*
- [2] IRENA, 2011a. *Abu Dhabi communique on renewable energy to accelerate Africa's development.* www.irena.org
- [3] IRENA, 2011b. *Scenarios and Strategies for Africa.* Document présenté à IRENA – Afrique. Consultations de haut niveau sur un partenariat visant à accélérer le déploiement des énergies renouvelables en faveur d'un développement durable. www.irena.org
- [4] IRENA, 2012a. *Prospects for the African power sector.* www.irena.org
- [5] IRENA, 2012b. *Prospects for the West African power supply.* En cours d'élaboration.

AUTEURS

Dolf Gielen. Directeur du Centre d'innovation et de technologie d'IRENA, Bonn, Allemagne.

Bruno Merven. Chercheur en chef, Université du Cap, Le Cap, Afrique du Sud.

Asami Miketa. Analyste en chef au Centre d'innovation et de technologie d'IRENA, Bonn, Allemagne.

www.irena.org

CADRE RÉGLEMENTAIRE ET MESURES INCITATIVES À L'ÉGARD DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

SOFÍA MARTÍNEZ
IDAE

RÉSUMÉ

Les énergies renouvelables sont amenées à jouer un rôle clé dans l'accès à l'énergie durable, y compris auprès des populations en croissance des pays en développement qui n'ont pas encore accès à l'énergie. Il est possible de disposer de technologies à prix compétitifs, à condition que leur évaluation tienne compte des coûts et bénéfices externes et que les subventions aux énergies conventionnelles soient supprimées. De nombreux pays ont entamé un processus de libéralisation et de restructuration de leurs systèmes énergétiques et industriels. Les techniques d'exploitation des énergies renouvelables se développent rapidement partout dans le monde grâce à une série d'aides financières. Nous sommes cependant encore loin d'exploiter pleinement tout leur potentiel car il existe plusieurs obstacles à leur pénétration sur les marchés. Il s'avère donc indispensable d'appliquer une combinaison de mesures: des politiques et des instruments financiers efficaces, un environnement réglementaire et une technique adéquate, des procédures administratives claires et effectives, des actions d'information et de sensibilisation du public, des programmes de recherche et

de développement axés sur l'innovation, l'entrée sur le marché de nouvelles technologies à prix compétitifs, ainsi que la constitution d'une équipe de professionnels pour concevoir, construire, exploiter et entretenir les systèmes. L'instauration de cadres réglementaires, juridiques et économiques novateurs, favorables au développement et au déploiement des SER, tendant à mettre à profit les capitaux et l'expertise du secteur privé, permettra de remodeler le futur bouquet énergétique mondial en y incorporant des sources plus propres, plus durables et plus sûres.

Mots clés: énergies renouvelables, obstacles, mesures incitatives, politiques, cadre réglementaire

1. INTRODUCTION: LA NÉCESSITÉ DE DISPOSER DE POLITIQUES DE SOUTIEN AUX SOURCES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES (SER)

Les technologies d'énergie renouvelable (TER) sont une nouveauté dans le système énergétique mondial. Elles livrent une bataille incessante contre les techniques conventionnelles d'approvisionnement en énergie qui sont ancrées dans le système (pétrole, charbon, gaz, nucléaire, etc.). La transition des combustibles fossiles aux SER oblige les gouvernements à stimuler l'expansion des énergies renouvelables au moyen de subventions et d'autres systèmes d'aide financière. Cet article analyse les principaux cadres réglementaires et les différentes aides économiques mises en place dans le monde.

Malgré une baisse substantielle du coût des TER et leur expansion au cours des dernières décennies, les énergies renouvelables se heurtent encore à de nombreux obstacles. Les aides publiques et privées ne suffiront pas à financer leur application à l'échelle industrielle. Dans de nombreux pays, l'expérience a démontré que sans la création d'un cadre juridique et réglementaire favorable, les SER sont condamnées à n'être qu'une petite niche de marché. Les études en la matière révèlent que l'ouverture d'un nouveau

marché est très sensible aux barrières administratives, aux difficultés d'accès au réseau ainsi qu'au risque de changement politique [1]. Les procédures bureaucratiques, les obstacles et les difficultés administratives d'accès au réseau sont susceptibles d'entraver le développement du marché, indépendamment du fait qu'il existe de bons programmes de soutien aux énergies renouvelables. Par conséquent, l'un des prérequis essentiels au développement des énergies renouvelables est l'élimination des barrières économiques, techniques, juridiques et administratives [2].

Les coûts associés à l'intégration des énergies renouvelables, qu'il s'agisse d'électricité, de systèmes de chauffage/climatisation, de combustibles gazeux ou de liquides, dépendent du contexte et du milieu, et s'avèrent généralement difficiles à évaluer [3]. Les politiques de soutien aux énergies renouvelables visent à faire tomber les barrières qui entravent leur exploitation, en définissant des règles de jeu équitables, en les rendant compétitives, en développant l'industrie locale et le marché des énergies renouvelables, en protégeant l'environnement et la santé, en diversifiant le bouquet énergétique et en améliorant l'indépendance énergétique ainsi que l'accès universel à l'énergie. Ces politiques doivent être conçues comme un premier soutien aux énergies renouvelables, leur permettant de rivaliser de manière indépendante avec les sources conventionnelles. Le soutien aux énergies renouvelables passe par la mise en place d'un cadre réglementaire favorable et de programmes d'aide directe, mais aussi par la création de mesures visant à réduire l'utilisation des combustibles fossiles (p. ex., la réduction du soutien aux énergies conventionnelles, souvent largement subventionnées, et l'internalisation des coûts externes actuellement assumés par la société).

Il n'existe malheureusement aucun cadre réglementaire idéal ni aucun régime d'aide adapté à toutes les TER et à tous les pays. Le choix des politiques de développement des SER dépend de nombreux facteurs (p. ex., les prix courants du marché, les prévisions de réduction du coût des TER, le budget disponible, la demande en énergie, les ressources locales, etc.). Il est donc nécessaire de combiner différents instruments politiques, en les adaptant à chaque technologie et à chaque pays. Cette combinaison d'instruments

devra évoluer avec la technologie. La mise sur pied et le suivi du système de soutien adopté est d'autant plus important. La fonctionnalité, la stabilité et la continuité des politiques et des systèmes de soutien choisis sont donc un élément crucial [4].

2. CADRE RÉGLEMENTAIRE

La réglementation, interprétée dans un sens très large, vise à garantir la concurrence équitable et l'efficacité économique, à s'attaquer aux problèmes d'iniquité et de défaillance du marché, et, le cas échéant, à protéger les consommateurs et/ou l'environnement. Les défis réglementaires sont nombreux, y compris ceux qui ont trait à [1] et [2]:

- Absence de plans énergétiques à long terme, sans objectifs définis en matière de SER.
- Procédures administratives inefficaces (nombre élevé d'autorités compétentes, manque de coordination entre les autorités compétentes, manque de transparence, longs délais, etc.).
- Structures de marché non adaptées aux SER.
- Un aménagement du territoire qui ne tient pas suffisamment compte des énergies renouvelables.
- Complexité des procédures d'autorisation et de recours en justice.
- Manque d'implication des parties prenantes dans le processus décisionnel.
- Manque d'expérience des décideurs.
- Difficultés d'accès et de raccordement au réseau.

Par conséquent, les gouvernements doivent s'engager en faveur du déploiement des énergies renouvelables car les marchés à eux seuls ne parviennent généralement pas à intégrer les SER de manière efficace. Les importants obstacles institutionnels qui subsistent sur les marchés de l'énergie et les subventions à long terme accordées aux combustibles et aux équipements traditionnels ont

empêché le déploiement des SER. Pour soutenir le développement des SER, les gouvernements disposent d'un large éventail de politiques leur permettant d'agir à la fois sur le prix des énergies fossiles et sur celui des énergies renouvelables, grâce notamment à la réforme des subventions et à l'instauration de taxes. Le soutien aux énergies renouvelables s'avère indispensable, non seulement pour intégrer les coûts externes (environnementaux, sociaux, de sécurité) liés à la production et consommation d'énergie, mais aussi parce qu'elles offrent de nombreux avantages (diversification du bouquet énergétique, diminution de la dépendance énergétique vis-à-vis de l'extérieur, réduction du risque associé à la volatilité du prix des combustibles, amélioration de l'environnement et de la santé, création d'emplois, croissance économique, etc.). L'instauration de mesures d'incitation adaptées aidera à combler l'écart de prix entre les énergies renouvelables et conventionnelles. Dans les années 90, seuls quelques pays bénéficiaient de politiques de soutien aux énergies renouvelables. Début 2011, le nombre de pays ayant adopté des objectifs ou des politiques liées aux énergies renouvelables était de 118 [5].

Pour constituer une part importante du bouquet énergétique, les énergies renouvelables doivent jouer un rôle de premier plan dans le processus de planification énergétique. D'après l'Agence internationale de l'énergie, les politiques adoptées devraient tenir compte de certains points clés [6] :

- La levée des barrières économiques et non économiques, dont les problèmes d'acceptation sociale des SER ;
- La mise en place d'un cadre de soutien prévisible, stable et transparent en faveur des SER, susceptible d'attirer l'investissement et de réduire les risques ;
- Afin de favoriser et de contrôler l'innovation technologique, les mesures d'incitation en faveur des SER diminueront progressivement, ce qui aura pour effet d'accélérer leur compétitivité sur le marché. Ces mesures devront concerner une technologie en particulier et s'appliquer en fonction de leur degré de maturité technologique.

Il est nécessaire de tenir compte des SER dès la configuration des réformes, et non lorsque que celles-ci seront en place. L'expérience a montré que la libéralisation du secteur énergétique avait la capacité d'attirer l'investissement privé et les producteurs d'électricité indépendants (PEI), lesquels sont essentiels au déploiement des SER. Il est également recommandé de conférer une valeur obligatoire aux objectifs SER des politiques de planification, afin de renforcer la confiance du secteur et d'encourager la participation des gouvernements (tel que l'objectif "3 x 20" du paquet sur l'énergie et le changement climatique adopté par l'Union européenne¹).

Les meilleures pratiques recueillies à travers le monde ont dévoilé une idée fondamentale: la présence d'un organisme indépendant unique, agissant en tant que régulateur et ayant autorité dans des domaines clés (fixation des tarifs, octroi de permis, contrôle) est essentiel au développement d'un secteur énergétique libéralisé, propice au bon déploiement des SER [7]. La réglementation des SER ne doit pas porter uniquement sur les questions classiques telles que le prix et la qualité, mais doit tenir compte du contexte plus large auquel renvoient le développement et la promotion des énergies renouvelables. En général, les cadres réglementaires performants en matière d'énergie renouvelable réunissent les caractéristiques suivantes:

- Ils sont conçus sur le long terme, consistants et dotés d'un mécanisme de paiement clair et prévisible (stabilité);
- Ils proposent un accès équitable et ouvert aux SER;
- Ils sont transparents et simples, et ont des coûts de transaction peu élevés;
- Ils incluent un volet de R et D et de renforcement des capacités (institutionnelles et techniques);
- Ils tiennent compte des objectifs socioéconomiques et des objectifs de développement à long terme;
- Ils encouragent la production décentralisée à petite échelle et incluent des dispositions visant à encourager la consommation de SER (facturation nette);
- Ils établissent des accords d'achat d'énergie pour les SER;
- Ils définissent un code de réseau pour garantir l'accès au réseau.

3. MESURES INCITATIVES À L'ÉGARD DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'intervention publique se traduit généralement par la mise en place de mesures d'incitation des SER à destination des producteurs et investisseurs, ainsi que par des obligations et autres mesures politiques non contraignantes. L'analyse documentaire révèle que pour garantir l'efficacité, en termes de coûts, et un haut degré de pénétration des SER, il est essentiel de définir des objectifs SER sur le long terme et de faire preuve de flexibilité face aux enseignements de l'expérience acquise [4]. Les régimes d'aide sont optimisés sur la base des pratiques exemplaires et des leçons retenues, de façon à améliorer constamment la formulation des politiques (ce qui semble plus efficace que de passer d'une politique à une autre). Il convient également d'exclure du budget de l'État le financement des régimes d'aide (pas d'incidences sur les modifications des politiques et/ou sur l'allocation des budgets).

Le défi qui se pose pour les décideurs consiste à attirer suffisamment de capitaux vers les projets de SER tout en minimisant le coût des politiques de soutien aux SER. Les mesures d'incitation en faveur des SER sont diverses et variées, et s'adressent à tous les secteurs et technologies d'utilisation finale de l'énergie (électricité, chauffage et transport). Cependant, la plupart des politiques actuelles relatives au déploiement des énergies renouvelables se concentrent sur le secteur de l'électricité. Ces politiques peuvent inclure des mesures d'incitation fiscale, telles que des aides à l'investissement ou des crédits d'impôt ; un financement public, tel que des prêts à taux réduit ; des réglementations, telles que les systèmes de tarifs de rachat, de quotas ou de facturation nette ; des subventions et des fonds directs au secteur R&D ; une aide à l'établissement d'une cartographie des ressources ; l'encouragement du secteur associatif, etc. Ces éventuels mécanismes de soutien ne sont pas incompatibles entre eux, mais leur efficacité varie énormément selon le pays/la région et le type de SER à promouvoir [2] [4] [7] [8].

3.1. MESURES INCITATIVES À L'ÉGARD DE L'ÉLECTRICITÉ VERTE (E-SER)

Comme le montre le tableau ci-dessous, les mesures incitatives en faveur de l'E-SER peuvent se diviser en quatre grandes catégories qui découlent de la comparaison entre les moments auxquels l'État est susceptible d'intervenir et les concepts réglementés par l'État. En général, les mécanismes de soutien les plus couramment utilisés pour obtenir un haut degré de pénétration sont les systèmes de tarifs de rachat et les certificats verts négociables (REC), auxquels s'ajoutent des obligations en matière de quotas et d'appels d'offres (voir tableau ci-dessous). Pour que ces mécanismes fonctionnent comme il se doit, il est indispensable de garantir l'accès au réseau pour l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable ainsi qu'un accès préférentiel. Sans quoi, les gestionnaires de réseau pourraient empêcher ou limiter l'accès aux producteurs d'énergie renouvelable [8]. L'adéquation des mécanismes de soutien à l'E-SER dépend de la maturité de l'industrie de l'E-SER, certains étant mieux adaptés que d'autres aux technologies moins abouties.

FIGURE 1
APERÇU DES RÉGIMES D'AIDE

	RÉGIME AXÉ SUR LES PRIX	RÉGIME AXÉ SUR LA QUANTITÉ
Centré sur l'investissement	Aides à l'investissement Avantages fiscaux Prêts à taux réduit	Appels d'offres
Centré sur la production	Tarifs et primes de rachat Accords d'achat d'énergie Facturation nette	Appels d'offres Quota obligatoire

3.1.1.1. TARIFS DE RACHAT

Les tarifs de rachat garantissent une rémunération fixe par unité d'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable. Les tarifs de rachat doivent être suffisamment élevés pour garantir le recouvrement à long terme des frais d'une technologie donnée.

Cette aide peut être fixée, les producteurs ne participant pas au marché de l'électricité (tarifs de rachat fixes) et vendant de l'électricité sous le régime de l'obligation d'achat, généralement imposé au gestionnaire du réseau. Ou bien les producteurs complètent leurs revenus en vendant de l'électricité sur le marché traditionnel de l'électricité, en percevant une prime qui vient s'ajouter au tarif de base (primes de rachat). Par rapport aux tarifs de rachat, les systèmes de primes de rachat offrent une compatibilité accrue avec le marché de l'électricité car les producteurs de SER réagissent aux signaux du marché. Les modèles de primes de rachat peuvent être introduits parallèlement à d'autres systèmes, afin de produire des intervalles permettant de passer des primes de rachat à une autre alternative. En Espagne, par exemple, les producteurs peuvent décider chaque année du type de système d'aide qu'ils souhaitent utiliser, de tarifs ou de primes de rachat [9]. Dans les deux cas, le surcoût est répercuté sur le consommateur final. La conception des systèmes de tarifs et de primes de rachat peut inclure d'autres caractéristiques [10]:

- Des tarifs fixés pour une période suffisamment longue, généralement de 10 à 30 ans;
- Des tarifs adaptés aux technologies, pour éviter que les technologies moins coûteuses ne génèrent des bénéfices abusifs;
- Des prix échelonnés en fonction des conditions du site, pour éviter que les projets réalisés sur les sites les plus favorables ne génèrent des bénéfices abusifs;
- Des tarifs fixes ou dégressifs régulièrement révisés pour les nouvelles installations, afin de tenir compte de l'apprentissage technologique et d'éviter tout phénomène de surcompensation;
- Types de prime: fixe, maximale, minimale (tel qu'en Espagne), ou progressive (tel que le "plancher flexible" en Allemagne).

Jusqu'à présent, les systèmes de tarifs et de primes de rachat se sont avérés être les systèmes d'aide les plus efficaces et performants dans la promotion de l'E-SER.

3.1.2. OBLIGATIONS EN MATIÈRE DE QUOTAS

Les obligations en matière de quotas, également appelés "obligations en matière d'énergie renouvelable" ou "normes de portefeuille d'énergie renouvelable" exigent que le bouquet énergétique contienne une part minimale de SER afin de garantir qu'une partie de l'électricité soit produite à partir d'énergies renouvelables, via la création d'un marché distinct pour ces obligations. Des certificats négociables sont attribués pour chaque unité produite à partir d'E-SER et achetée par les personnes amenées à respecter les quotas d'E-SER. Ces obligations peuvent être imposées aussi bien aux consommateurs, qu'aux distributeurs ou aux producteurs. Les obligations de quotas trop faibles ainsi que des sanctions trop légères ou mal appliquées entraînent une dévalorisation de l'E-SER sur le marché, ce qui a pour effet de freiner le lancement de nouveaux projets E-SER [10] [11].

3.1.3. APPELS D'OFFRES OU ADJUDICATIONS CONCURRENTIELLES

Au moyen des appels d'offres, l'État ou une autre institution (p. ex., les gestionnaires de réseau) déterminent la capacité d'implantation des SER pour une période déterminée, en choisissant l'option la moins coûteuse (offre retenue). Dans la plupart des cas, les appels d'offres précisent la capacité et/ou la production à atteindre ainsi que le prix maximal de l'unité d'énergie. Ils peuvent se rapporter à une technologie, un projet ou un site concret ou à plusieurs secteurs de la production locale. En règle générale, les parties signent un contrat de longue durée (accord d'achat d'énergie). Ils peuvent inclure des sanctions de non-conformité, afin d'éviter la soumission d'offres excessivement basses ou de projets excédant les délais fixés. En vue d'éviter un développement irrégulier de l'industrie des SER, il est souhaitable d'assurer la continuité et la prévisibilité des appels sur le long terme [10].

3.1.4. AVANTAGES FISCAUX ET AUTRES

Leur but est de promouvoir les énergies renouvelables au moyen d'aides à l'investissement, de prêts à taux réduit et d'autres mesures fiscales telles que les déductions fiscales ou les régimes

d'amortissement flexibles. Même s'ils peuvent constituer le régime d'aide principal, tel que dans le cas des biocombustibles, ils sont le plus souvent utilisés comme outil ou mesure complémentaire.

Il existe toutefois d'autres facteurs, déterminants dans le déploiement de l'E-SER, qui auront un impact considérable sur l'efficacité des régimes d'aide. C'est le cas des politiques visant à réduire les barrières administratives et les difficultés d'accès au réseau, mais aussi de celles qui privilégient une conception des marchés de l'énergie plus souple et intégrée, adaptée aux caractéristiques de l'E-SER. La plupart du temps, les SER sont géographiquement dispersées et se trouvent souvent éloignées des centres de consommation. Les coûts associés à la nécessité de renforcer le réseau en l'adaptant aux centrales utilisant des sources d'énergie renouvelables, notamment des sources intermittentes éoliennes et solaires, constitue un important obstacle technique au déploiement de l'E-SER. D'après la directive sur les énergies renouvelables [12], les pays de l'UE doivent veiller à ce que les gestionnaires des réseaux de transport et de distribution garantissent le transport et la distribution de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable et prévoient soit un accès préférentiel (les producteurs d'énergie renouvelable raccordés seront sûrs de vendre et de distribuer leur électricité), soit un accès garanti au réseau (toute l'électricité verte vendue et bénéficiant d'une aide a accès au réseau).

L'introduction d'une obligation d'achat est cruciale pour les régimes d'aide de l'E-SER, car elle privilégie l'achat d'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable au détriment de celle produite à partir d'autres sources. Il faudrait obliger les gros acheteurs habituels d'électricité à acheter et distribuer l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable admissibles, en garantissant aux producteurs la vente de chaque unité produite, ce qui permettrait d'augmenter la sécurité de l'investissement et de faire face à l'intermittence des SER. Il existe des obstacles non économiques à surmonter pour faire en sorte que les régimes d'aide soient performants. Parmi ceux-ci figurent:

- Des mécanismes d'agrément à guichet unique.
- Les délais de réponse et le taux d'approbation.
- Des procédures lourdes qui augmentent le risque et les coûts.
- Des lignes directrices précises concernant les procédures d'agrément.
- Des zones préaffectées à l'objectif retenu pour une capacité SER.
- L'augmentation de la capacité du réseau et l'amélioration de la gestion des sources intermittentes.
- Des procédures de raccordement au réseau transparentes et la répartition des coûts.

3.2. MESURES INCITATIVES À L'ÉGARD DE LA PRODUCTION DE CHALEUR À PARTIR D'ÉNERGIES RENOUVELABLES (C-SER)

La conception des politiques relatives à la production de chaleur à partir d'énergies renouvelables diffère de celle des politiques d'électricité verte en ce qu'il existe de grandes différences entre la fourniture de chaleur et d'électricité. La nature hétérogène des combustibles de chauffage implique l'existence de divers groupes d'entreprises qui approvisionnent le marché. La demande, quant à elle, reste fragmentée et difficile à cibler [13]. Les mécanismes de soutien au chauffage renouvelable n'ont pas connu le même développement que ceux en faveur de la production d'électricité. Par rapport à l'électricité et au secteur des transports, le marché de production de la C-SER n'a connu qu'un développement modeste. Ceci peut s'expliquer par l'absence, ces dix dernières années, d'un cadre de soutien stable en faveur des SER du secteur du chauffage, sur le plan européen et parfois même national [11].

Il existe un large éventail de mesures pouvant soutenir l'expansion de la C-SER. Elles peuvent être classées en fonction de l'approche retenue pour lever les barrières actuelles [13]:

- Mesures d'ordre financier ou fiscal. D'ordinaire, les capitaux proviennent du budget de l'État.

- Mécanismes de subvention/d'investissement. Le mécanisme de soutien au chauffage renouvelable le plus largement utilisé à ce jour par l'OCDE est la subvention directe des frais d'installation des systèmes de chauffage renouvelable [8].
- Marchés publics: inciter ou imposer l'adoption de technologies C-SER dans les bâtiments publics.
- Mécanismes semblables à ceux utilisés pour l'E-SER: quotas, systèmes de tarifs ou de primes, appels d'offres.
- Mesures à caractère fiscal, prélèvements et prêts à taux réduit.
- Soutien aux activités de recherche, de développement et de démonstration.
- Mesures d'ordre non financier.
 - Obligations d'utilisation. C'est le cas de l'énergie solaire, dont l'utilisation obligatoire a désormais été adoptée par un certain nombre de pays, de régions et de communes du monde entier. En 2006, par exemple, le gouvernement espagnol a adopté un Code Technique du Bâtiment obligeant les propriétaires de bâtiments neufs ou en cours de rénovation à produire entre 30 et 70 % de leur demande en eau chaude sanitaire à partir d'énergie thermosolaire [14]. Il existait depuis longtemps des arrêtés municipaux relatifs à l'énergie solaire, mais depuis 2006, plus de 70 communes ont adopté d'autres arrêtés semblables. Ces obligations municipales en faveur de l'énergie solaire resteront en vigueur tant qu'elles seront plus strictes que les obligations nationales.
 - Développement des compétences, de l'éducation et de la formation.
 - Information, sensibilisation et promotion.

3.3. MESURES INCITATIVES À L'ÉGARD DU TRANSPORT SER

L'obligation d'employer un mélange de combustible, les subventions aux biocombustibles et les exonérations fiscales font partie des principaux outils politiques mis en place pour stimuler la demande en biocombustibles. Grâce à l'obligation d'employer un mélange, les distributeurs sont légalement tenus d'ajouter un pourcentage de biocombustibles à leurs combustibles classiques. Ce type d'obligation

existe désormais dans 31 pays, à l'échelle nationale, et dans 29 états/provinces à travers le monde. Il existe des exonérations de la taxe sur les combustibles et des subventions à la production dans au moins 19 pays [5]. L'intérêt porté à la viabilité des biocombustibles et aux normes environnementales s'est également accru ces dernières années, notamment grâce à la directive sur les énergies renouvelables de l'UE [12].

Des politiques en faveur du développement des véhicules électriques (VE) commencent à voir le jour, bien qu'elles n'exigent pas pour autant l'utilisation d'électricité d'origine renouvelable. Plusieurs pays ont annoncé des objectifs visant à produire, au total, plus de 20 millions de véhicules électriques à batterie (VEB) d'ici 2020 [5]. Leur développement est étroitement lié aux projets de réseaux intelligents et de villes intelligentes.

4. CONCLUSIONS

Ces dernières années, les sources d'énergie renouvelable ont pris de plus en plus d'importance dans les systèmes énergétiques mondiaux, mais nous devons redoubler d'efforts pour accélérer leur déploiement à l'échelle mondiale. Les technologies à combustibles fossiles sont encore fortement subventionnées, ce qui fausse le marché, au préjudice des énergies renouvelables. Les autres défis auxquels font face les SER, tels que leur capacité de stockage et d'acheminement, les empêchent de rivaliser avec les technologies conventionnelles sans intervention réglementaire (élimination du risque par la suppression des barrières). La première des choses à faire est de supprimer les subventions aux combustibles fossiles là où elles existent, tout en respectant la dimension sociale de la tarification de l'énergie. Le degré de soutien nécessaire dépend, dans une large mesure, des obstacles non économiques et non liés à l'état qui entravent le déploiement des SER, du type de soutien, mais aussi des risques encourus par les investisseurs privés. L'élimination de certaines barrières et l'exclusion du budget de l'État du financement de ces régimes d'aide

permettra de réduire les coûts qui y sont associés et d'accélérer le développement des projets SER [11].

Il a été démontré que le degré de développement du secteur des SER des différents pays dépend de leurs politiques d'incitation. Les pays ayant inclus des objectifs obligatoires en matière de SER dans leurs plans énergétiques nationaux, dotés de politiques stables sur le long terme et d'initiatives en faveur des SER, sont les seuls à avoir connu une forte pénétration des SER et à avoir développé une industrie locale solide. Le régime d'aide doit être maintenu suffisamment longtemps pour aboutir à un horizon de planification stable et doit resté inchangé sur toute la durée du projet. Le fait d'ajuster les régimes d'aide en s'inspirant de données empiriques et des politiques de soutien améliorées peut s'avérer plus efficace que de passer d'un régime à un autre.

Le choix et la conception des régimes d'aide aux SER doit établir une distinction entre les sources, les usages et les technologies, afin de garantir un équilibre entre le développement de technologies à coût élevé et le déploiement de technologies à moindre coût, à un rythme adapté. Pour qu'ils soient performants, les mécanismes d'incitation et les degrés de soutien doivent être compatibles avec la production et les coûts technologiques des SER, et s'appuyer sur des hypothèses réalistes de calcul du coût d'investissement. S'il est vrai que le développement d'un type de technologie diffère d'un pays à l'autre, il ne faut pas oublier que la situation du marché mondial compte également pour beaucoup dans l'élaboration des politiques nationales. Ainsi, l'apprentissage par l'expérience, l'échange de pratiques exemplaires et le partage des informations sur la technologie profitera à tous les acteurs impliqués dans la promotion des SER, en leur permettant de choisir les moyens les mieux adaptés à leur situation nationale.

NOTES

1. En janvier 2008, la Commission européenne a proposé des textes de loi afin d'atteindre les objectifs établis pour décembre 2008 par le Parlement européen et le Conseil et qui ont été adoptés en juin 2009. Le paquet intégré des mesures sur l'énergie et le changement climatique contient quatre normes: la réforme et le renforcement du Système d'échange de quotas d'émissions (SCEQE), une «décision sur la répartition de l'effort» régulant les émissions des secteurs non couverts par le SCEQE, des objectifs nationaux en faveur des énergies renouvelables qui, dans leur ensemble, feront monter la moyenne des quotas des énergies renouvelables dans l'UE à 20% d'ici à 2020; ainsi qu'un cadre légal qui favorise le développement et l'utilisation sécurisée du captage et stockage du carbone.

RÉFÉRENCES

- [1] FORUM ÉCONOMIQUE MONDIAL, 2011. *Developing renewable energy capacity – addressing regulatory and infrastructure challenges in emerging markets*. Initiative *Scaling Up Renewables* du Forum économique mondial en collaboration avec PricewaterhouseCoopers. Avril 2011
- [2] KLESSMANN, 2011. Klessmann C, *Increasing the effectiveness and efficiency of renewable energy support policies in the European Union*, Thèse de l'Institut Copernicus de l'Université d'Utrecht sur le développement durable et l'innovation. Bochum, 2011
- [3] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2012. Sources d'énergie renouvelable et atténuation des changements climatiques. Rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Service d'assistance technique au groupe de travail III. Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique (PIK). Cambridge University Press, 2012
- [4] HAAS ET AL., 2004. Haas R, Eichhammer W, Huber C, Langniss O, Lorenzoni A, Madlener R, Menanteau P, Morthorst P E, Martins A, Oniszk A, Schleich J, Smith A, Vass Z, Verbruggen A, *How to promote renewable energy systems successfully and effectively*. Energy Policy, 2004, vol. 32, numéro 6, pages 833-839
- [5] REN21, 2011. *Renewables 2011 Global Status Report*. Secrétariat du REN21. Paris, 2011
- [6] Agence internationale de l'énergie, 2008. *Deploying renewables. Principles for effective Policies*. En soutien au plan d'action du G8. OCDE/AIE Paris, 2008
- [7] USAID, 2011. *Encouraging renewable energy development: A handbook for international energy regulators*. Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), Association nationale des commissaires à la réglementation des services publics (NARUC) et Pierce Atwood LLP, 2011
- [8] Agence internationale de l'énergie, 2011. *Renewable energy policy considerations for deploying renewables*. Document d'information. OCDE/AIE Paris, 2011
- [9] Journal officiel de l'État espagnol 2007. Décret royal 661/2007 du 25 mai portant règlement sur l'activité de production d'énergie électrique du régime spécial. Madrid, 2007
- [10] ECOFYS, 2008, de Jager D, Rathmann M, *Policy instrument design to reduce financing costs in renewable energy technology projects*. ECOFYS dans le cadre de

- l'accord de mise en œuvre de l'AIE sur le déploiement des technologies d'énergie renouvelable (AMO-DTER) Utrecht, 2008
- [11] HAAS ET AL., 2011. Ragwitz M, Held A, Breitschopf B, Rathmann M, Klessmann C, Resch G, Panzer C, Busch S, Neuhoff K, Junginger M, Hoefnagels R, Cusumano N, Lorenzoni A, Burgers J, Boots M, Konstantinavičiute I, Weöres B, *D8 Report: Review report on support schemes for renewable electricity and heating in Europe*. Rapport rédigé dans le cadre du projet de recherche européen *Restructuration des énergies renouvelables – Énergie intelligente pour l'Europe*, ALTENER, janvier 2011
- [12] Journal officiel de l'Union européenne, 2009. Directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE. Bruxelles, 2009
- [13] CONNOR ET AL., 2009. Connor P, Bürger V, Beurskens L, Ericsson K, Egge C. *Overview of RES-H/RES-C Support Options. D4 of WP2 from the RES-H Policy project*. Rapport élaboré dans le cadre du projet EIE d'élaboration de politiques destinées à améliorer la pénétration des C/C-SER dans les États membres de l'Union européenne (politique C-SER). Université d'Exeter, mai 2009
- [14] Journal officiel de l'État espagnol, 2006. Décret royal 314/2006 du 17 mai portant approbation du Code Technique du Bâtiment. Madrid, 2006

AUTEUR

Sofía Martínez. Département des Relations Internationales, IDAE.

www.idae.es

POLITIQUE EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES DE LA CEDEAO (PERC)

HYACINTH ELAYO, MARTIN LUGMAYR,
DAVID VILAR, MAHAMA KAPPIAH
CEREEC

RÉSUMÉ

La Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) est confrontée à des défis importants en termes de fourniture d'énergie. Malgré les vastes ressources énergétiques de ses 15 États membres, la région présente un taux d'accès global aux énergies modernes très faible. Cette situation freine l'activité économique, la prestation de services sociaux de base et la réduction de la pauvreté, ainsi que la réalisation des objectifs du millénaire pour le développement (OMD). Les États membres de la CEDEAO ont pleine conscience que pour atteindre les objectifs fixés en matière d'accès à l'énergie et la sécurité énergétique il faut non seulement augmenter l'utilisation des énergies renouvelables, mais aussi leur efficacité. Tout ceci a conduit les ministères en charge de l'Énergie des pays membres de la CEDEAO à adopter en octobre 2012 des politiques régionales en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, visant à orienter les efforts de la région dans l'emploi de technologies et de ressources d'énergies renouvelables. Ces politiques contribuent également à atteindre les objectifs du Millénaire pour le développement

et ceux au niveau national, ainsi que les trois objectifs fixés par l'initiative " Énergie durable pour tous " : garantir un accès universel à des services énergétiques modernes, doubler le taux d'amélioration de l'efficacité énergétique à l'échelon mondial et doubler la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique mondial. Cet article présente les éléments clés de la Politique en matière d'énergies renouvelables de la CEDEAO (PERC).

Mots clés : CEDEAO, énergies renouvelables, politique

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de la grave crise énergétique à laquelle doit faire face la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), les quinze États membres ont exprimé le besoin d'intégrer les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique à leurs politiques nationales. Dans ce contexte, les pays ont convenu d'accroître la coopération et l'intégration à l'échelon régional pour accélérer ce processus. Les directives de l'Union européenne relatives aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique ont montré que l'intégration régionale peut être un outil efficace pour déclencher les actions nécessaires à l'échelon national. Par conséquent, les États membres de la CEDEAO ont créé en 2010 le Centre de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (CEREEC). En vertu de son mandat, le CEREEC a conduit le processus de développement et de mise en œuvre de la Politique en matière d'énergies renouvelables de la CEDEAO (PERC), élaborée par le CEREEC avec l'assistance technique d'Innovation Énergie Développement (IED). Le document de politique, basé sur un rapport de référence complet sur les énergies renouvelables dans la CEDEAO, a été adopté par les ministères de l'Énergie de la CEDEAO en octobre 2012.

2. LES DÉFIS ÉNERGÉTIQUES EN AFRIQUE DE L'OUEST

L'état actuel du système énergétique entrave le développement social, économique et industriel de toute la région. Les pays font face simultanément à plusieurs défis étroitement liés : accès à l'énergie, sécurité énergétique et atténuation du changement climatique. Les pénuries d'électricité en zone urbaine et l'accès très limité à des services énergétiques modernes, abordables et fiables dans les zones rurales sont étroitement liés à un ensemble de problèmes économiques, sociaux, environnementaux et politiques.

2.1. PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Dans les scénarios "au fil de l'eau", sans aucun investissement massif supplémentaire, la précarité énergétique et ses conséquences sur l'économie et la société représenteront toujours en 2030 un défi de taille pour la région de la CEDEAO. L'Afrique de l'Ouest, avec une population de près de 300 millions d'habitants, soit environ le tiers de la population du continent, possède l'un des taux de consommation d'énergie moderne les plus bas au monde. Il existe des inégalités criantes entre les zones urbaines et rurales en matière de prix de l'énergie et de revenus, ainsi qu'entre différentes classes sociales, un phénomène que l'on rencontre dans nombre de pays en développement. En Afrique de l'Ouest, les pauvres en zones urbaines et rurales dépensent proportionnellement une part plus importante de leurs revenus pour une énergie de mauvaise qualité que les classes aisées qui profitent également d'une meilleure qualité de service. Alors que les zones urbaines ont tendance à utiliser des solutions énergétiques diversifiées (électricité, charbon de bois, pétrole, etc.), les zones rurales dépendent toujours de la biomasse traditionnelle pour satisfaire leurs besoins énergétiques pour la cuisine et l'éclairage.

En 2009-2010, on estimait que près de 175 millions de personnes n'avaient pas accès à l'électricité, dont 25 % vivant en zone urbaine et 75 % en zone rurale. Dans certains pays, moins de 10 % de la population rurale ont accès à l'électricité. Selon les scénarii les plus optimistes, on estime que 75 % de la population sera raccordée

au réseau électrique d'ici à 2030. Ainsi, près de 150 millions de personnes et 58 % des localités de la région de la CEDEAO n'auront aucun accès à l'électricité. Si cette tendance se confirmait, la région serait loin d'atteindre un objectif d'accès universel.

Le secteur privé se montre peu enthousiaste à l'idée d'investir dans l'électricité en zone rurale à cause de la faible consommation, des capacités de paiement limitées et des coûts élevés de production au gasoil. La plupart des gouvernements ont donc mis en place des agences d'électrification rurales (AER) ainsi que des fonds d'électrification rurale (FER) pour promouvoir l'électrification rurale décentralisée. Cependant, en raison d'une expertise technique et financière insuffisante, ceux-ci n'ont pas encore un impact important.

Dans le même temps, si l'on considère la situation énergétique dans son ensemble, la biomasse traditionnelle (bois de feu et charbon de bois) représente la majeure partie de la consommation finale d'énergie, atteignant 70 à 85 % dans certains pays. Malgré les efforts réalisés pour promouvoir l'utilisation du GPL dans les zones urbaines, le charbon de bois est préféré au bois de feu pour sa meilleure combustion et ses coûts de transports moindres, mais la transformation du bois de feu en charbon de bois est inefficace. La population rurale utilise le bois de feu dans les foyers traditionnels. La population et l'urbanisation croissantes ont donc un impact profond sur les forêts et les savanes boisées, ce qui demande des mesures d'amélioration rigoureuses. L'utilisation du bois de feu a également des conséquences néfastes sur la santé et la qualité de vie des populations rurales et urbaines, en particulier pour les femmes et les enfants.

2.1.1. TAUX D'ACCÈS RÉEL DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO

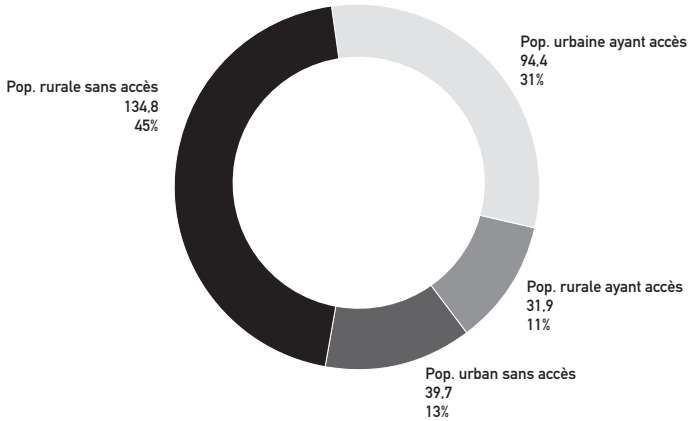
La situation réelle de l'accès à l'énergie est résumée dans les graphiques suivants. Ils s'appuient sur des données tirées du rapport du PNUD sur l'accès général à l'énergie dans la région de la CEDEAO, PNUD Dakar —Projet régional visant la précarité énergétique— 2011. Quelques erreurs factuelles et de compilation ont été corrigées, notamment le taux d'accès national au Mali, 28 % au lieu de 17 %, et le taux d'accès régional à l'électricité, 42 % au lieu de 27 %.

FIGURE 1

ANALYSE DE L'ÉTAT DE L'ACCÈS À L'ÉLECTRICITÉ DANS LA CEDEAO

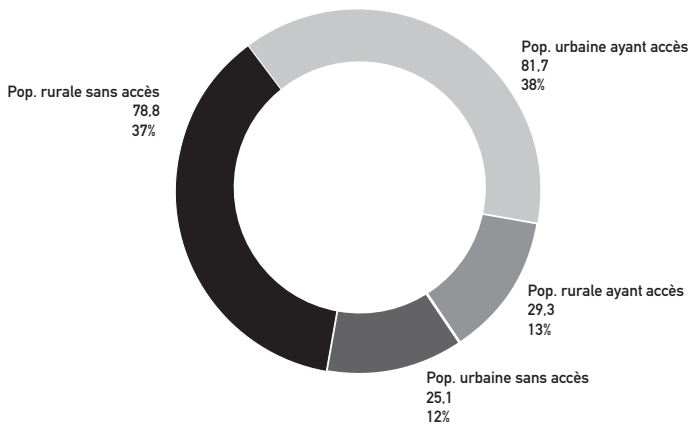
1.1. ÉTAT DE L'ACCÈS DANS LA CEDEAO EN 2009

300,7 millions d'habitants

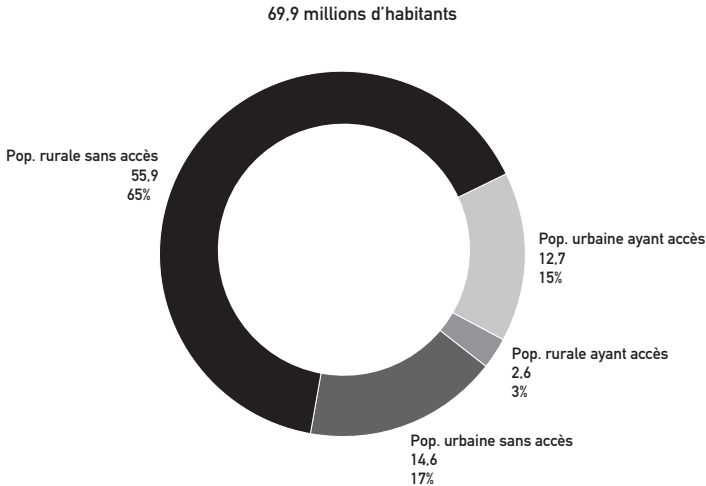


1.2. ÉTAT DE L'ACCÈS AU NIGÉRIA, GHANA, CÔTE D'IVOIRE, SÉNÉGAL ET CAP-VERT (>30%)

2009-230,8 millions d'habitants



1.3. ÉTAT DE L'ACCÈS DANS LES AUTRES PAYS DE LA CEDEAO EN 2009



Dans la région de la CEDEAO, 19 % de la population rurale a accès à l'électricité, principalement dans les grands centres ruraux et dans quelques localités situées sous les lignes électriques. 81 % de ces populations rurales n'ont donc aucun accès. En 2009, six pays disposaient déjà d'un taux d'accès national à l'électricité élevé, supérieur à 30 % : le Cap-Vert (87 %), le Ghana (66,7 %), le Nigéria (50 %), la Côte d'Ivoire (47,3 %) et le Sénégal (42 %). Dans ces pays, 25,1 millions de personnes vivant en ville et 78,8 millions de personnes vivant en zone rurale n'avaient pas accès à l'électricité en 2009. Dans les 10 pays restants, seuls 18 % de la population en moyenne avaient accès à l'électricité, dont la majorité vivant dans des zones urbaines (83 %). 82 % de la population totale vivent sans accès à l'électricité, dont 80 % en milieu rural.

2.2. SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE

En Afrique de l'Ouest, les systèmes électriques doivent faire face à des défis résultant de l'écart croissant entre la demande prévue, les capacités d'approvisionnement existantes et les ressources financières limitées. De plus, les pertes électriques survenant durant la

production, le transport et la distribution sont très élevées, ce qui aggrave le problème. Les pénuries en électricité provoquent régulièrement des ruptures de service et des délestages, lesquels ont un coût économique et social énorme. La dépendance croissante aux importations de combustibles fossiles, les pénuries et la fluctuation du prix des combustibles fossiles sont une préoccupation majeure des pays d'Afrique de Ouest, laquelle appelle une diversification des sources. Dans certains pays, plus de 90 % de la production électrique utilise du gasoil ou du fioul lourd coûteux. Par conséquent, les augmentations et les fluctuations incessantes des prix du pétrole ont des conséquences économiques désastreuses pour la région.

La structure des tarifs de consommation n'est pas très rationnelle. Le tarif moyen est de 13,6 c€/kWh, voire beaucoup plus dans certains pays. Ceci est dû en grande partie à la dépendance croissante au pétrole pour la production. Le coût de production moyen d'une centrale thermique au fioul est de 20,4 c€/kWh. Pourtant, dans la plupart des pays de la région, les coûts facturés aux consommateurs (particuliers, commerces, industries) ne permettent pas le recouvrement intégral des coûts. Cela conduit à distribuer une électricité largement subventionnée aux différents consommateurs, quels que soient leurs revenus. La question des coûts de raccordement élevés reste encore sans réponse, ce qui exclut du réseau de nombreux ménages parmi les plus pauvres.

Pour la plupart des petits pays importateurs de pétrole de la région, les coûts de la production électrique sont élevés, en partie à cause de la dépendance au gasoil et au fioul lourd, de plus en plus cher. En conséquence, les tarifs sont soit très élevés, soit largement subventionnés, ce qui pèse lourdement sur les budgets nationaux. Les compagnies d'électricité publiques souffrent souvent d'une mauvaise gestion, ce qui entraîne un fonctionnement moins efficace et une viabilité financière réduite. Ces compagnies restent insuffisamment capitalisées, ce qui restreint fortement leur capacité à accéder aux marchés financiers pour des projets d'entretien et d'investissements.

2.3. CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique est une préoccupation supplémentaire, laquelle s'ajoute au programme énergétique déjà bien chargé de la région de la CEDEAO. L'Afrique de l'Ouest n'est responsable que d'une fraction minime des émissions de gaz à effet de serre liées à la production énergétique. Cependant, le secteur énergétique sera sérieusement touché par les coûts d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques dans les décennies à venir. Les risques liés au changement climatique et le besoin d'un approvisionnement énergétique fiable et abordable pour assurer la sécurité énergétique et l'accès à l'énergie créent un véritable dilemme. D'une part, il est urgent d'investir. De l'autre, un accroissement de l'approvisionnement énergétique basé sur des technologies de combustion des combustibles fossiles, peu coûteuses, mais inefficaces, augmentera les émissions de Gaz à Effet de Serpe (GES) et les effets qui pénaliseront avant tout l'Afrique subsaharienne. Les investissements dans de nouvelles infrastructures énergétiques ont une longue durée de vie et détermineront les émissions de GES pour les 20 à 30 prochaines années. Les conséquences du changement climatiques (hausse de la température, phénomènes météorologiques extrêmes, sécheresses) mettront la sécurité énergétique des pays de la CEDEAO à l'épreuve et doivent être intégrées dans la planification de la politique énergétique. Ceci est particulièrement important en ce qui concerne l'énergie hydraulique, en raison des possibles changements de régime pluviométrique et de débits des cours d'eau.

3. CADRE POLITIQUE EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Dans la région, les structures et les cadres institutionnels, réglementaires, légaux et tarifaires en matière d'énergies renouvelables n'existent pratiquement pas ou sont rarement mis en œuvre. À ce jour, il n'existe que de rares avantages pour les capitaux privés à investir dans les énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest. Les investissements dans ce domaine ont été largement financés par l'aide publique au développement (APD). Les belles réussites de

producteurs d'énergie indépendants (PPI) sont la plupart du temps liées à la production d'énergie par le gaz naturel. Si l'on considère les choses dans leur ensemble, sur un investissement total de 1,92 milliard d'euros dans le secteur énergétique de la CEDEAO, les investissements dans les énergies renouvelables ne représentent que 5 % de cette somme et les investissements des PPI, 3,5 %. Les nouveaux projets d'énergie éolienne et solaire par le biais des PPI au Cap-Vert sont peut-être le signe précurseur d'un changement. Les investisseurs veulent de la transparence (compréhension aisée et libre concurrence), de la visibilité à long terme, des garanties et de la cohérence. De tels cadres restent à développer.

4. CONTEXTE DE CRÉATION DE LA PERC

L'élaboration de la Politique en matière d'énergies renouvelables de la CEDEAO doit être intégrée à l'ensemble des politiques et de stratégies régionales et internationales récentes :

- Le libre blanc de la CEDEAO pour une politique régionale visant à accroître l'accès aux services énergétiques dans les zones périurbaines et rurales d'ici 2015.
- L'initiative des Nations unies, intitulée "Énergie durable pour tous (SE4ALL)".
- Le schéma directeur révisé de l'EEEOA visant à la création d'un marché de l'énergie régional intégré.
- L'initiative de l'UEMOA/IREN pour une énergie durable
- Les initiatives du CILSS sur le PV et la biomasse traditionnelle.

5. OPPORTUNITÉS ET TENDANCES PROMETTEUSES

5.1. DÉVELOPPEMENT DE POLITIQUES NATIONALES EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Plusieurs pays ont adopté ou élaborent actuellement, une politique en matière d'énergies renouvelables en proposant des structures

institutionnelles favorables. Cependant, seuls quelques-uns ont instauré des mesures concrètes pour les mettre en œuvre. Dans la plupart des pays, les responsables de la mise en œuvre des politiques en matière d'énergies renouvelables ne sont pas clairement désignés et seuls quelques pays ont des agences qui y sont dédiées. Les responsables de la promotion de ces énergies ne sont pas plus clairement désignés. En général, la responsabilité dans ce domaine incombe au ministère de l'Énergie (le Sénégal a créé un ministère des Énergies renouvelables, mais il a été supprimé). Dans de rares cas, il existe des directions ou des départements distincts, mais la plupart d'entre eux souffrent du manque de personnel, de fonds et d'une organisation défectueuse. Proposition de reformulation: En règle générale, il n'existe pas des structures de régulation avec des compétences dans le domaine des énergies renouvelables, à l'exception du Cap-vert, le Ghana et le Nigéria.

En faisant des énergies renouvelables une priorité pour le développement du pays, le Cap-Vert fait figure de pionnier dans la région. Son objectif est une pénétration de 50 % des énergies renouvelables dans la production électrique d'ici 2020 et il a pris de nombreuses mesures pour y parvenir (notamment, la loi sur les énergies renouvelables et autres incitations). Ce pays a récemment installé des parcs éoliens et des installations photovoltaïques raccordés au réseau produisant 25,5 MW et 7,5 MW respectivement. Le Sénégal, le Ghana, le Mali, le Liberia, la Guinée et le Nigéria ont élaboré des politiques détaillées en matière d'énergies renouvelables. Le Ghana et le Sénégal ont adopté des lois en faveur des énergies renouvelables et des systèmes de tarifs d'achat sont en cours d'élaboration. Le Liberia, le Mali et le Sénégal se sont fixé des objectifs ambitieux de 30 %, 25 % et 15 % (de capacité installée) respectivement d'ici 2012 et le Ghana et le Nigéria de 10 % d'ici 2020.

Dans ce cadre, il convient de signaler que les pays ayant adopté une politique en matière d'énergies renouvelables maquent le plus souvent de fonds alloués à ce secteur et d'une mise en œuvre efficace dans la pratique. De plus, les politiques ne sont pas adaptées à la réalisation des objectifs fixés. Par conséquent, certains pays ne tirent pas profit de leurs ressources en énergies renouvelables, même lorsque ces dernières pourraient s'avérer plus compétitives que les options basées

sur les combustibles fossiles (diesel, fioul lourd). En outre, dans de nombreux pays de la CEDEAO, le développement des technologies liées aux énergies renouvelables est entravé par l'absence d'une planification énergétique globale intégrant ces dernières dans une stratégie générale et le manque de moyens financiers alloués pour sa mise en œuvre. Par ailleurs, l'électrification rurale est trop souvent considérée comme une extension naturelle dans le plan d'électrification nationale, ce qui laisse trop peu de place à des solutions fondées sur des mini-réseaux et autonomes moins coûteuses et alimentées par des énergies renouvelables. Les subventions accordées aux combustibles traditionnels empêchent le développement de ces énergies, car elles représentent des coûts cachés de la structure tarifaire de l'électricité. Actuellement, des pays comme le Ghana ont réduit les subventions.

TABLEAU 1
DEGRÉ D'INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES DOCUMENTS DE POLITIQUE EN 2011

ER et documents de politique	Bénin	Burkina Faso	Cap-Vert	Ghana	Guinée	Guinée-Bissau	Côte d'Ivoire	Liberia	Mali	Niger	Nigeria	Sénégal	Sierra Leone	Gambie	Togo
ER/Politique énergétique								s.o.							
ER/Facture électrique													s.o.		
Politique spécifique sur les ER															
Loi spécifique sur les ER															

■ Oui ■ Dans une certaine mesure □ Non ou non disponible

5.1.1. OBJECTIFS NATIONAUX EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Au moins huit pays de la CEDEAO ont d'ores et déjà inclus des objectifs en matière d'énergies renouvelables à court et/ou à long terme dans leurs politiques pour le secteur électrique/énergétique.

- Le Cap-Vert fait figure de pionnier dans le développement des énergies renouvelables, avec un objectif de pénétration de 50 % dans la production électrique globale d'ici 2020. L'objectif d'une pénétration des énergies renouvelables à hauteur de 25 % a été atteint en 2012, comme prévu. Le Cap-Vert possède donc le taux de

pénétration des énergies renouvelables le plus élevé par habitant dans la région de la CEDEAO. D'autres pays se sont également fixé des objectifs : le Sénégal avec une pénétration de 15 % des énergies renouvelables d'ici 2020, suivi par le Ghana et le Mali, avec 10 % d'ici 2020 et 2022, respectivement, et le Nigéria (10 % de la capacité électrique installée d'ici 2020, et la Côte d'Ivoire avec une pénétration de 5 % pour 2015). Dans certains cas, des objectifs très ambitieux ont été fixés, notamment au Liberia, avec une pénétration de 30 % des énergies renouvelables en 2015.

- Actuellement, cinq pays n'ont pas fixé d'objectifs en matière d'énergies renouvelables : la Guinée-Bissau, le Burkina Faso, la Sierra Leone, le Togo et la Gambie. Cependant, ces pays développent activement des projets dans ce domaine, notamment au Burkina Faso (photovoltaïque et biocarburants), au Togo (éolien), en Sierra Leone (petite hydroélectricité) et en Gambie (éolien et biocarburants). La Gambie a validé son projet de loi sur les énergies renouvelables en décembre 2012 et son entrée en vigueur est prévue pour début 2013.

5.1.2. DOCUMENTS STRATÉGIQUES NATIONAUX

En général, les politiques nationales des pays de la CEDEAO restent concentrées sur les sources de production d'électricité conventionnelles. Dans un contexte d'augmentation des prix des combustibles fossiles (le prix du pétrole a connu son plus haut niveau en 2008) et de la sensibilisation aux effets du changement climatique, certains pays de la CEDEAO ont commencé à élaborer des politiques énergétiques nationales de plus en plus orientées vers les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Cependant, dans la plupart de ces pays, les politiques et les objectifs ne se traduisent pas par des actions concrètes prenant la forme de lois, de réglementations, d'attribution de budgets ou de mesures d'incitation. De plus, dans un grand nombre de cas, il n'existe aucune politique et/ou stratégie clairement établies pour l'intégration des ER. Les pays de la région peuvent se diviser en trois groupes, selon la politique adoptée :

- Le groupe pionnier de la CEDEAO se rapporte aux pays qui ont réussi à adopter une politique en matière d'énergies renouvelables et réalisent des progrès dans sa mise en œuvre. Ce groupe ne compte actuellement que le Cap-Vert. Le gouvernement a établi l'objectif ambitieux de 50 % de pénétration des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique global en 2020. Pour l'atteindre, le pays a également élaboré et adopté un plan d'investissement dans les énergies renouvelables "Cabo Verde 50 % Renovavel em 2020", lequel inclut un portefeuille de projets prioritaires (essentiellement éoliens et PV). De plus, le gouvernement a adopté en 2011 une loi sur les énergies renouvelables qui contraint la compagnie nationale à permettre aux producteurs d'énergie indépendants (PPI) d'injecter dans le réseau et d'acheter l'électricité injectée. À ce jour, aucun tarif de rachat n'est institué et les prix de vente sont négociés par un PPA. Les particuliers alimentés par le réseau disposent de la possibilité de faire déduire de leur prochaine facture l'électricité injectée (facturation nette).
- Un second groupe de pays de la CEDEAO comprend les pays réalisant actuellement des efforts pour élaborer, adopter ou mettre en œuvre une politique en matière d'énergies renouvelables : le Sénégal, le Ghana, le Mali, le Liberia, la Guinée et le Nigéria disposent de politiques détaillées en matière d'énergies renouvelables à l'échelle nationale. L'adoption de politiques dans ce domaine ne constitue pourtant que la première étape. La mise en œuvre efficace de ces dernières demande un effort constant et important. Actuellement, seuls le Ghana et le Sénégal ont adopté des lois en faveur des énergies renouvelables. Parmi les mesures adoptées, le Ghana prévoit également d'établir un système de tarifs d'achat, lesquels font l'objet de négociations selon les différentes technologies concernées. Au Nigéria, la *Nigerian Electricity Regulatory Commission* (NERC) élabore également un cadre réglementaire visant à promouvoir une production d'électricité nationale basée sur les énergies durables.
- Le troisième groupe de pays de la CEDEAO est constitué de pays pour lesquels les énergies renouvelables ne sont pas essentielles, mais susceptible de servir d'outil pour la diversification du bouquet énergétique, afin de réduire la dépendance au pétrole ou accroître

l'accès aux services d'énergie modernes dans les zones rurales. Ces pays sont généralement confrontés au problème du manque de capacité électrique et sont malheureusement concentrés sur le développement de leur système électrique conventionnel (lequel est parfois plus coûteux que l'option des énergies renouvelables).

5.2. LE POTENTIEL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

En matière de développement des énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest, le potentiel technique et économique est immense. Ces ressources sont abondantes et bien réparties dans les différents pays :

- Le potentiel éolien est concentré dans les zones côtières (Cap-Vert, Sénégal, Gambie et éventuellement au Ghana, au Mali et au Nigéria). Les évaluations globales des ressources éoliennes fournissent uniquement des informations générales sur leur potentiel. Des études et des mesures spécifiques réalisées sur place sont nécessaires pour vérifier la variation saisonnière et la force des régimes de vent afin de déterminer la viabilité financière de ce potentiel.
- Le potentiel hydroélectrique à petite échelle est situé, mais pas de manière exclusive, dans la partie sud de la région (Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Liberia, Togo et Sierra Leone), tandis que les ressources solaires abondent dans les régions du nord (Niger, Burkina Faso et la partie nord du Ghana et du Nigéria).
- À l'exception du Cap-Vert et des régions sahéliennes du Mali, du Burkina Faso et du Niger, les ressources de la biomasse sont bien réparties dans la région, avec un potentiel favorable dans la région du sud. S'agissant des ressources de la biomasse, il convient de distinguer : (i) les ressources diffuses de la biomasse, issues des sous-produits agricoles, qui sont souvent onéreuses à récolter et à transporter en grandes quantités et peuvent donc être utilisées à l'échelle locale ; (ii) les ressources concentrées sur les sites agro-industriels, telles que la balle de riz, les coques de coton, les coques d'arachides et de cajous, la sciure de bois, le fumier et les déjections dans les laiteries ou les abattoirs, susceptibles de constituer une ressource adaptée à la cogénération. Les déchets urbains entrent dans la même catégorie.

- Enfin, les ressources solaires sont particulièrement abondantes dans les zones désertiques du nord de la région de la CEDEAO, au Mali et au Niger, ainsi que dans la partie nord-est du Nigéria, où leur potentiel est égal à 1 700 kWh/kWc installé/an. Les régions côtières du Liberia, de la Côte d'Ivoire, du Ghana et du Nigéria ne bénéficient pas autant de ces ressources. Le potentiel moyen y est égal à 1 200 kWh/kWc installés/an. Dans les régions restantes, le potentiel moyen est environ égal à 1 500 kWh/kWc/an.

D'après les données recueillies, une matrice provisoire est présentée dans le tableau 15 ci-dessous, montrant une répartition possible des ressources énergétiques éventuelles pour chaque pays. Cette matrice indique les types de ressources disponibles et leur répartition.

TABLEAU 2

CLASSEMENT INDICATIF DES RESSOURCES EN ÉNERGIES RENOUVELABLES PAR PAYS

	ÉNERGIE ÉOLIENNE	SOLAIRE	PCH	BIOMASSE
Bénin	10%	20%	50%	20%
Burkina Faso	0%	60%	30%	10%
Cap-Vert	90%	10%	0%	0%
Côte d'Ivoire	0%	10%	50%	40%
Gambie	60%	30%	0%	10%
Ghana	25%	35%	30%	10%
Guinée	0%	20%	50%	30%
Guinée Bissau	0%	20%	40%	40%
Liberia	0%	10%	50%	40%
Mali	10%	30%	30%	30%
Niger	30%	50%	0%	20%
Nigéria	10%	30%	30%	30%
Sénégal	70%	10%	0%	20%
Sierra Leone	0%	10%	60%	30%
Togo	0%	20%	50%	30%
Mines	0%	30%	70%	0%

La somme des potentiels par pays est égale à 100 %. 0 % indique que la ressource n'est pas disponible ou impossible à mettre en place pour des raisons économiques, notamment la biomasse ou les centrales hydroélectriques à petite échelle au Cap-Vert. Trois pays présentent un bon potentiel éolien (Sénégal, Gambie et Cap-Vert) et les ressources éoliennes y occupent donc un rang élevé.

Des pays comme le Mali et le Nigéria, dans lesquels la répartition des ressources en énergies renouvelables est similaire, présentent un potentiel moyen de 30 % pour trois ressources (solaire, biomasse et hydroélectricité) et un potentiel de 10 % pour l'éolien. Le vent est en effet plus intermittent par rapport à d'autres ressources. Bien que les ressources solaires soient importantes dans le nord du Mali, elles ne peuvent pas être pleinement exploitées, car elles nécessiteraient de longues lignes de transmission pour transporter l'énergie produite vers le Sud. Cette ressource peut néanmoins être utilisée pour approvisionner les grandes villes du nord.

La ligne "Mines" indique que quatre pays disposent d'un fort potentiel minier (Guinée, Liberia, Sierra Leone et Guinée Bissau) et peuvent tirer profit de leur potentiel d'énergies renouvelables pour satisfaire la demande de leurs industries minières respectives, éloignées du réseau national. Les deux sources principales sont, par ordre de priorité, les centrales hydroélectriques à petite échelle et le solaire photovoltaïque. Les activités minières ont en général besoin d'une capacité comprise entre 30 et 150 MW.

Par conséquent, la région dispose d'un potentiel considérable pour répondre à la fois aux besoins énergétiques de réseau ou au hors réseau.

5.3. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DEVIENNENT PLUS CONCURRENTIELLES

La tendance du marché indique d'une part, une baisse du prix des technologies des énergies renouvelables, et d'autre part, une augmentation des prix du pétrole. La baisse des prix dans l'énergie photovoltaïque est présentée dans le graphique ci-dessous. Une réduction du prix de toutes les technologies fondées sur les énergies renouvelables est également prévue sur les 20 prochaines années.

L'expansion de la production d'électricité à partir de " nouvelles énergies renouvelables " offre l'occasion de compléter le scénario énergétique régional du Système d'échanges d'énergie électrique ouest-africain (EEEOA). Les pays de la CEDEAO peuvent tirer profit de leurs sources d'énergie renouvelable locales, en fonction de leur situation individuelle et de la compétitivité des technologies disponibles dans ce domaine. Le Schéma directeur divise la région de la CEDEAO en trois groupes de pays et assigne différents rôles à chacun d'eux :

- a) Pays avec un potentiel d'approvisionnement autonome : c'est le cas du Sénégal, de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Nigéria, du Togo, du Bénin et du Niger après 2020 (une production thermique plus importante à base de charbon est prévue pour cette date). C'est également le cas du Cap-Vert.
- b) Pays avec une dépendance persistante aux importations d'énergie : la Gambie, la Guinée Bissau, le Mali et le Burkina Faso. Le Niger devra importer environ 1/3 de son énergie pour répondre à ses besoins jusqu'en 2021, ensuite ce serait un excédent qui pourrait être exporté.
- c) Pays avec un potentiel pour devenir des exportateurs après 2018 : C'est le cas de la Guinée, de la Sierra Leone, du Liberia et, dans une moindre mesure, de la Côte d'Ivoire et du Niger après 2021. La production d'hydroélectricité entraînera un faible coût marginal de l'électricité susceptible de constituer un obstacle pour d'autres options d'énergies renouvelables comme la biomasse ou la petite hydroélectricité.

5.4. INVESTISSEMENT DU SECTEUR PRIVÉ

De manière globale et aussi dans les pays en développement, les investissements dans les énergies renouvelables sont en augmentation. Bien que les acteurs et les investisseurs dans ce secteur soient peu nombreux en Afrique de l'Ouest, le secteur privé commence à s'y intéresser. Il est donc important d'exploiter son intérêt en mettant en place un cadre stratégique et réglementaire adapté et stable.

5.4.1. LA RAISON D'ÊTRE DE LA PERC

En association avec la Politique en matière d'efficacité énergétique de la CEDEAO (PEEC), la PERC constitue une réponse à la grave crise énergétique que rencontre la région de la CEDEAO. Les pays membres doivent non seulement faire face à la précarité énergétique, mais aussi relever le défi de la sécurité énergétique et de l'atténuation du changement climatique. Cette situation se caractérise tout particulièrement par les éléments suivants :

- Un volume important de demande non satisfaite (7 à 10 TWh entre 2006 et 2010).
- Un accès limité à l'électricité de manière générale (40 % en moyenne, voire moins de 20 % dans plusieurs pays). Ce déficit est encore plus marqué dans les zones rurales.
- Une offre durable en bois-énergie qui ne suffit plus à satisfaire une demande croissante et entraîne la surexploitation des ressources ligneuses et dans certains pays conduit à la déforestation.

Dans la mesure où la région dispose d'un vaste potentiel de ressources énergétiques renouvelables et que certaines technologies liées à ces dernières se rapprochent, sous certaines conditions, de la parité avec le réseau électrique, la CEDEAO se trouve aujourd'hui au seuil d'un nouveau concept régional d'approvisionnement électrique basé sur la grande production fournie et distribuée par le Système d'échanges d'énergie électrique ouest africain (EEEOA) et sur une contribution substantielle d'options d'énergies renouvelables financées par le secteur privé et les établissements bancaires privés. Par ailleurs, certains États membres de la CEDEAO ont déjà élaboré des politiques et des stratégies en matière d'énergies renouvelables et la PERC souhaite tirer parti de ces pionniers.

La PERC vise à garantir une utilisation accrue des énergies renouvelables, notamment le solaire, l'éolien, la petite hydroélectricité et les bioénergies pour alimenter le réseau et pour assurer l'accès aux services énergétiques dans les zones rurales. Le scénario de la PERC viendra compléter d'autres sources d'énergie conventionnelles de production d'électricité (notamment, les grandes hydrauliques et le

gaz naturel). La politique se concentre essentiellement sur le secteur de l'électricité, mais envisage également d'autres questions parmi lesquelles les usages thermiques dans le secteur de l'énergie domestique et la production potentielle de biocarburants. L'intégration d'une politique respectueuse de la parité entre les hommes et les femmes vise à encourager la création d'emplois et le développement commercial tout au long de la chaîne de valeur des technologies liées aux énergies renouvelables, comme la production, la construction et l'installation, ou l'exploitation et l'entretien).

La PERC tient compte des efforts déjà fournis par l'EEEOA pour faire émerger un marché régional de l'électricité, ainsi que par le projet du PREDAS dans les pays du CILSS, en particulier :

- Pour l'électricité : l'objectif est de combler à court terme les déficits actuels d'approvisionnement électrique au niveau national par des options d'énergies renouvelables s'inscrivant dans une perspective à long terme, et de promouvoir l'accès à l'électricité dans les zones rurales.
- Pour le bois-énergie : l'accent sera mis sur les aspects technologiques ayant un impact positif significatif sur les terrains boisés (foyers améliorés et carbonisation) et sur la communication.
- Pour les biocarburants : la PERC souhaite tirer parti des expériences de certains pays (Mali, Ghana, Burkina Faso et Sénégal).

6. LA VISION DE LA PERC

La PERC a pour but d'assurer qu'une part croissante et substantielle de l'approvisionnement des États membres en énergie et services énergétiques est couverte par l'utilisation adéquate, fiable, suffisante, à moindre coût et abordable de sources d'énergie renouvelables, ce qui permettra :

- Un accès universel à l'électricité d'ici 2030.
- Un approvisionnement plus sûr et durable en énergie domestique de cuisson, qui remplit les objectifs du Livre blanc pour l'accès aux services énergétiques modernes d'ici 2020.

Le scénario de la PERC sur les énergies renouvelables est pleinement complémentaire de la stratégie d’approvisionnement électrique de l’EEEOA et des stratégies nationales conventionnelles : il contribue de manière significative à la production d’électricité et de manière déterminante à l’accès universel à l’électricité dans les zones rurales. Les énergies renouvelables peuvent devenir un moteur du développement industriel et de la création d’emploi et peuvent amener les États membres de la CEDEAO sur le chemin de “ l’économie verte ”, plus égalitaire en termes de parité homme/femme. La PERC créera donc des synergies et des liens forts avec les activités envisagées par la Politique d’efficacité énergétique de la CEDEAO (PEEC).

7. LES OBJECTIFS DE LA PERC

Trois groupes d’objectifs sont fixés par la PERC : le segment des énergies renouvelables raccordées au réseau, celui des options non raccordées au réseau et pour les sites isolés et celui des applications domestiques :

TABLEAU 3

OBJECTIFS POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES RACCORDÉES AU RÉSEAU

CAPACITÉ INSTALLÉE EN MW	2010	2020	2030
Options énergies renouvelables PERC en MW	0	2 425	7 606
Options énergies renouvelables PERC en % de la demande de pointe	0 %	10 %	19 %
Pénétration totale des énergies renouvelables (moyenne et grande hydro comprises)	32 %	35 %	48 %
EN GWH	2010	2020	2030
Options énergies renouvelables PERC – production en GWh	0	8 350	29 229
Options énergies renouvelables PERC en % de la demande énergétique	0 %	5 %	12 %
Production totale des énergies renouvelables (moyenne et grande hydro comprises)	26 %	23 %	31 %

TABLEAU 4

OBJECTIFS POUR LES APPLICATIONS HORS RÉSEAU

OPTION À MOINDRE COÛT	2010	2020	2030
Hors réseau (mini-réseaux et microsystèmes isolés). Proportion de la population rurale desservie par les énergies renouvelables en %		22 %	25 %

TABLEAU 5

OBJECTIF POUR LES BIOCARBURANTS ET ÉNERGIES DOMESTIQUES

OPTION À MOINDRE COÛT	2010	2020	2030
Biocarburant (1 ^{ère} génération)			
Part de l'éthanol dans la consommation d'essence		5 %	15 %
Part du biodiesel dans la consommation de gasoil et de DDO		5 %	10 %
Foyers améliorés en % de la population	11 %	100 %	100 %
Carbonisation efficace en % de la production totale		60 %	100 %
Utilisation de combustibles modernes de cuisson (par ex. GPL) en % de la population	17 %	36 %	41 %
Technologies solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire et d'eau chaude pour les processus industriels :		Au moins 1	Au moins 1
• Secteur résidentiel (maisons indépendantes dont le prix de revient est > 75 000 euros)		Système installé	Système installé
• Centres de santé, maternités, cuisines d'écoles et pensionnats		25 %	50 %
• Industries agroalimentaires (utilisant l'eau chaude dans leurs processus)		10 %	25 %
• Eau chaude sanitaire pour les hôtels		10 %	25 %

8. STRATÉGIE DE MISE EN ŒUVRE DE LA PERC

La PERC a pour but d'être le catalyseur permettant de transformer la vision et les objectifs identifiés et quantifiés en une action concrète et en une réalité. Toutefois, les États membres de la CEDEAO seront laissés libres de définir leurs propres stratégies pour atteindre les objectifs fixés au niveau régional.

La stratégie de la PERC s'appuie sur cinq principes directeurs clés :

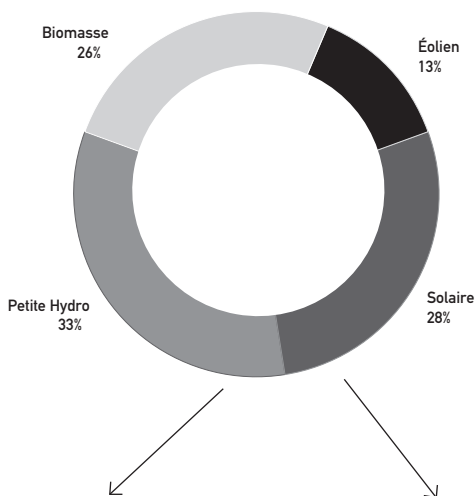
1. *Subsidiarité* : à appliquer au cours de la mise en œuvre de la politique. La PERC interviendra dans des actions régionales uniquement si elle peut apporter une valeur ajoutée aux actions nationales. Le rôle des institutions nationales et régionales dans le processus de la PERC sera défini plus précisément.
2. *Approche participative* : promotion d'une approche basée sur l'implication des utilisateurs finaux pour définir les options techniques et organisationnelles. Cela sera fait en créant, le cas échéant, un forum à l'échelle nationale rassemblant les acteurs du secteur privé, de la société civile et les responsables nationaux des ministères, services publics et autorités de régulation concernés. Son rôle sera de conseiller sur l'élaboration des politiques nationales en matière d'énergies renouvelables et d'assurer le suivi de leur mise en œuvre.
3. *Optimisation de l'utilisation des ressources financières disponibles* : la mobilisation de ressources financières nécessitera l'association d'aides publiques au développement (multi et bilatérales), de financements publics nationaux et de financements privés. Cela sera rendu possible en cherchant des complémentarités entre les sources de financement régionales et nationales et en donnant la priorité aux solutions produisant des résultats efficaces pour un coût modéré.
4. *Promotion des partenariats public/privé* : ces partenariats couvrent les aspects techniques, les systèmes de gestion, les mobilisations de fonds et la prise des risques financiers. Il est très important que les acteurs publics (État, institutions publiques, autorités locales, etc.) et les acteurs privés (entrepreneurs nationaux et locaux, institutions financières, associations et coopératives, ONG, etc.) se mobilisent. Cela impliquera la création de cadres réglementaires appropriés et d'un cadre transparent basé sur les mesures d'incitation.
5. *Soutien à l'égalité entre les sexes* : dans le contexte de la mise en œuvre de la PERC, un effort sera fait pour intégrer les questions de parité. L'approche appliquée sera la participative.

En outre, la stratégie sera mise en œuvre par le biais d'une approche multisectorielle visant à prendre en compte tous les

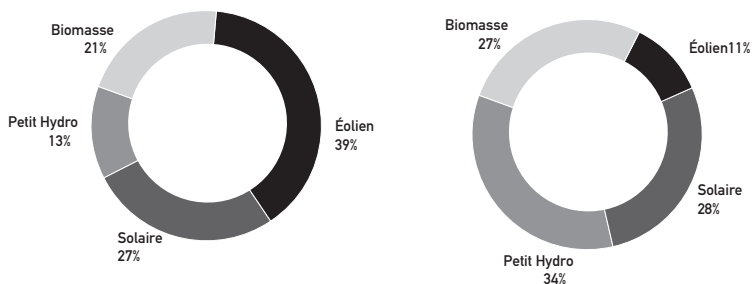
besoins, ainsi que la viabilité financière des solutions retenues, dans le respect du principe de neutralité technologique, par exemple en s'assurant que seules les solutions les moins onéreuses sont étudiées.

FIGURE 2
DISTRIBUTION DES OPTIONS EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO

2.1. Distribution régionale pour les options de la PERC



2.2. Options de distribution de la PERC par capacité - Nord 2.3. Options de distribution de la PERC par capacité - Sud



À l'échelle régionale, l'organisation chargée de la mise en œuvre de la PERC est le CEREEC. Ce dernier travaillera en étroite collaboration avec les autres institutions de la CEDEAO – l'EEEOA et l'Autorité régionale d'électricité des pays de la CEDEAO (ARREC). Le CEREEC s'occupera de coordonner la plupart des activités en coopération avec les Institutions nationales focales (INF) auprès des ministres de l'Énergie dans les pays de la CEDEAO et avec un réseau de centres de recherche et de formation régionaux et internationaux, ainsi que la communauté entrepreneuriale.

À l'échelle nationale, le défi majeur pour la mise en œuvre des PNER sera de constituer un portefeuille de projets rentables, susceptibles d'attirer les investisseurs privés et les institutions financières afin d'atteindre les objectifs quantitatifs et qualitatifs. Enfin, le rôle du secteur privé (fabricants, prestataires de services énergétiques, etc.), du secteur bancaire et de la société civile, notamment les universités, les centres de recherche, les ONG, les fondations, les associations de consommateurs, etc., sera essentiel à la réussite de cette politique.

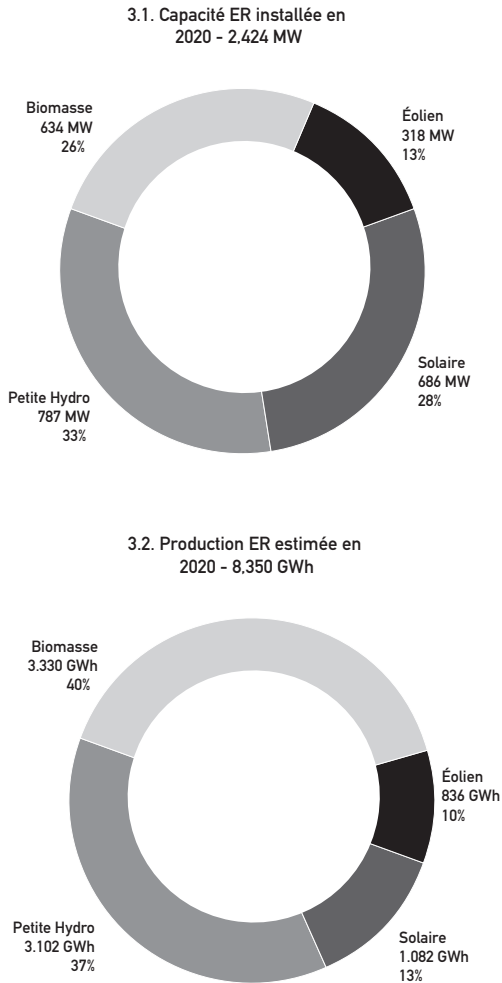
Ces chiffres sont uniquement indicatifs et ont été utilisés pour la modélisation des scénarii de la PERC.

9. OPTIONS DE RACCORDEMENT AU RÉSEAU DE LA PERC

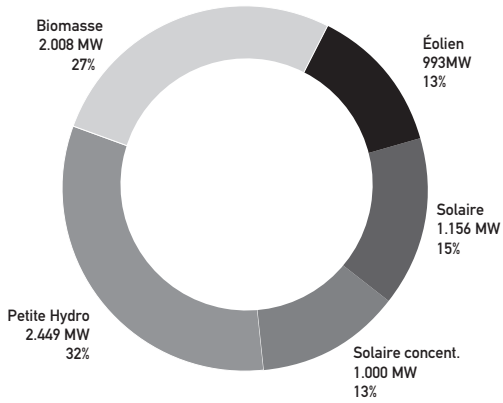
2 424 MW issus de production à partir d'énergies renouvelables devraient être installés d'ici 2020 et 7 606 MW d'ici 2030. Chaque technologie d'énergies renouvelables doit pouvoir contribuer à ces objectifs dans les proportions suivantes : 13 % pour l'éolien, 28 % pour le solaire, 33 % pour l'hydro. et 26 % pour la biomasse 26 % (voir figure 3). Jusqu'en 2020, la technologie solaire se limitera à l'utilisation du photovoltaïque, moins coûteux et plus facile à mettre en œuvre que la technologie à concentration solaire (CSP). À partir de 2020, 1 000 MW de CSP avec stockage d'énergie seront proposés, car le coût d'investissement sera en baisse. En termes d'énergie produite, ces différentes technologies n'ont pas les mêmes facteurs de capacité, ce qui signifie que la production par MW installé peut

varier de 5 250 MWh/an pour les centrales à partir de biomasse à 3 900 MWh/an pour les petites centrales hydrauliques, 2 600 MWh/an pour l'éolien et 1 600 MWh/an pour le photovoltaïque.

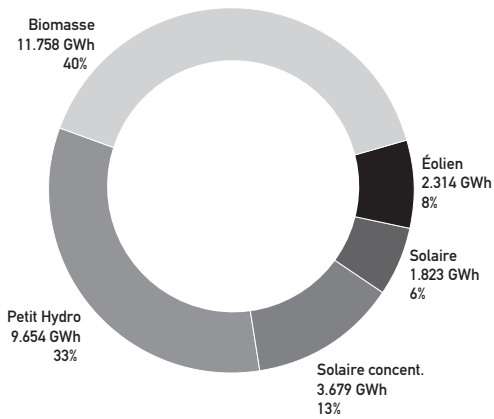
FIGURE 3
SCENARII DE LA PERC - RACCORDEMENT AU RÉSEAU



3.3. Capacité ER installée
2030 - 7,606 MW



3.4. Production ER estimée en
2030-29,229 GWh



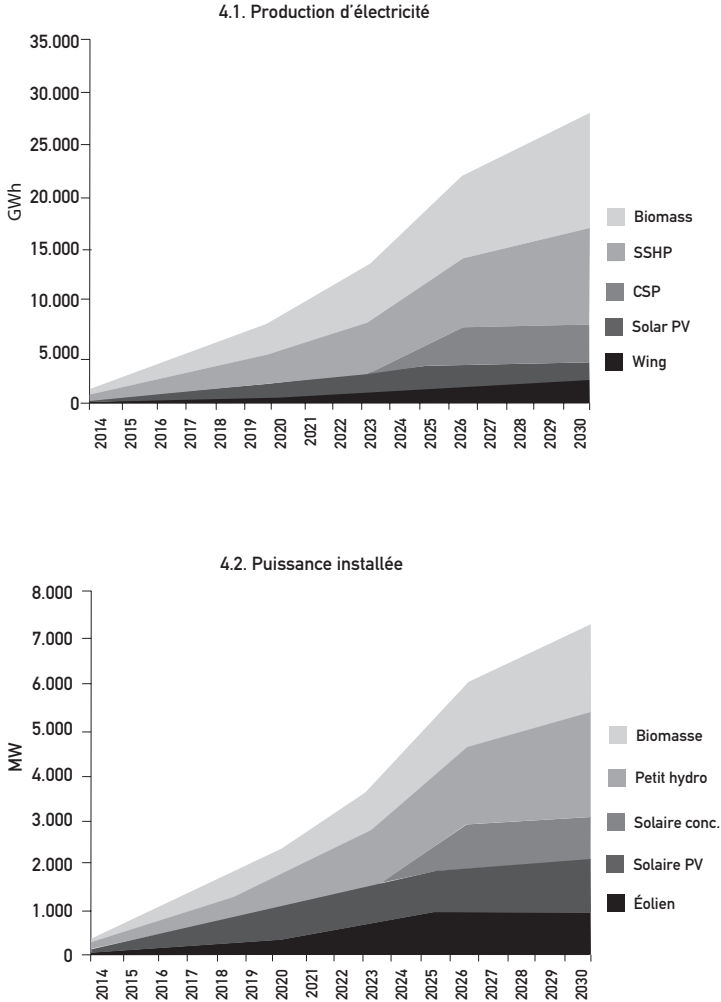
Un plan d'investissement provisoire pour le scénario de la PERC est élaboré afin d'évaluer la viabilité financière de la proposition. Comme le montrent les figures ci-dessous, les technologies les moins onéreuses en termes d'investissement initial sont les grandes éoliennes et le solaire PV (en termes économiques, la situation est différente. On constate toutefois qu'à cause de certains obstacles, le prix des éoliennes ou du PV reste plus élevé que dans les pays développés. Les grandes éoliennes (puissance > plusieurs MW) ne peuvent bien souvent pas être utilisées en Afrique de l'Ouest, par manque de grues adaptées. Cependant, le coût d'investissement de ces deux technologies sera proche d'un million d'euros/MW en 2030.

En ce qui concerne la biomasse, la taille des centrales devrait augmenter avec le temps avec la modernisation de l'agriculture, entraînant une réduction considérable des coûts d'investissement. Il est souvent difficile d'évaluer le coût d'une petite centrale hydroélectrique, le coût des travaux de génie civil dépendant directement du lieu d'implantation choisi.

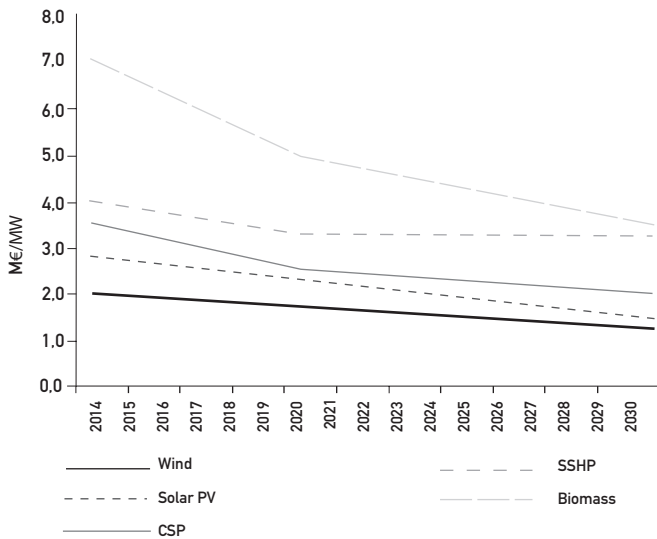
Bien que le CSP ait atteint sa maturité technologique dans d'autres régions, son coût d'investissement actuel reflète le fait que cette technologie amorce sa phase commerciale dans la CEDEAO. Les CSP avec capacité de stockage sont adaptés à la région de la CEDEAO qui connaît de plus en plus de pics de consommation en fin de soirée et son coût devrait diminuer au fil du temps pour atteindre des niveaux comparables à celui des petites centrales hydroélectriques. C'est la raison pour laquelle le déploiement de cette technologie est reporté à 2024, lorsque le coût d'investissement devrait s'élever à 4 millions d'euros/MW.

FIGURE 4

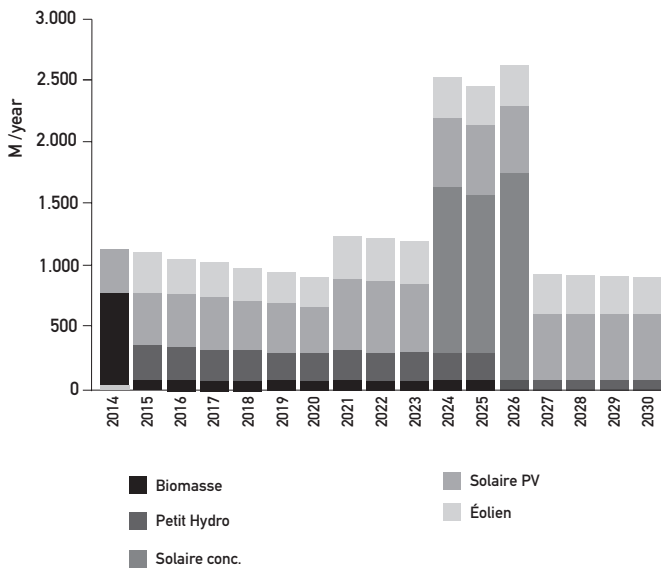
PUISSANCE INSTALLÉE ET PRODUCTION À PARTIR D'ER 2014-2030. COÛT UNITAIRE ET BESOINS D'INVESTISSEMENTS EN ER 2014-2030



4.3. Coût unitaire de l'investissement



4.4. Investissement par an

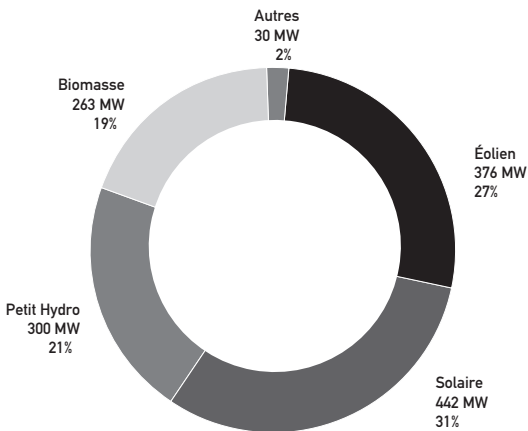


9.1. PORTEFEUILLE DE PROJETS EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES DU CERECC

Le portefeuille de projets en matière d'énergies renouvelables identifié par le CERECC a également été utilisé pour l'élaboration du scénario de la PERC (voir figure ci-dessous).

FIGURE 5

PORTEFEUILLE DU CERECC COMPORTANT LES PROJETS EN MATIÈRE D'ER



Le tableau ci-dessous montre le niveau d'investissement nécessaire pour atteindre les objectifs de raccordement au réseau par technologie :

TABLEAU 7

DÉTAILS DES OBJECTIFS DE PÉNÉTRATION DE 10 % ET 20 % DES ER EN 2020 ET 2030

	ÉOLIEN	SOLAIRE PV	CSP	PETITE HYDRO.	BIOMASSE	TOTAL
Capacité installée en MW						
En 2020	318	686	-	787	634	2 425
En 2030	993	1 156	1 000	2 449	2 008	7 606
Production en GWh						
En 2020	836	1 082	-	3 102	3 330	8 350
En 2030	2 314	1 823	3 679	9 654	11 758	29 229
Investissements en millions €						
D'ici 2020	541	1 166	-	2 872	1 901	6 479
Investissements totaux 2030	1 540	1 773	3 980	8 357	4 959	20 609

AUTEURS

Hyacinth Elayo. Analyste des politiques d'énergie au CEREEC.

Martin Lugmayr. Expert en énergies renouvelables au CEREEC/ONUFI.

David Vilar. Technical assistance of AECID in CEREEC.

Mahama Kappiah. Directeur exécutif du CEREEC.

www.ecreec.org

INTÉGRATION DE LA QUESTION DU GENRE AUX POLITIQUES EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

ROSE MENSAH-KUTIN
BUREAU RÉGIONAL POUR L'OUEST AFRICA

RÉSUMÉ

Il existe un besoin urgent de promouvoir des services d'énergie modernes pour les femmes, afin de réduire au maximum les conséquences en termes de pénibilité et de santé découlant de l'utilisation de combustibles inefficaces, notamment pour la cuisine et l'éclairage des foyers ruraux. La disponibilité des ressources d'énergies renouvelables dans la sous-région d'Afrique de l'Ouest ne s'est pourtant pas traduite par des initiatives concrètes au bénéfice des femmes et susceptibles d'exercer un impact positif sur les relations entre les sexes. Le présent document articule l'accès à des services énergétiques modernes aux questions de pauvreté, société et genre. Tout comme le genre n'est pas suffisamment intégré à de nombreux secteurs de la politique et de la pratique du développement, les liens cruciaux entre énergie et relations de sexes n'ont pas été suffisamment mis en valeur dans le développement des énergies renouvelables. Tout en reconnaissant la primauté accordée aux grandes infrastructures énergétiques comme l'électricité pour le développement de la sous-région, le présent document tente de mettre l'accent sur les éléments clés du genre

dans les énergies renouvelables et leur importance pour favoriser l'accès aux services énergétiques modernes pour les femmes. À partir de la reconnaissance des multiples rôles et des contributions importantes des femmes en tant qu'agents de changement, créateurs de connaissance et décideurs, certaines initiatives en matière d'énergies renouvelables sont débattues et les principales conséquences sur le genre exposées comme leçons à tirer. Pour finir, il convient d'aborder la nécessité d'intégrer les analyses fondées sur le sexe aux projets, aux politiques et aux programmes en matière d'énergies renouvelables à tous les niveaux dans la sous-région de l'Afrique de l'Ouest.

Mots clés: genre, relations de genre, inégalités sociales et de genre, services modernes d'énergie, femmes, énergies renouvelables, politique et pratique.

1. INTRODUCTION

L'accès à une énergie moderne et abordable constitue une condition majeure pour aborder le problème de la pauvreté¹. En effet, l'énergie est une condition préalable pour permettre aux femmes et aux hommes de subvenir à leurs besoins dans différents lieux et contextes socio-économiques. Comme pour d'autres ressources, l'accès aux ressources et aux services énergétiques, ainsi que leur contrôle est soumis à des inégalités sociales, notamment les inégalités entre les sexes. Selon le sexe, l'âge, le lieu et le contexte socio-économique, une personne est plus ou moins en mesure d'accéder plus facilement et/ou plus largement à un type particulier de ressources et de services énergétiques². La prise en compte de ces différents besoins et problèmes est cruciale pour l'élaboration d'une politique énergétique, si l'on veut qu'en Afrique, la population bénéficie de services d'énergies efficaces et équitables auxquels elle puisse avoir accès et qui soient bien distribués.

Ainsi, le présent document fournit des informations sur l'importance critique de la promotion des services énergétiques,

notamment les énergies renouvelables, d'une façon qui tienne compte des rapports entre les sexes dans le contexte de la sous-région d'Afrique de l'Ouest. Après cette introduction, la section suivante met l'accent sur les déficits des politiques énergétiques en ce qui concerne les problèmes de genre. La section trois (3) procure une base pour aborder ces questions dans le domaine de l'énergie. La section quatre (4) tente de démontrer comment les problèmes liés au genre se manifestent dans les services d'énergies renouvelables et les avantages apportés aux femmes par de nombreuses initiatives. Les leçons tirées et les efforts entrepris pour intégrer les questions liées au genre aux politiques, aux programmes et aux projets en matière d'énergies renouvelables sont abordés dans la section cinq (5).

2. LES DISPARITÉS LIÉES AU SEXE DANS LA PLANIFICATION DES POLITIQUES ÉNERGÉTIQUES

Bien que les raisons de promouvoir le problème du genre dans les processus de planification des politiques énergétiques soient nombreuses, des disparités importantes continuent d'exister à tous les niveaux. Trois raisons principales sont à l'origine de cette situation: la conceptualisation neutre des politiques énergétiques en termes de genre, la persistance du statut inégal des femmes dans la société et l'attitude des institutions énergétiques à l'égard des questions de genre.

Tout d'abord, la planification et les politiques énergétiques traditionnelles ont toujours été plutôt axées sur des questions concernant les formes modernes d'énergie, notamment l'électricité et le diesel. Dans le contexte de la sous-région d'Afrique de l'Ouest, ces formes modernes d'énergie sont essentielles pour le développement et l'amélioration de la qualité de vie des hommes et des femmes. Par exemple, au Ghana, malgré des défis majeurs à relever, l'accessibilité à l'électricité a augmenté de 72 %, ce qui constitue un événement important pour les femmes et le développement socio-économique, bien que ces questions de genre n'aient pas été spécifiquement prises en compte dans la mise en œuvre du Programme national d'électrification (NES)³. Mais, dans le même

temps, une politique presque exclusivement centrée sur les types "modernes" d'énergie et leur promotion d'un point de vue extérieur au genre tend à exacerber les inégalités existantes entre hommes et femmes et parfois même à en créer de nouvelles. Comme il a été indiqué plus haut, l'accès à l'énergie moderne peut réduire la pénibilité des tâches et économiser du temps, mais il peut également offrir des possibilités supplémentaires aux hommes d'utiliser les technologies énergétiques pour leurs loisirs, notamment écouter la radio ou regarder la télévision⁴. Ces habitudes ne sont pas mauvaises en elles-mêmes, mais si les besoins des femmes ne sont pas pris en compte dans le processus de planification, les possibilités sont élevées qu'elles soient exclues de ces opportunités et restent uniquement cantonnées à l'accès à l'énergie pour faire la cuisine. Par ailleurs, dans la sous-région d'Afrique de l'Ouest, même dans des situations d'accès élevé à l'électricité, les femmes doivent parcourir de longues distances pour ramasser du bois de chauffage ou en acheter sur leurs propres deniers, généralement parce que la politique mise en place n'a pas donné assez d'importance à l'approvisionnement en combustibles modernes ou en appareils pour la cuisine. Par conséquent, même au Ghana où l'électrification rurale a amélioré l'accès à l'électricité, la charge de travail des femmes n'a pas diminué, en raison de la crise liée au bois et de la persistance des modes classiques d'utilisation du fuel. L'approche ignorant la dimension du genre en matière de politiques énergétiques concerne tous les secteurs de l'économie et est encouragée par l'idéologie politique, la culture et la tradition.

La question du statut social inférieur de la femme par rapport à l'homme est liée aux précédentes. En Afrique de l'Ouest, comme dans le reste du monde, le pouvoir de décision inégal des femmes par rapport aux hommes, tant au sein du foyer que dans le domaine public, limite leurs capacités et leurs choix, notamment sur des questions comme la cuisine, essentiellement considérée comme un "travail ou un espace féminin". Cette situation est encore aggravée par les limitations inhérentes aux planificateurs énergétiques en ce qui concerne la compréhension des inégalités d'accès aux services et l'impact de ces derniers. La formation des ingénieurs et des techniciens les pousse à se concentrer davantage sur le

développement des infrastructures énergétiques à grande échelle et sur les questions d'approvisionnement. En l'absence d'approches pluridisciplinaires, il leur est difficile de prendre en compte des problèmes concernant les femmes et leur responsabilité cruciale pour l'accès aux combustibles produits à partir de la biomasse dans les contextes des milieux urbains et ruraux pauvres de l'Afrique de l'Ouest. De plus, la biomasse et tous les programmes d'énergies renouvelables font souvent partie des activités marginales des ministères de l'Énergie, dans la sous-région. Il en résulte que deux sources d'énergie habituellement fournies par les femmes, la biomasse et l'énergie métabolique utilisée par ces dernières dans le foyer et les activités productives informelles à petite échelle, sont traditionnellement ignorées, car souvent absentes des statistiques énergétiques.

3. INTÉGRER LE GENRE À L'ÉNERGIE: UNE NÉCESSITÉ

Ces disparités liées au sexe dans les approches de la planification énergétique sont à envisager dans le cadre plus large de l'inégalité des sexes, laquelle est abordée de diverses manières dans des contextes différents. Dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, des normes politiques, économiques, sociales et culturelles sous-jacentes définissent les rôles et les relations entre les hommes et les femmes, pénètrent les institutions et les structures énergétiques, notamment les cadres réglementaires et légaux, les politiques et les programmes. Malgré les quelques progrès réalisés, les différences entre hommes et femmes restent très importantes dans ces pays en ce qui concerne les droits et les opportunités liés à l'accès aux ressources et à leur contrôle, la division du travail et la participation à la prise de décision⁵. Dans le contexte de l'Afrique de l'Ouest, ces inégalités limitent les droits des femmes et le développement socio-économique. L'absence de services énergétiques modernes pour l'éclairage, la cuisson et le chauffage, la réfrigération, le pompage, le transport et la communication crée une "pauvreté énergétique" qui affecte de façon disproportionnée les femmes et les filles⁶. L'argument en faveur d'un lien entre le genre et

l'énergie dans le contexte d'un développement durable constitue ainsi une tentative de définir comment la pauvreté énergétique peut être abordée à travers l'intégration du genre aux politiques, aux programmes et aux projets de développement de l'énergie. Cette question est cruciale, car en Afrique de l'Ouest, les femmes sont particulièrement touchées par l'absence de services énergétiques abordables, même si elles sont traditionnellement responsables de l'approvisionnement du foyer en énergie. Par ailleurs, les femmes de la sous-région sont largement reconnues comme d'importantes productrices et distributrices de biens et de services dans le pays et à l'extérieur. Pourtant, les secteurs agricoles et informels de l'économie où elles sont très présentes n'ont pas été suffisamment pris en compte en termes d'accès aux services énergétiques modernes susceptibles de réduire la pénibilité de leurs tâches et d'augmenter leurs revenus.

L'Assemblée générale des Nations unies a déclaré 2012 *Année internationale de l'énergie durable pour tous* et promeut également une initiative globale sur les énergies renouvelables pour tous (SE4ALL) en 2030⁷. De plus, lors d'un sommet européen d'une journée pour le lancement de l'initiative *Énergies renouvelables pour tous*, le 16 avril 2012, l'un des groupes d'experts a travaillé spécifiquement sur "l'égalité des genres et l'accès aux services modernes d'énergie", avec la directrice exécutive de l'ONU Femmes, Michele Bachelet, pour mener les débats. À cette occasion, quatre messages clés ont été élaborés pour être présentés lors du forum des Femmes leaders pour les chefs d'État et de gouvernement, organisé par l'ONU Femmes en coopération avec le gouvernement du Brésil et d'autres partenaires à Rio de Janeiro, du 19 au 21 juin 2012, dans le cadre de la Conférence Rio +20⁸. Le premier message affirmait que les femmes et les hommes peuvent bénéficier pleinement d'un accès amélioré à des services énergétiques adéquats, fiables et propres; deuxièmement, l'accès aux services énergétiques durables pour tous doit être abordé selon une approche basée sur les droits et tenant également compte des différences entre les sexes dans le cadre du contexte étendu de la consécration d'autres droits économiques et sociaux. Le troisième point indiquait que l'accès garanti des femmes aux services énergétiques modernes demande l'intégration

systématique des questions liées au genre aux politiques, programmes et processus de prise de décision concernant l'énergie, à tous les niveaux. Le message final encourageait tous les acteurs, notamment les gouvernements, la communauté internationale, la société civile et le secteur privé à travailler en coopération pour étendre l'accès des communautés locales aux services énergétiques renouvelables et permettre l'autonomisation des femmes.

L'initiative SE4ALL constitue par conséquent une opportunité unique pour les pays de la sous-région d'Afrique de l'Ouest de mettre l'égalité des sexes et l'accès aux services énergétiques au centre des engagements généraux en faveur des droits des femmes et de l'égalité entre les sexes. Il est primordial de considérer les questions de genre comme des composantes clés pour aborder les questions telles que l'accès, l'utilisation, les opportunités et le contrôle de plusieurs ressources dans la sous-région. Le potentiel des énergies renouvelables, comme le solaire, l'éolien, l'hydraulique, les marées et la géothermie, qui sont des sources propres et abordables de services énergétiques modernes occupe une place marginale dans les politiques élaborées. L'ironie réside dans le fait que les femmes soumises aux difficultés d'accès à l'énergie moderne sont souvent absentes des prises de décision. Selon une étude réalisée par l'Institut de la société civile d'Afrique de l'Ouest, parmi les quatre pays de la région étudiés, aucun n'avait atteint le quota législatif de 30%⁹. Cela en dépit des progrès réalisés dans la lutte des femmes pour le pouvoir depuis l'indépendance dans l'Afrique de l'Ouest. Cette situation est "inadéquate à l'égard à une représentation juste et équitable en fonction du sexe, dans le cadre des processus de démocratisation et de gouvernance contemporains"¹⁰. Les implications sont nombreuses dans plusieurs domaines du développement, notamment dans le secteur de l'énergie où les décisions politiques sont prises dans des parlements avec une concentration d'hommes très élevée. Le résultat est que les besoins des femmes en énergie et leurs problèmes sont exclus avec des conséquences négatives pour les relations entre les sexes.

Dans la sous-région, les femmes affrontent également des défis pour satisfaire leurs besoins en services énergétiques modernes en raison de l'accès inéquitable aux ressources. Cette

inégalité est encore accrue par des politiques de privatisation favorisant l'exploitation des ressources naturelles ayant des implications dans le changement climatique. L'absence de contrôle des femmes sur la terre, la propriété, les revenus, le crédit, la technologie, les services de diffusion et l'éducation sont autant de barrières qui les empêchent d'accéder aux services énergétiques de manière équitable. Les systèmes solaires, les éoliennes et les plantations pour les biocarburants requièrent de la terre, mais les femmes manquent souvent d'un accès direct et doivent passer par les hommes de la famille pour faire valoir leurs droits. Le manque de revenus les empêche d'investir dans des technologies utiles, susceptibles de réduire la charge de leurs tâches agricoles, alors que l'absence de crédit est une raison majeure de l'impossibilité où elles se trouvent de payer immédiatement les coûts des technologies énergétiques améliorées ou les frais de raccordement au réseau électrique. Les limites au service d'extension et à l'éducation constituent des entraves au désir des femmes de devenir des entrepreneures d'énergie.

4. GENRE ET ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'Afrique de l'Ouest dispose de sources d'énergies renouvelables abondantes. Selon les estimations, un potentiel total de 23000 MW de petite hydroélectricité est concentré dans cinq États membres de la CEDEAO et seuls 16% sont exploités¹¹. La biomasse traditionnelle reste la principale source d'énergie exploitée par la majorité pauvre et constitue 80 % de l'énergie totale consommée pour des besoins domestiques. Par ailleurs, les ressources énergétiques éoliennes, maritimes, thermiques sont également considérables et la région possède également un potentiel énergétique solaire important. Ces sources pourraient être développées pour réduire les charges des femmes les plus pauvres dans leurs efforts pour répondre à leurs besoins en énergie. Néanmoins, les efforts réalisés sont insuffisants pour satisfaire les droits des femmes à des services énergétiques abordables et accessibles. De nombreux facteurs sont en cause, notamment le manque de reconnaissance des besoins, des savoirs et des contributions des femmes en matière

d'énergie et les défaillances dans la redistribution du contrôle sur les ressources et des avantages tirés des services énergétiques. Il y a un besoin urgent de reconnaître que le statut de la femme dans le foyer détermine son accès aux ressources et son contrôle sur ces dernières, ainsi que la façon dont elle pourrait bénéficier des interventions et des actions en matière de développement.

Dans le secteur spécifique des énergies renouvelables, il y a quatre domaines clés où les questions de genre peuvent être identifiées. Tout d'abord, le savoir des femmes est critique pour la gestion des ressources naturelles et les innovations technologiques visant à améliorer l'accès à l'énergie. Ensuite, certains besoins énergétiques spécifiques sont liés aux activités productives des femmes. Troisièmement, les femmes sont des agents clés de changement et leur autonomisation pointe donc le besoin de les impliquer activement dans les décisions en matière d'énergie. Enfin, il est urgent de donner une valeur économique aux tâches de soins des femmes, en particulier au niveau du foyer et de la communauté, où des activités comme la collecte d'eau et de bois de chauffe sont essentielles.

Un certain nombre d'initiatives en matière d'énergies renouvelables, intégrant les remarques formulées ci-dessus, ont été mises en œuvre dans l'Afrique de l'Ouest pour favoriser les femmes. En ciblant ces dernières comme des utilisateurs et consommateurs d'énergie, elles les ont impliquées dans un certain nombre de programmes de fourneaux. Le ministère de l'Énergie du Ghana a travaillé directement à la promotion de plusieurs fourneaux améliorés, surtout pendant les années 1990 à 2000. Les leçons clés tirées du programme ont montré que l'implication des femmes a été un facteur déterminant pour le succès des conceptions et de la diffusion. Grâce à leurs connaissances autochtones, elles n'ont pas seulement contribué de manière significative aux conceptions, mais ont également utilisé et commercialisé activement les appareils au bénéfice d'autres femmes. Cela signifie que les programmes de fourneaux doivent impliquer les femmes et les cibler pour l'octroi de crédits et la commercialisation. En tant qu'entrepreneures en énergie, les femmes sont surtout intéressées par les technologies d'énergies renouvelables susceptibles d'accroître leurs revenus, ce qui leur permettrait d'améliorer leur cadre de vie et ceux de leurs

familles. Dans plusieurs pays comme le Mali, le Burkina Faso et le Sénégal, les femmes utilisant des plates-formes multifonctionnelles (PTMF) ont enregistré d'importants bénéfices¹². Avec l'étude de cas du Burkina Faso, le programme de plates-formes multifonctionnelles a été promu en tant qu'un élément du cadre stratégique pour la réduction de la pauvreté dans le pays. Il avait pour objectif de réduire la pauvreté dans des zones rurales et périurbaines du Burkina Faso par la promotion de l'accès des femmes aux services énergétiques modernes, essentiels pour la croissance économique et le bien-être des populations. Avec la mise en place de 23 PTMF, les résultats positifs sont nombreux: économies de temps pour les femmes dégagées de leurs tâches domestiques, augmentation de la production agricole, développement d'activités génératrices de revenus, mobilisation des systèmes bancaires locaux, introduction du microfinancement et opportunités d'emploi.

L'utilisation du "fumoir *Chorkor*" dans les communautés de pêcheurs du Ghana, où la majorité des femmes vendent du poisson, est un cas similaire. Les femmes de la région centrale du Ghana fumaient le poisson avec le fumoir traditionnel en glaise, avec de grandes ouvertures à la base et des ventilations dans les coins supérieurs. Ce fumoir traditionnel ne pouvait accueillir qu'une unique couche de poisson. Le processus impliquait des difficultés de fonctionnement, notamment le coût élevé de la production, car le fumoir consomme beaucoup de bois et donc réduit les marges de profit. Cette méthode, comme le four suisse traditionnel utilisé pour griller le *gari*, générait beaucoup trop de fumée et de chaleur, avec des conséquences nocives sur la santé des poissonnières. La conception du fumoir *Chorkor* lui confère des caractéristiques améliorées et lui permet de contenir jusqu'à cinq couches de poissons, ce qui permet de le retourner facilement au cours du processus de fumage. Ainsi, le poisson fumé est très bon et vendu plus rapidement. Le fumoir *Chorkor* est également associé à la réduction de la fumée et de la chaleur, ce qui améliore la qualité du poisson et réduit les risques pour la santé liés à une chaleur et une fumée excessives. De plus, sa consommation de bois de chauffe étant moindre, les coûts de production sont réduits et les marges accrues. Le fumoir *Chorkor* peut être construit avec des blocs de ciment pour supporter les pluies abondantes, la plupart des sites de production n'étant pas couverts. Deux

ans après l'introduction du fumoir *Chorkor* dans ces communautés, la plupart des femmes qui avaient bénéficié d'une formation ont adopté la technologie, ont accru leurs revenus et leur possession d'actifs¹³.

D'autres projets se sont concentrés sur le renversement des rôles entre les sexes, en étendant les capacités techniques des femmes, grâce à une formation efficace. Le meilleur exemple en est l'installation de panneaux solaires au Mali, dans le cadre du projet *Programme national du Mali pour les énergies renouvelables pour la promotion des femmes* (PENRAF), mis en place depuis 2003. Les femmes et les hommes ont été formés pour réaliser des séchoirs solaires et des chauffe-eau, et les jeunes femmes ont été formées pour installer et maintenir les panneaux solaires. Jusqu'à présent, 30 000 femmes et hommes dans 55 communautés ont directement bénéficié du projet. La *L'association des Femmes et des Jeunes* gère les installations de séchage solaires et la recharge des batteries solaires. Dans le centre de santé, l'éclairage solaire a remplacé les lampes au kérosène et les torches électriques utilisées à l'origine pour les visites de contrôle et les accouchements. Un chauffe-eau produit également de l'eau en permanence pour les patients et un réfrigérateur alimenté à l'énergie solaire permet de conserver les vaccins et les médicaments à des températures adéquates¹⁴.

Une autre étape décisive a été la priorité donnée au rôle de la femme dans la gestion des services énergétiques. Dans la sous-région d'Afrique de l'Ouest, de nombreuses plates-formes multifonctionnelles sont gérées par des femmes. La formation reçue dans des pays comme le Sénégal, le Burkina Faso, le Ghana et la Guinée permet aux femmes de développer leurs compétences entrepreneuriales et de produire et de distribuer l'énergie, mais également d'élargir leurs capacités en tant que propriétaires d'activités.

5. LEÇONS APPRISES ET CHEMIN À PARCOURIR

L'expérience a montré que les interventions dans le domaine des énergies renouvelables qui n'intègrent pas la division du travail par sexe peuvent aggraver les charges des femmes ou les exclure des nouvelles opportunités. Les inégalités structurelles, comme

l'absence d'accès aux ressources et de contrôle sur ces dernières ou aux avantages comme la terre, le crédit, les revenus et l'éducation, agissent comme des barrières destinées à empêcher les femmes de profiter de droits que les technologies et les programmes d'énergies durables pourraient leur octroyer. Cela signifie que les possibilités des femmes de profiter équitablement des opportunités offertes sont souvent moindres. De plus, cette situation les place dans une position de vulnérabilité, car de telles initiatives ne font parfois qu'alourdir leur charge.

Néanmoins, plusieurs études ont démontré que les femmes peuvent profiter d'un accès adéquat et fiable aux services énergétiques modernes. L'une des leçons apprises est que ces services peuvent avoir un impact positif sur la santé des femmes en réduisant les risques liés à la fumée provenant de la biomasse. Ils peuvent également soutenir le fonctionnement des cliniques sanitaires dans les zones rurales, cruciales pour l'amélioration de la santé des femmes. Une fois de plus, les femmes et les jeunes filles peuvent également profiter d'économies en termes de temps et d'efforts, grâce à la disponibilité de technologies améliorées pour la cuisine et à la fourniture de puissance mécanique pour la récolte d'eau, l'agriculture et les activités à petite échelle¹⁵. Ces leçons montrent que les politiques et les programmes en matière d'énergies renouvelables doivent absolument intégrer les relations de pouvoir et entre les sexes, à l'intérieur et à l'extérieur des foyers, afin de garantir une amélioration des conditions de vies des femmes, grâce à l'accès à des services d'énergie améliorés. L'élimination des obstacles qui empêchent les femmes de prendre des décisions essentielles affectant leur vie et le renforcement du marché et les opportunités de revenu est également fondamentale.

En ce qui concerne le chemin à parcourir, l'utilisation de processus et d'outils de planification prenant en compte le genre peut permettre d'élaborer des interventions plus efficaces dans le secteur des énergies renouvelables. Les actions liées au genre peuvent être explicitement formulées pour des interventions réussies dans ce domaine. Il est également important de noter que plusieurs résultats peuvent être obtenus dans une seule intervention énergétique. Les PTFM, par exemple, combinent les avantages en termes

d'économie de temps, d'entrepreneuriat, d'augmentation des revenus et de transformation des rôles selon le sexe et les opportunités de relation. Le rôle des femmes dans les institutions de politique énergétique est également crucial pour catalyser la transition vers un accès élargi aux services énergétiques modernes.

En guise de conclusion, disons que si l'on veut offrir un accès universel aux services énergétiques, des actions visant à intégrer les questions de sexe doivent être abordées. Cela consiste à définir des actions concrètes à entreprendre et des objectifs et des cibles à fixer, pour compenser l'écart en termes d'accès aux services énergétiques et aux ressources entre les femmes et les hommes sur une base équitable. Il s'agit également de s'attaquer aux inégalités structurelles et de reconnaître la valeur des contributions des diverses catégories sociales d'hommes et de femmes. À cet égard, les politiques publiques dans le domaine des énergies renouvelables dans la sous-région doivent être davantage axées sur les décisions en matière de revenus auxquelles sont confrontées les femmes et les hommes pauvres en milieu urbain et rural et sur l'impact potentiel de ces dernières sur les relations de pouvoir et de genre.

NOTES

1. Clancy, J.S., Skitsch, M.M., et Bachelor, S., 2003.
2. Wamukonya, N., 2002.
3. *Depuis 1989, le Ghana a mis en oeuvre un Programme d'électrification nationale (NES) largement orienté vers l'électrification rurale dans le cadre du Self-Help Electrification Programme (SHEP)*. Consulter Mensah-Kutin (2002) *Gendered Access to Electricity in Rural Ghana* (Thèse de doctorat non publiée).
4. Mensah-Kutin, R., 2007.
5. De nombreux pays de la sous-région n'atteignent pas le taux de 30 % de participation proposé par les Nations unies. Le Sénégal est une exception, avec 43 % de représentation parlementaire.
6. ONUDI (Organisation des Nations unies pour le développement industriel), 2003.
7. ONU (Organisation des Nations unies), 2012.
8. Rio+20 est le nom abrégé de la *Conférence des Nations unies sur le développement durable*, célébrée à Rio de Janeiro, au Brésil, en juin 2012 – vingt ans après le *Sommet de la terre* de Rio en 1992.
9. WACSI (Institut ouest africain de la société civile), 2009.
10. Ibid, p. 98.
11. ONU (Organisation des Nations unies), 2010.

12. ENERGIA (International Network on Gender and Sustainable Energy), 2012.
13. FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1989.
14. PNUD (Programme des Nations unies pour le développement), 2012.
15. ENERGIA (International Network on Gender and Sustainable Energy), 2012.

RÉFÉRENCES

- [1] CLANCY, 2003. Clancy J.S., Skutsch, M.M., Bachelor, S., *The gender-energy-poverty nexus: finding the energy to address gender concerns in development*. Document élaboré pour le DFID. Disponible sur <http://www.energia.org>
- [2] ENERGIA (International Network on Gender and Sustainable Energy), 2012. Disponible sur <http://www.energia-africa.org>
- [3] FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1989. *Chorkor smoker, an efficient post-harvest processing technique, Africa*. Disponible sur ftp://ftp.fao.org/sd/sda/SDAR/sard/English%20GP/EN%20GP%20Africa/Fisheries_Chorkor_oven_Africa.pdf
- [4] MENSAH-KUTIN, 2007. Mensah-Kutin, R. In G. Karlsson (ed.) *Gender and Energy In Africa: Regional initiatives and Challenges In promoting Gender In Energy*, (ENERGIA).
- [5] ONUDI (Organisation des Nations unies pour le développement industriel), 2003. *A Path out of Poverty: Developing Women Entrepreneurship*. Disponible sur <http://www.unido.org/file-storage/download//file%5fid=11092>
- [6] ONU (Organisation des Nations unies), 2012. Disponible sur <http://www.sustainableenergyforall.org/>
- [7] ONU (Organisation des Nations unies), 2010. *Looking to the Future*, UN-Energy 2010.
- [8] PNUD (Programme des Nations unies pour le développement), 2012. *Solar power in Mali: A miracle for women*. Disponible sur http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/environmentandenergy/successstories/L_energie_solaireaumaliunmiraclepourlesfemmes.html
- [9] WACSI (Institut ouest africain de la société civile), 2009. *Status of Women's leadership in West Africa*, Accra-Ghana.
- [10] WAMUKONYA, 2002. *A critical look at gender and energy mainstreaming in Africa*. Document de travail préparatoire diffusé lors de l'événement parallèle "approches du développement durable en fonction du genre" organisé par UNDESA/DAW et WEDO pour le Prép. Com. III, Avril 2002.

AUTEUR

Rose Mensah-Kutin. Directrice de l'Office régional Afrique de l'Ouest basé à Accra de ABANTU pour le développement.

www.abantu-rowa.org

POLITIQUE ET CADRE REGLEMENTAIRE POUR LE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES AU SENEGAL

ISMAÏLA LO
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES DU SÉNÉGAL

RÉSUMÉ

Le Sénégal dispose d'importantes potentialités dans le domaine des énergies renouvelables notamment dans les filières solaire, éolienne, de la biomasse et de l'hydroélectricité.

Depuis l'année 2008 la nouvelle Lettre de Politique de Développement du Secteur de l'Énergie est mise en place et elle a une claire orientation aux énergies renouvelables lorsque fixe un taux de pénétration des sources d'énergie renouvelable et des biocarburants d'au moins 15%, dans la consommation intérieure d'énergie d'ici 2020. Cet article fait une description des caractéristiques, perspectives et différents aspects réglementaires pour la promotion des Energies Renouvelables au Sénégal.

Mots clé : Énergies Renouvelables, Sénégal, Cadre Règlementaire.

1. CONTEXTE

Après plus de quatre années de mise en œuvre de la Lettre de Politique de Développement du Secteur de l'Énergie de 2003, le Gouvernement du Sénégal a adopté une nouvelle LPDSE signée en février 2008.

Cette décision découle du constat que le secteur de l'énergie était encore traversé par une vague de tensions dans l'approvisionnement des ménages, de l'industrie ainsi que de tous les autres secteurs d'activités.

Le renchérissement sans précédent des prix des produits pétroliers a été, en effet, le déclencheur d'une grave crise du système d'approvisionnement énergétique, manifestée par des périodes de pénurie dans la distribution aussi bien des carburants, du gaz butane que de l'électricité.

En raison de la profondeur de cette crise et du caractère durable de certains facteurs tels que les tensions sur le marché pétrolier international, le Gouvernement du Sénégal a réexaminé les orientations en cours, en termes de pertinence et retenu de nouvelles mesures aptes à favoriser le développement du secteur de l'énergie sur la période 2007- 2012. Il s'agit d'inscrire ces mesures, en cours de mise en œuvre pour certaines, dans le cadre global d'une politique et d'une stratégie claires, suffisamment bien articulées qui servent de guide à l'action pour toutes les parties prenantes, Etat, sociétés d'énergie, investisseurs, partenaires au développement et consommateurs.

La Nouvelle Politique Énergétique du Sénégal met ainsi en avant trois objectifs majeurs :

- assurer l'approvisionnement en énergie du pays en quantité suffisante dans les meilleures conditions de qualité et de durabilité et au-moindre coût,
- élargir l'accès des populations à des services modernes de l'énergie et,
- réduire la vulnérabilité du pays aux aléas exogènes notamment ceux du marché mondial du pétrole.

Quant à la Lettre de Politique de Développement du Secteur de l'Énergie adoptée en février 2008, elle fixe les objectifs suivants à atteindre:

- un taux d'indépendance en énergie commerciale (hors biomasse traditionnelle) d'au moins 20% d'ici 2020;
- un taux de pénétration des sources d'énergie renouvelable et des biocarburants d'au moins 15%, dans la consommation intérieure d'énergie d'ici 2020.

Ces objectifs seront atteints grâce à l'apport notamment des biocarburants, de l'hydroélectricité et des énergies renouvelables.

- Aussi, pour y arriver, il a été jugé opportun de mener une étude exhaustive afin de :
- faire une revue du potentiel techniquement et économiquement exploitable de production d'électricité qui pourrait être fournie sur le réseau électrique interconnecté et non-interconnecté au Sénégal à partir d'énergies renouvelables ;
- déterminer les conditions techniques, financières et économiques permettant de favoriser le développement de cette production électrique à partir de sources d'énergie renouvelable.

L'étude devait permettre de :

- déterminer quels sont actuellement les obstacles et opportunités techniques, économiques et financiers relatifs au développement d'une production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable ;
- explorer les différents schémas de promotion permettant de favoriser le développement de cette production ;
- proposer une stratégie de mise en œuvre de ces schémas.

2. QUELQUES INDICATIONS SUR LE POTENTIEL EN ENERGIE RENOUVELABLE AU SENEGAL

En raison de sa situation géographique, le Sénégal dispose d'importantes potentialités dans le domaine des énergies renouvelables notamment dans les filières solaire, éolienne, de la biomasse et de l'hydroélectricité.

2.1. FILIÈRE SOLAIRE

Le gisement solaire est caractérisé par un ensoleillement de 3000 heures par an et une énergie moyenne journalière d'irradiation globale de 5,8 kWh/m²/jour.

L'exploitation de ce gisement s'est faite jusqu'ici à travers les deux sous-filières solaire photovoltaïque et solaire thermique.

La sous-filière solaire photovoltaïque représente la technologie qui a connu le développement le plus soutenu au Sénégal. Elle a fait l'objet d'un développement significatif dans divers domaines d'application (télécommunications, pompage de l'eau, production d'électricité (centralisée et décentralisée)).

Les premières installations réalisées dans les années 80 se sont poursuivies à un rythme régulier à travers des projets et programmes dont les principaux ont été :

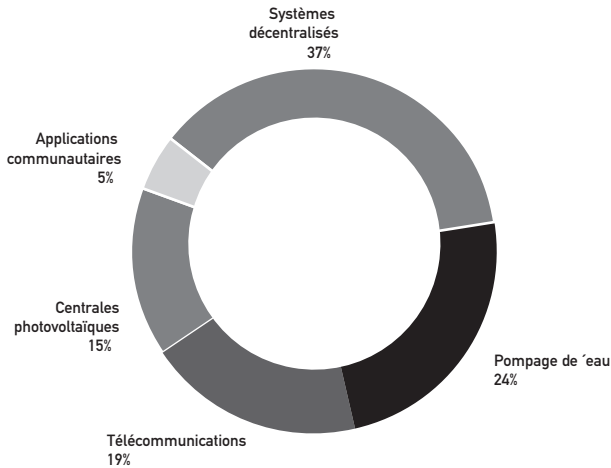
- le Projet Sénégalo-allemand d'Énergie Solaire (PSAES) financé par l'Allemagne ;
- le Programme Régional Solaire (PRS) financé par l'Union Européenne ;
- le Projet Sénégalo-nippon financé par le Japon ;
- le Projet Association des Postes de Santé Privés Catholiques du Sénégal (APSPCS) financé par la Fondation Énergie pour le Monde (FONDEM) ;
- le Projet Association Inter-villageoise de Sinthiou Boubou (AISB) financé par le Fonds Européen de Développement (FED) ;
- le Projet espagnol (Isophoton et Atersa) financé par l'Espagne.

La puissance totale installée en 2007 était de 2 MWc et se situe à près de 2,5 MWc en 2010. La répartition de cette puissance par application est indiquée suivant le diagramme ci-après :

Concernant la sous-filière solaire thermique, le Sénégal a initié depuis plus d'un quart de siècle un important programme de recherche - développement dans ce domaine en mettant au point les premières pompes thermodynamiques et des chauffe-eau solaires au niveau de l'Institut de Physique Météorologique

(IPM) Henri Masson de l'Université de Dakar, devenu aujourd'hui Centre d'Études et de Recherches sur les Énergies Renouvelables (CERER).

FIGURE 1
RÉPARTITION DE LA PUISSANCE INSTALLÉE EN 2010



2.2. FILIÈRE ÉOLIENNE

L'énergie éolienne peut s'avérer intéressante à développer pour la production électrique, notamment sur la frange côtière entre Dakar et Saint- Louis et sur une largeur de 50 km, où la vitesse moyenne annuelle des vents à 10 m de hauteur, est en moyenne de 4 m/s. De nouvelles mesures effectuées entre 30 m et 40 m de hauteur ont révélé l'existence de vitesses de plus de 6 m/s.

Pour valoriser ce potentiel, plusieurs projets et programmes ont été mis en œuvre à partir des années 80 avec :

- des aérogénérateurs (par la coopération française à travers l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie) ;
- 200 éoliennes de pompage du Projet FIASA (par la coopération Argentine en 1982) ;

- un parc éolien (10 éoliennes) à Mboro par la coopération italienne en 1989 ;
- 45 éoliennes de pompage par le Projet Alizés-Sénégal à partir de 1997.

Le développement de l'énergie éolienne reste encore très faible et la puissance totale installée jusqu'ici et réellement fonctionnelle ne dépasse pas 0,5 MW sur l'étendue du territoire national.

Toutefois, la filière offre des perspectives intéressantes au regard des données de vents enregistrées par des promoteurs privées sur le littoral nord et surtout de l'évolution de la technologie durant ces dernières années.

2.3. FILIÈRE BIOMASSE

Au Sénégal, la biomasse à travers le bois-énergie représente la principale source d'approvisionnement en énergie pour les ménages. Elle contribue à hauteur de 80% dans le bilan de leur consommation énergétique et constitue par ailleurs la source d'énergie dominante dans le bilan énergétique national avec plus de 55%. En termes de potentiel, les études effectuées révèlent des réserves importantes de formations forestières à l'Est et au Sud du pays.

Au potentiel ligneux, s'ajoutent d'autres ressources qui offrent des perspectives intéressantes de valorisation énergétique en particulier pour la production de biocarburant :

- les sous-produits agricoles (environ 3,3 millions de tonnes de matières sèches agricoles) et agro-industriels (balles de riz, bagasses, coques d'arachides, tiges de coton, etc.) principalement au Nord, au Centre, au Sud et Sud-est du pays ;
- les espèces végétales (pourghère, typha, tournesol, coton, ricin, sorgho sucré etc.) dont l'exploitation à grande échelle peut se faire dans différentes zones éco géographiques du pays.

En outre, la filière biomasse présente des perspectives avérées pour la production de biogaz, à partir notamment :

- des déchets animaux dont le potentiel est estimé à 32.000 tonnes de matières sèches par jour (rapport ENDA – mars 2005)
- des déchets de type industriel provenant des abattoirs gérés par la SOGAS (Société de Gestion des Abattoirs du Sénégal). Sur un an, les productions accessibles de biogaz à partir des déchets d'abattoirs pourraient atteindre 95.000 m³ soit 53 tep pour les déchets solides et 125.000 m³ soit 70 tep pour les déchets liquides (Base : abattage, Année 1999 sur l'ensemble des régions du pays) ;
- des ordures ménagères dont la production théorique en biogaz par an pour les zones urbaines est estimée à 41,4 millions de m³ correspondant à 23.000 tep en considérant qu'une tonne de matière sèche produit 180 m³ de biogaz ;
- des rejets d'origine humaine (fèces et urines).

Depuis plusieurs décennies, le Sénégal peut se prévaloir d'acquis appréciables dans l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie dans les industries agroalimentaires pour satisfaire une très grande partie de leur consommation en électricité et en chaleur. Il s'agit notamment de la coque d'arachide et de la coque palmiste utilisées par le "Groupe SUNEOR" et la bagasse utilisées par la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) et les tiges de coton utilisées par la Société de Développement des Fibres Textiles (SODEFITEX).

En termes de potentiel, on peut estimer la quantité de biomasse-énergie disponible à 130.000 tonnes.

Au niveau de la Compagnie Sucrière Sénégalaise, il est envisagé de produire du biocarburant (éthanol) à hauteur de 10.000 tonnes par an afin de réduire la consommation d'essence avec un dosage d'éthanol à hauteur de 10%.

2.4. FILIÈRE HYDROÉLECTRICITÉ

2.4.1. SOUS-FILIÈRE "GRANDE HYDRAULIQUE"

Les études réalisées par l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) et l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie (OMVG), en perspective du développement

d'unités hydroélectriques, montrent l'existence de plusieurs sites ayant un potentiel estimé à près de 1.400 MW sur les fleuves Sénégal et Gambie ainsi que leurs affluents. L'exploitation de cet important potentiel est envisagée dans le cadre de ces deux institutions sous régionales.

2.4.2. SOUS-FILIÈRE "PETITE HYDRAULIQUE"

Le Sénégal dispose de sites exploitables localisés, essentiellement dans la région de Kédougou (sud-est du pays).

Il existe quelques cours d'eau qui permettent aujourd'hui de développer de petites unités de production notamment à proximité des lieux de consommation.

Cependant, force est de constater l'insuffisance de la connaissance de ce potentiel exploitable pour la petite hydraulique. Aucune expérience n'est encore enregistrée dans ce domaine.

3. DISPOSITIF ORGANISATIONNEL POUR SOUTENIR L'ÉLABORATION D'UN CADRE RÉGLEMENTAIRE SPÉCIFIQUE AUX ER

Afin que l'élaboration des textes législatifs et réglementaires bénéficie d'un large consensus, il a été créé par arrêté ministériel, un groupe de travail ad hoc réunissant un panel de représentants des institutions et structures publiques mais aussi privées intervenant dans le secteur de l'énergie au Sénégal.

Ce groupe de travail avait pour missions de coordonner la planification et les orientations d'un cadre législatif et réglementaire sur les énergies renouvelables, de se concerter et de donner des avis sur des points-clés, d'assurer le suivi permanent des différentes étapes de l'élaboration de la loi et de ses décrets d'application, d'assurer une information régulière sur l'état d'avancement des travaux auprès de tous les acteurs concernés.

Le groupe était composé d'un représentant de chacune des institutions ou organisations suivantes :

- Ministère de l'Énergie.
- Ministère des Énergies Renouvelables et des Biocarburants.
- Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature.
- Commission de Régulation du Secteur de l'Électricité (CRSE).
- Agence Sénégalaise pour l'Électrification Rurale (ASER).
- Société nationale d'Électricité (SENELEC).
- Programme pour la Promotion de l'Électrification Rurale et de l'Approvisionnement Durable en Combustible Domestique (PERACOD) / GIZ.
- Agence Française de Développement (AFD).
- Syndicat Professionnel des Industries Du Sénégal (SPIDS).

Remarque : Dans l'exécution de sa mission, le Groupe de travail avait retenu de s'adjoindre toutes compétences qu'il jugerait nécessaires.

Ainsi pour faciliter et accélérer le processus d'élaboration de la loi, deux études ont été lancées par le Ministère de l'Énergie en concertation avec le Groupe de travail. L'une porte sur les aspects techniques, économiques et financiers de la production électrique à partir de sources d'énergie renouvelable au Sénégal et confiée à un consultant conformément aux règles régissant les marchés publics. L'autre concerne la proposition d'un cadre réglementaire et législatif favorable au développement de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables.

4. OBSTACLES RENCONTRES

4.1. VOLONTÉ POLITIQUE DES DÉCIDEURS

Le niveau décisionnel n'a pas toujours eu la même perception que le niveau chargé de la conception en ce qui concerne la démarche retenue pour mettre en place le cadre législatif et réglementaire. Cette opposition entre ces deux entités a eu pour conséquence le retard dans le démarrage des prestations surtout et a nécessité beaucoup d'efforts de sensibilisation malgré la disponibilité de termes de références clairs.

4.2. DIVERSITÉ DES ACTEURS IMPLIQUÉS

La diversité des acteurs n'a pas souvent facilité la tâche au sein du groupe du fait que les préoccupations des uns et des autres étaient parfois divergentes et qu'il fallait veiller à la cohérence des textes et tenir compte des réalités économiques du pays.

4.3. DIFFICULTÉS DANS LA COLLECTE D'INFORMATIONS ET DE DONNÉES TECHNIQUES

La collecte de données a nécessité beaucoup de temps puisque les informations n'étaient pas centralisées au niveau d'une base nationale. Cela requiert dès lors plusieurs déplacements vers les différentes sources afin de collecter le maximum d'informations disponibles.

Certaines de ces données nécessitaient des fois une réactualisation avant leur exploitation.

4.4. FACTEURS EXOGÈNES

L'existence d'une réglementation communautaire exigeait de la part des experts nationaux, la prise en compte de certaines mesures. Par exemple, la Directive de l'UEMOA N°02/2009/CM/UEMOA portant harmonisation des législations des Etats membres en matière de taxe sur la valeur ajoutée, en son Article 29 nouveau prévoit un taux réduit de la TVA compris entre 5 et 10% et ne peut être appliqué qu'à un nombre maximum de dix (10) biens et services dont entre autres les matériels de production de l'énergie solaire.

De ce point de vue, une difficulté majeure s'est posée aux experts dans l'élaboration des nouveaux textes au Sénégal puisque les équipements pour les autres filières comme l'éolienne, la biomasse, la petite hydraulique, les biocarburants ne sont pas concernés par les avantages fiscaux ; or, la loi d'orientation sur les énergies renouvelables devait permettre de garantir une exonération totale aux acquisitions de matériels et équipements destinés à la production d'énergie renouvelable pour l'autoconsommation domestique.

Une telle situation limite fortement les ambitions du pays dans sa volonté de prendre en compte et de développer toutes les filières d'énergies renouvelables ciblées pour leur potentiel avéré.

5. EVOLUTION DU CADRE REGLEMENTAIRE DES ER AU SENEGAL

Pour rendre l'environnement institutionnel favorable au développement des sources d'énergie renouvelable, le Sénégal avait adopté une série de mesures d'ordre législatif et réglementaire. Il s'agissait notamment de:

- la circulaire n° 10-226/ PM/SGG/EC5 du 21 décembre 1978 relative à la prise en compte de la variante solaire dans les marchés publics de fourniture d'énergie;
- la loi n° 81-22 du 25 juin 1981 instituant des avantages fiscaux dans le domaine de l'utilisation de l'énergie solaire ou éolienne;
- la note de décision n° 0706/DGD/DERD/BE (1992) portant exonération pour le matériel solaire, du droit fiscal et de la taxe sur la valeur ajoutée;
- la tarification douanière réduite pour les équipements photovoltaïques et thermiques;
- l'arrêté n° 29/MEMI du 21 avril 1999, instituant une cellule de contrôle de qualité des composantes photovoltaïques;
- la création d'une cellule, dénommée CT13, au sein de l'Institut Sénégalais de Normalisation (ISN) et qui est chargée de l'adoption de normes nationales sur les composantes photovoltaïques;
- la création en 1999 d'un laboratoire de test et de contrôle des composantes photovoltaïques;
- l'élaboration en 2000 d'un Plan Directeur d'Électrification Rurale par voie Solaire photovoltaïque.

Si cette série de mesures relatives à la réglementation et à la fiscalité a permis partiellement le développement des énergies

renouvelables au Sénégal, force est de constater que, pour réellement faire décoller la production d'électricité à partir des énergies propres dans le contexte actuel, l'adoption d'une loi plus incitative était devenue un impératif.

Ainsi, l'année 2010 a été mise à profit, pour parachever le processus de consolidation du cadre institutionnel, législatif et réglementaire en vue de le rendre plus en phase avec la nouvelle vision du Gouvernement.

Pour se faire, deux lois d'orientation, l'une portant sur les énergies renouvelables et l'autre sur les biocarburants, ont été promulguées en décembre 2010.

Deux décrets d'application de cette loi d'orientation sur les énergies renouvelables ont été ensuite adoptés pour offrir un cadre harmonieux et suffisamment attractif à la participation, du secteur privé, national comme international, aux efforts de développement des énergies renouvelables. Ces deux décrets sont le Décret n° 2011-2013 du 21 Décembre 2011 et le Décret n° 2011-2014 du 21 Décembre 2011

Le premier décret fixe les conditions d'achat et de rémunération de l'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelable par des centrales et leur raccordement au réseau.

Le second fixe les conditions d'achat et de rémunération du surplus d'énergie électrique d'origine renouvelable résultant d'une production pour consommation propre.

Ces deux textes visent, en définitive, à encourager les entreprises et les ménages à investir dans le secteur des énergies renouvelables pour leur consommation propre.

La loi d'orientation sur les biocarburants, quant à elle, a été promulguée et son décret d'application est en voie d'adoption.

6. MISE EN ŒUVRE DU CADRE RÉGLEMENTAIRE

Pour mettre en œuvre le Décret n° 2011-2013, un arrêté portant création d'un Comité de sélection et d'agrément a été initié en vue de permettre d'une part, aux promoteurs et investisseurs de disposer d'un acte (agrément) pour développer leurs projets et d'autre

part, au Gouvernement d'avoir une visibilité dans la planification de ses besoins en matière de production indépendante d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable à injecter au réseau.

Ainsi, jusqu' au 21 décembre 2012, les projets d'énergies renouvelables devront faire l'objet d'une instruction approfondie au niveau de ce Comité conformément à l'article 19 de la loi n° 2010-21 portant Loi d'orientation sur les Energies Renouvelables.

Toutefois, il convient de signaler qu'au-delà de cette date du 21 décembre 2012, le Gouvernement fera exclusivement recours à des appels d'offres pour toutes les nouvelles capacités à installer sur le territoire.

AUTEUR

Ismaila Lo. Chef de division de l'énergie solaire. Direction de la promotion des énergies renouvelables. Ministère de l'énergie et des mines. Sénégal.

www.gouv.sn

LA PLACE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES CONCESSIONS D'ÉLECTRIFICATION RURALE AU SÉNÉGAL

CHEICKH WADE
ASER

RÉSUMÉ

Dans ces dernières années la politique d'électrification rural au Sénégal a été redéfinie par rapport à la situation des années 90. Une nouvelle approche a été développée depuis les années 2000 et quelques années plus tard tous les instruments ont été mis en place pour permettre au pays augmenter l'accès à l'électrification rural d'une façon effective et durable. Cet article donne un aperçu de différentes options qui ont été implémentés au pays ainsi que les opportunités pour les investisseurs.

Mots clé : Électrification Rurale, Énergies Renouvelables, Sénégal, Cadre Règlementaire.

1. ENVIRONNEMENT LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE DE L'ÉLECTRIFICATION RURALE AU SÉNÉGAL

1.1. APERÇU SUR L'HISTORIQUE DU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRIFICATION RURALE

En 1998, plus de 95% des ménages ruraux sénégalais n'avait pas accès à l'électricité. Dans certaines localités du pays, les écoles et les cases de santé devaient assurer leurs services sans électricité. Le contexte de l'électrification rurale était caractérisé par :

- a) Au niveau institutionnel :
 - une absence de vision à long terme de développement de l'électrification rurale ;
 - un monopole public ;
 - une source de financement unique: l'Etat ;
 - l'inexistence d'un cadre attractif et incitatif pour le secteur privé ;
 - un tarif unique sur l'ensemble du territoire (une péréquation nationale).
- b) Au plan technique :
 - une approche d'électrification dominante basée sur l'extension du réseau électrique MT de la SENELEC ou les mini-réseaux autonomes alimentés par des groupes électrogènes ;
 - un recours marginal aux options décentralisées et aux énergies renouvelables.

Dans un tel contexte il paraissait évident que les opportunités d'un développement soutenu de l'électrification rurale étaient fortement limitées. Or l'objectif du Gouvernement du Sénégal, dans ce sous-secteur, est d'assurer l'accès à l'électricité à un plus grand de ménages ruraux afin de faire face aux exigences de développement économique et social du pays. Le Sénégal avait des ambitions de porter le taux d'électrification à près de 50% en 2012.

L'ampleur des défis, dans ses approches techniques pas toujours adaptées et la raréfaction de ressources financières, a amené

les pouvoirs publics à s'orienter vers une nouvelle approche de l'électrification rurale fondée sur un Partenariat Secteur Public – Secteur Privé (P.P.P.).

1.2. RÉFORME INSTITUTIONNELLE ET NOUVEAU CADRE LÉGISLATIF DE L'ÉLECTRIFICATION RURALE

Pour tenir compte de cette nouvelle donne, l'Etat du Sénégal promulgua en 1998 la loi 98-24 du 14 avril 1998. A travers cette option le Sénégal posa de nouveaux jalons sous-tendus par :

- l'affirmation du caractère spécifique et prioritaire de l'électrification rurale, relevant à la fois du secteur marchand et de l'équipement rural ;
- le positionnement de l'électrification rurale dans une perspective de développement économique et social durable (Stratégie de Réduction de la Pauvreté - SRP), par une exigence de reproductibilité et de viabilité technique et économique dans le montage des opérations ;
- l'implication des investisseurs privés nationaux et internationaux, des groupements associatifs, des ONG (organisations non gouvernementales) et des collectivités locales en position d'acteurs moteurs du développement de l'électrification rurale.

La nouvelle loi a permis la définition et la mise en place d'un cadre législatif et réglementaire libéralisant le sous-secteur de l'électricité par, entre autres :

- la création d'une Agence dédiée à l'électrification rurale : l'Agence Sénégalaise d'Electrification Rurale (ASER) ;
- la création d'une Commission de Régulation du Secteur de l'Électricité (CRSE) ;
- l'adoption d'une lettre de politique spécifique au développement de l'électrification rurale en 2004 et réadaptée en 2007 ;
- la mise en place d'un mécanisme pérenne de financement du développement de l'électrification rurale: le Fonds d'Electrification Rurale (FER) créé par décret N° 2006-247 du 21 mars 2006 ;

- l'instauration de mécanismes d'alimentation du FER, par la loi N°2006-18 du 30 juin 2006 portant création de la redevance d'électrification rurale ;
- la promotion du secteur privé en acteur majeur de l'électrification rurale dans le cadre d'un Partenariat Public Privé (PPP) ;
- l'adoption du concept de Concession d'Electrification Rurale comme cadre de mise en œuvre de la politique d'électrification rurale ;
- l'instauration d'une neutralité technologique dans les approches d'électrification favorisant la diversification des technologies et faisant une large place aux énergies renouvelables.

1.3. L'ÉLECTRIFICATION PAR L'APPROCHE DES CONCESSIONS

L'Agence Sénégalaise d'Electrification Rurale (ASER), en charge du programme d'électrification rurale, s'est engagée dans un ambitieux programme d'électrification rurale, basé sur un partenariat public/privé (national et étranger) durable afin de pouvoir mobiliser les investissements importants et nécessaires. Ce large programme est fondé sur la mise en concession de service d'électricité du territoire national par deux approches :

- les concessions de type 1 désignées sous le vocable Concessions d'Electrification Rurale (CER) adoptées comme cadre de mise en œuvre du programme prioritaire d'électrification rurale de l'Etat ;
- Les concessions de type 2 appelés ERIL (Electrification Rurale d'Initiative Locale) portées par des opérateurs locaux (collectivités locales, associations de consommateurs ou d'émigrés, groupements de villageois et autres associations communautaires de base).

1.4. LES CONCESSIONS D'ELECTRIFICATION RURALE (CER)

Un programme prioritaire de l'Etat basé sur la division du pays en 10 CER qui sont attribuées à des opérateurs privés qui en assure la gestion pendant 25 ans. Chaque concession regroupe dans l'aire géographique d'un ou de plusieurs départements l'ensemble des

villages non encore électrifiés situés en dehors du périmètre de l'opérateur traditionnel la SENELEC. Elle présente les caractéristiques suivantes :

- un gisement potentiel d'usagers d'environ 5000 à 20000 ménages répartis sur un territoire avec un rayon moyen d'environ 100 Km,
- un montant des investissements nécessaires pour la couverture d'une concession: entre 3,326 à 10,337 milliards FCFA,
- un niveau de subvention requis compris entre 20% à 80% du montant des investissements pour en garantir la viabilité économique, selon que la zone est riche ou pauvre.

1.5. CONCESSION DE TYPE 2 : ELECTRIFICATION RURALE D'INITIATIVE LOCALE (ERIL) OU PROJETS D'ÉLECTRIFICATION DITS SPONTANÉS

Au lieu d'attendre d'être touchées par un programme des CER, les populations, dans le cadre de leurs associations (associations de consommateurs, association d'émigrés), les opérateurs locaux (commerçants) peuvent mener des projets d'électrification rurale, avec l'appui de l'ASER. Les projets ERILS qui sont des projets d'initiative locale qui permettent d'amorcer l'électrification d'un ou deux plusieurs villages en attendant la mise en concession de la zone concernée, ou qui complètent les objectifs contractuels d'un concessionnaire – opérateur privé titulaire d'une CER. L'ASER doit procéder régulièrement (sur une base semestrielle) au lancement d'appels à propositions pour des projets ERIL.

1.6. ENCADREMENT ET ACCOMPAGNEMENT DES USAGERS RURAUX

La mise en place de cette approche d'électrification rurale s'est accompagnée par l'instauration dans les concessions d'options innovantes de gestion de la clientèle ci-après :

- des tarifs par niveau de service basés sur la vente de services électriques et non sur le kWh pour les clients à consommations modeste avec l'application de tarifs forfaitaires ;

- même tarif pour un même niveau de service quelque soit la technologie utilisée ;
- différenciation des tarifs d'une concession à l'autre ;
- préfinancement par l'opérateur de services connexes tels que les installations intérieures, le remplacement des ampoules à économie d'énergie ;
- remboursement étalée des frais d'abonnement par le biais de la facturation périodique (Composante non énergétique).

2. PLACE ET RÔLE DES ENR DANS L'ÉLECTRIFICATION RURALE

Le concept de "neutralité technologique" mettant sur le même pied d'égalité toutes les technologies matures et éprouvées avec pour objectif principal l'électrification du maximum de ménages au moindre coût basé sur une seule certitude : l'optimisation technico-économique. Cette approche a permis à un recours important aux énergies renouvelables, surtout le solaire photovoltaïque, très adaptées à la configuration géographique des zones rurales du Sénégal.

Ainsi, le recours à la technologie solaire photovoltaïque jusque là très marginalement utilisée comme technique d'électrification (850 kWc seulement de puissance installée en 2000), a été fortement encouragé par les autorités. Du coup, la situation du pays en matière de couverture en services électriques s'est considérablement améliorée, entre 2000 et 2007, avec un taux d'électrification rurale global passant de 8 à 16% pour une puissance installée de plus de 2000 kWc en fin 2007 et près de 3 000 kWc en 2010 pour un taux de 23%.

Les différentes solutions techniques offrent une large gamme de services :

- les centrales solaires hybrides* : aujourd'hui nous constatons que l'ASER a une politique très avancée sur les systèmes hybrides (PV-Diésel-Batterie ou PV-Eolien-Diésel-Batterie) et y accorde un intérêt très particulier par l'idée d'hybrider toutes centrales

diésel existantes des réseaux autonomes. Ces types de centrales présentent les caractéristiques suivantes : i) Champ PV de 5 à 40kWc ; ii) Groupe électrogène de 10 à 60kVA ; iii) banc de batterie de stockage 1200 à 2300Ah. Elles sont alimentent des mini réseaux BT et fournissent l'énergie 24H/24H,

- b) *les systèmes solaires individuels* : i) les SPF (Systèmes Photovoltaïques Familiaux) pour les besoins en électricité des ménages de puissance possibles prévues de 50 à 160 Wc ; ii) les systèmes dits communautaires destinés à l'électrification des structures socio-économiques (écoles, hôpitaux ruraux, maisons communautaires, lieux de cultes) de puissances 300 à 1500 Wc,
- c) *les lampadaires solaires* : pour l'éclairage des rues, artères et places publiques,
- d) *les systèmes pour des usages d'activités génératrices de revenus* : moulins solaires ; mini pompage et irrigations pour faciliter le développement d'usages productifs.

3. MISE EN ŒUVRE DE PROJETS D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DANS LES PROGRAMMES D'ÉLECTRIFICATION RURALES

3.1. DANS LES CONCESSIONS DE TYPE 1

Dès la mise en œuvre des premières CER, sur financement de la Banque Mondiale pour un montant global de 29,9 millions \$US, un don de 5 millions \$US du FEM (GEF) y a été ajouté pour la promotion des énergies renouvelables par le biais d'une discrimination positive. Ce qui devra permettre, dans le cadre d'une des premières concessions financée par la Banque Mondiale et déjà été attribuée à une société Marocaine (ONE), de faire une part belle aux énergies renouvelables dans l'obligation de raccorder 19.574 clients ruraux en se basant sur le principe de la neutralité technologique, c'est-à-dire électrifier les ménages avec l'option technologique la plus adaptée (raccordement au réseau ou par systèmes décentralisés comme groupes électrogènes, centrale hybride, centrale solaire, Système Photovoltaïque Familial (SPF)).

Dans la même foulée, dans l'attente de finaliser l'attribution de toutes les concessions prévues, l'ASER a eu à développer des projets et programmes d'électrification tournés exclusivement ou partiellement vers l'utilisation du solaire PV pour renforcer l'attractivité des concessions. Les projets suivants peuvent être cités :

- Projet d'électrification par 300 systèmes photovoltaïques familiaux dans 09 localités: dans la Communauté rurale de Wack Ngouna (Région de Kaolack).
- Projet d'éclairage public : installation de 1000 lampadaires solaires dans 90 localités ciblées des régions suivantes (Thiès, St-Louis, Diourbel, Ziguinchor, Kolda et Tambacounda).
- Second Programme F.A.D (Espagne) : Installation de 10 000 SPF, de 9 centrales hybrides (solaire/Diesel), d'une unité de dessalement d'eau de mer et de 20 moulins solaires.
- Premier Programme FAD (Espagne) : Pose de 2648 lampadaires d'éclairage public solaire dans l'installation de 662 systèmes communautaires PV dans différentes régions du pays.
- Programme d'électrification sur financement de l'Inde : Electrification harmonisée de 24 villages (SPF, systèmes PV communautaires, Eclairage publique) par l'installation de 640 SFP, de 120 lampadaires solaires et de 486 systèmes PV communautaires. Projet d'électrification par voie solaire PV des îles de la région de Ziguinchor sur financement de l'Annulation de la dette entre l'Espagne et le Sénégal : deux villages centres avec deux centrales hybrides : Champ PV 30kWc + GE 50 kVA + Banc de batterie de 300 kWh (chacune) et 22 villages harmonisés (SPF, systèmes PV communautaires, éclairage publique).

3.2. DANS LES CONCESSIONS DE TYPE 2

Le dépouillement de la première vague de propositions de projets ERIL issus du premier appel à propositions lancé en janvier et juillet 2007 avait vu la totalité des projets émanant du domaine du solaire PV. Les propositions retenues font l'objet des projets ERIL financés par la facilité OUWENS.

3.2.1. PROGRAMME ERSEN

C'est dans le cadre des concessions du type 2 que le Programme Sénégal-Allemand pour la Promotion de l'Électrification rurale et de l'Approvisionnement Durable en Combustibles Domestiques (PERACOD) a initié le projet dénommé ERSEN. Ce projet, cofinancé par les Pays Bas, appuie l'ASER en vue d'atteindre les objectifs fixés par l'Etat du Sénégal. Le Projet ERSEN est surtout basé sur l'utilisation des énergies renouvelables et s'adresse aux villages de moins de 800 habitants, localités non prioritaires dans le cadre des CER. 215 villages enclavés auront l'électricité grâce principalement à des systèmes solaires et accessoirement à un raccordement au réseau.

La démarche méthodologique du projet permet d'électrifier des zones enclavées qui ne sont pas électrifiées dans l'immédiat par les voies classiques comme l'extension du réseau. En vue d'améliorer la qualité des services de base fournis aux villageois, chaque village sélectionné doit disposer d'au moins une école et d'une structure de santé publique. Ainsi, les systèmes électriques solaires assurent l'approvisionnement en électricité des ménages, mais aussi de l'école et de la case de santé.

Ce programme a permis les réalisations suivantes :

- Programme ERSEN I : Electrification harmonisée de 74 villages dont 57 par SPF (1000 SFP + 200 Lampadaires solaires), 17 par centrales hybrides (PV – Diésel) ;
- Projet ERSEN NDELLE : Electrification d'un village par une Centrale solaire de 8,2 kWc installés (en ilotage), dont la gestion est faite par un Sony Island et l'injection dans le réseau est assuré trois Sony Boy, avec un réseau basse tension monophasé ;
- Programme ERSEN II : Electrification harmonisée de 141 villages : 74 villages par SPF (2000 SPF+240 Lampadaires) + 16 villages par extension du réseau MT + 51 villages par des centrales hybrides (50 PV – Diésel + 1 PV – Eolien – Diésel) ;
- le projet pilote d'électrification rurale à Sine Moussa Abdou : Une centrale hybride PV-Eolien-Diésel-Batterie - Champ PV de 5 kWc, Aérogénérateur de 5 kW, Groupe électrogène de 10 kVA et Batterie de stockage de 2500 Ah / 48Vdc.

3.2.2. PROGRAMME OUWENS

Le Fonds Daey Ouwens a pour objectif de permettre à un plus grand nombre d'habitants des pays les moins avancés (PMA) d'avoir accès à l'énergie en encourageant des projets à petite échelle dans le domaine de l'approvisionnement énergétique durable et créateur d'emploi.

Ce fond s'inscrit dans le cadre de l'objectif global des Pays-Bas visant à contribuer à la réalisation des huit objectifs des Nations Unies dits Objectifs du Millénaire pour le Développement notamment sur l'objectif n° 1 : éliminer la faim et l'extrême pauvreté, et l'objectif n° 7 : créer un environnement durable.

Les projets qui sont susceptibles de bénéficier d'une subvention doivent contribuer à l'accès à l'énergie des ménages, des petites entreprises, des écoles, des centres médicaux ou des infrastructures de télécommunications et d'informatique. Les investissements réalisés dans les installations techniques doivent s'inscrire dans un ensemble plus grand qui tient compte également de questions telles que l'entretien et la gestion.

L'ASER a répondu au deuxième appel à propositions et son programme a été sélectionné.

Le programme proposé par l'ASER a consisté à l'électrification de 35 villages, répartis dans 7 projets ERIL et situés dans les régions de Matam et Ziguinchor.

Dans 19 villages seront installés 19 mini-centrales répartis comme suit :

- 1 mini-central de 10 kWc ;
- 11 mini-centrales de 15 kWc ;
- 5 mini-centrales de 20 kWc ;
- 2 mini-centrales de 25 kWc.

Dans les 16 autres villages seront installés au total 194 SPF constitués de trois puissances différentes :

- 26 systèmes de puissance 50 Wc ;
- 50 système de puissance 75 Wc ;
- 118 systèmes de puissance 150 Wc.

4. PRISE EN COMPTE DU NOUVEAU CADRE INSTITUTIONNEL DU SECTEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES PROGRAMMES D'ÉLECTRIFICATION RURALE

Le Sénégal s'est engagé dans un processus de promouvoir les énergies renouvelables, en initiant l'élaboration des lois et règlements pour permettre au secteur privé d'investir dans le domaine de ces énergies en général et autoriser l'injection dans le réseau. Ceci s'est matérialisé par la promulgation récente d'une loi d'orientation sur les énergies renouvelables et l'adoption de décrets d'application qui ont permis l'élaboration finale de tous les documents réglementaires et juridiques de base du nouveau cadre institutionnel du secteur des énergies renouvelables.

Dans les dispositions partielles de ce nouveau cadre réglementaire, les Systèmes Individuels Photovoltaïques (SPF, systèmes PV communautaires, les centrales hybrides PV, etc.) auront la possibilité d'injection du surplus de production dans le réseau. Ceci devra jouer un rôle prépondérant à l'instar des expériences des pays comme l'Allemagne, l'Espagne et le Japon. Pour mémoire, en Allemagne près de 6 GW de puissance installée sur toits sont injectés dans les réseaux.

Certes les approches développées dans ces pays sont tournées vers des systèmes qui injectent la totalité de leur production dans les réseaux. L'option préconisée au Sénégal voudrait donner la possibilité aux usagers, propriétaires des installations, de s'auto-alimenter en énergie propre et d'injecter le surplus dans le réseau et en profitant des incitations prévues dans les nouveaux textes réglementaires.

Cette approche demandera une adaptation des systèmes classiques en cours dans les pays développés pour tenir compte de cette donne particulière au Sénégal. Le projet MACSEN-PV vient à son heure pour la prise en charge de toute cette dimension.

"MACSEN-PV" - Etudes des alternatives pour l'approvisionnement électrique à partir des sources d'énergie renouvelables à Tenerife et au Sénégal – transfert de technologie et projet pilote d'installation d'un Système PV connecte au réseau

Le projet MACSEN-PV est conçu comme une plate-forme de coopération technique entre le Sénégal et les Îles Canaries (Espagne) dans le domaine de l'intégration des énergies renouvelables dans les

réseaux électriques et financé par le programme Européen PCT MAC-2007-2013 (Deuxième appel : la coopération avec les pays tiers - <http://www.pct-mac.org/>).

4.1. LE PROJET MACSEN-PV EN RÉSUMÉ

- Durée du projet: 24 mois (octobre 2010 - septembre 2012)
- Les entités suivantes, partenaires dans ce projet, ont eu à élaborer ensemble le dossier de qualification à ce programme européen de financement du secteur des énergies renouvelables :
 - *Instituto Tecnológico y de Energías Renovables, S.A.* – ITER – Chef de File (Tenerife). www.iter.es
 - *Agencia Insular de Energía de Tenerife, Fundación Canaria –AIET–* Partenaire 1 (Tenerife). www.agenergia.org
 - Agence Sénégalaise d'Électrification Rurale – ASER– Partenaire 2 (Sénégal). <http://www.aser.sn/>
 - Centre d'Études et de Recherches sur les Énergies Renouvelables –CERER– Partenaire 3 (Sénégal). <http://cerer.ucad.sn/>

L'Agence Sénégalaise d'Électrification Rurale (ASER), un des acteurs principaux du pays dans la vulgarisation des systèmes individuels (SPF, systèmes PV communautaires, Centrales Solaires PV), devra s'approprier cette technologie d'injection dans le réseau (transfert de compétence et de technologie) dans l'optique de pouvoir connecter sur le réseau les installations photovoltaïques dans le monde rural dès que ce dernier sera présent (électrification par extension de réseau) dans les localités préalablement solarisées.

Ceci permettra, dans le futur, aux opérateurs privés des concessions d'électrification rurales et à leurs usagers de profiter des opportunités offertes (incitations) par le nouveau cadre législatif du secteur des énergies renouvelables.

AUTEUR

Cheikh Wade. Expert Sénior en Énergie, Responsable de la Cellule Innovation et Énergies. Renouvelables de l'Agence sénégalaise d'électrification rurale (ASER).

www.aser.sn

ENERGIES RENOUVELABLES EXPÉRIENCES ET TENDANCES DE DÉVELOPPEMENT EN MAURITANIE...

A. K. MAHMOUD, A. MOHAMED YAHYA, A. MAOULOUD
ANDER

RÉSUMÉ

Ce travail présente les expériences et tendances de développement des Energies Renouvelables en Mauritanie. Sa première partie est dédiée à l'inventaire des réalisations avant la création du CRAER "Centre de Recherche appliquée aux Energies Renouvelables". La seconde partie de ce travail présente les réalisations nombreuses, prestigieuses et ambitieuses dédiées aux Energies Renouvelables, dont les plus intéressantes ont marqué la période qui vient après la création du CRAER jusqu'à ce jour. En fin, la troisième partie parle de la mise en œuvre des premières applications des SH "systèmes Hybrides" types qui ciblent les sites isolés. Dans ce cadre une importance particulière est donnée aux deux dernières années qui ont été teintées par les plus importantes en terme de puissance en mettant en exergue le lien avec la mise en place de l'Agence Nationale de Développement des Energies Renouvelables ANADER, tout en évoquant à chaque fois les causes et les tendances de développement.

Mots clefs: Développement, Mauritanie, Energies Renouvelables, CRAER, ANADER.

1. INTRODUCTION

Les énergies renouvelables (EnR) apparaissant de nos jours comme une des solutions aux problèmes d'énergie des pays en voie de développement, leur compétitivité n'est pas à démontrer dans les zones à accès difficiles au réseau électrique, tant sur le plan de l'amélioration des conditions de vie que sur le développement des activités industrielles. Ceci a été décrit par plusieurs auteurs et démontré par la pratique sur le terrain. En effet, jusqu'à présent la production d'électricité en Mauritanie provenait essentiellement de la transformation des ressources naturelles fossiles. Ce mode de production pose des problèmes dont l'importance est croissante au fil des années. Il s'agit de la disparition, prévue au 21^{ème} siècle, des principales sources d'énergie fossile et les contraintes environnementales concernant les rejets dans l'atmosphère de gaz à effet de serre (principalement le CO₂ et le CH₄).

De plus, la dépendance énergétique de la Mauritanie étant croissante, elle pourrait passer à la limite qui freinera la croissance économique dans les vingt prochaines années si rien n'est entrepris pour essayer de corriger cette tendance. Les marges de manœuvre étant extrêmement réduites au niveau de l'offre énergétique. Conscients du danger la plupart des pays du Sahel ont mis en avant la nécessité de promouvoir les énergies renouvelables.

L'expérience Mauritanienne dans le domaine des énergies Renouvelables peut être présentée en trois phases: une première phase limitée dans le temps par la création du Centre de Recherche Appliquée aux Energies Renouvelables "CRAER". Cette phase a connu un certain nombre de réalisations vouées à l'échec dû au manque de potentiel humain et du personnel spécialisé, ainsi les expériences en énergies renouvelables antérieures à la création du CRAER ont trop souvent très mal tournées et les installations sont complètement abandonnées à nos jours. La deuxième phase avec la création du CRAER a vu la mise en place d'une équipe de formateurs spécialisés dans le domaine et ainsi plusieurs techniciens et spécialistes ont suivi la formation proposée par ce centre. Le CRAER étant un centre de recherche universitaire est resté bloqué dans l'enceinte de l'université de Nouakchott et se limitait à la communauté scientifiques et universitaires et n'a

pas su toucher un grand nombre de population et pénétrer ainsi le tissu socio-économique de la société mauritanienne. Les Energies Renouvelables se sont propulsé lors de la troisième et actuelle phase avec la création de L'Agence Nationale de Développement des Energies Renouvelables (ANADER). Avec cette nouvelle institution l'état Mauritanien a mis en place une politique énergétique dont le principal axe est l'intégration massive des Sources Renouvelables dans le système de production énergétique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail sur les expériences et tendances de développement EnR en Mauritanie. Les trois périodes seront illustrées par des exemples plus loin dans ce travail.

2. PREMIÈRE PHASE

Les projets de cette période ont été, pour une partie, liées au projet alizé¹ de Mauritanie, au Projet Régionale Solaire (PRS), aux foyers améliorés réalisées par le CNEA (Cellules Nationales des Energies Alternatives), aux projets dessalement de l'eau au PNBA (Parc National du Banc d'Arguin) et enfin aux projets de l'ADER (L'Agence de Développement de l'Electrification Rurale) sous forme de kits solaire individuels. Le manque d'expérience dans le domaine et l'absence sur place du personnel spécialisé compétent pour l'entretien des installations ainsi que l'inadaptation du matériel installé aux conditions du site ont fait que la plus part de ces installations ont été remises en cause et pour certains carrément abandonnées.

Le tableau ci-dessous illustre un certain nombre de réalisation de cette époque et leurs situations actuelles respectives:

TABLEAU 1

LIEU DU PROJET	PROCÉDÉ ET NOMBRE D'UNITÉ	SOURCE D'ÉNERGIE ET PUISSANCE INSTALLÉE	CAPACITÉ DE PRODUCTION	ANNÉE DE FONCTIONNEMENT	SITUATION ACTUELLE
Ten Alloul	Alimentation en eau Potable du village de Ten Alloul	02 aérogénérateurs de 2x 15KVA couplés à un groupe diesel 22 KVA		1991	Echec, avant sa mise en route.
BLAWACK	Distillation solaire à effet de serre 20 unités	Energie Solaire	100 l./j	1982-1989	L'installation comportait 10 distillateurs à effet de serre fixes, destinés à l'alimentation en eau potable du village de BLAWACK. La production initialement prévue était de 100L/j n'a pas dépassé en réalité les 50L/j s'est progressivement ralentie jusqu'en 89, le manque d'entretien et le non renouvellement du matériel ont eu raison de l'installation.
IWICK	Distillation solaire à effet de serre 60 unités	Energie Solaire	380 l./j - 200 l./j	1981-remise en état 1988	L'installation de 60 distillateurs à effet de serre montés en cascade, destinés à l'alimentation en eau potable de la station de recherche d'IWICK, la première phase de fonctionnement à partir de 1981 a montré les nombreux défauts du système et son manque d'adaptation aux conditions locales "faible étanchéité; vitres décollés; manque d'isolation au niveau des capteurs...". Une révision complète de l'installation a eu lieu en 1988 et a permis l'augmentation de la production à 380L/j, mais le manque de maintenance faute de personnel qualifié a conduit à l'abandon progressif de l'installation.

TABLEAU 1 1 (CONT.)

LIEU DU PROJET	PROCÉDÉ ET NOMBRE D'UNITÉ	SOURCE D'ÉNERGIE ET PUISSANCE INSTALLÉE	CAPACITÉ DE PRODUCTION	ANNÉE DE FONCTIONNEMENT	SITUATION ACTUELLE
PNBA (1ère Expérience)	Distillateur solaire individuels à effet de serre 100 unité	Energie Solaire	4(l/ m2) - de 2 à 3 l/ m2	1980-abandon progressif	Le modèle des distillateurs installés s'est révélé fragile et non adaptés aux rudes conditions du site (décollement des panneaux vitre cassées.....). L'eau produite était de mauvaise qualité (mauvais goût, pas assez minéralisée). Ainsi la durée de vie de ce projet n'a pas dépassée le un an. les distillateurs ont ainsi été abandonnés progressivement.
M'Bial	Recharge de Batteries destinées à l'usage domestique des habitants du village	Energie Eolienne: X Aérogénérateurs			Un échantillon des premiers Aérogénérateurs ont été abandonnés.



FIGURE. BALAWACK –
EXEMPLE D'UN DISTILLATEUR
SOLAIRE ABANDONNÉ
(MAURITANIE)

3. DEUXIÈME PHASE

La création du Centre de Recherche Universitaire Appliqué aux Energies Renouvelables (CRAER) a permis de mettre en place, le fondement et la disponibilité du potentiel humain qualifié, capable d'accompagner tout le processus de réalisation de projets dans le domaine des Energies Renouvelables. Le CRAER par l'expérimentation des systèmes pilotes a pu fournir une bibliothèque fiable, validée, flexible et évolutive de modèles paramétrables, représentatifs des sources et des échangeurs d'énergie électrique: les éoliennes, les systèmes photovoltaïques et les batteries d'accumulateurs. Suite à cette période exclusivement consacrée à la vulgarisation, la formation et à la recherche dans ce domaine, le CRAER n'a pas su connecter ses réalisations avec le tissu socio-économique de la population. Une connexion qui s'est avéré vraiment difficile.

Le tableau ci-dessous présente un exemple des réalisations nombreuses, prestigieuses et ambitieuses dédiées aux Energies Renouvelables, dont les plus intéressantes ont marqué la période qui vient après la création du CRAER jusqu'à ce jour.

TABLEAU 2

TYPE DE PROJET	THEME	LIEUX	MAITRE D ŒUVRE	FINANCEMENT	DATE
	2Projet Eau Mauri: installation de distillateurs solaires sur le littoral mauritanien pour répondre aux besoins en eau potable des populations	CRAER	CRAER	Coopération interuniversitaire France-Mauritanie	2007
	Installation d'un distillateur solaire à la Faculté des Sciences et Techniques FST de Nouakchott	CRAER	CRAER	Coopération interuniversitaire France-Mauritanie	2007
	Installation des distillateurs à l'ISET de Rosso	Institut supérieur d'enseignement technologique (ISET)		ISET	2009
	Installation des séchoirs solaires à l'ISET de Rosso	ISET			2009
Solaire	Installation de 950 kWc répartis comme suit: pompage 19% et éclairage et la réfrigération 81%				2001
	Projet d'électrification de 208 localités par des systèmes solaires photovoltaïques (3000 Kits)	Wilaya de l'Adrar de Dakhlet Nouadhibou et le Trairza		Fond Africain de Développement (FAD) - Espagne	
	Electrification par kit solaire de 4000 ménages	Hodh Echargui, du Hodh et Gharbi, de l'Assaba, du Tagant et du Brakna.			
	Etude du potentiel éolien du littoral		ITC		1997-1998
	Installation d'un système hybride (éolien-Diesel-PV) dans le parc des énergies renouvelables	Faculté des sciences et techniques de Nouakchott (FST)	ITC	Coopération espagnole	2000

4. TROISIÈME PHASE

Le contexte politique et économique actuel en Mauritanie va dans le sens d'une libéralisation en cours du marché de l'électricité sur la demande des principaux bailleurs de fonds. Dans ce cadre l'Etat a mis en place la loi N° 2001-19 portant le code de l'électricité, qui stipule qu'en dehors des centrales dont la puissance installée est inférieure à 30 kVa et celles des installations militaires, l'exercice de toute activité de production, de transport, de distribution et de vente d'électricité est subordonné à l'obtention d'une licence qui est attribuée par le Ministre chargé de l'énergie sur proposition de l'Autorité de Régulation (ARE) . La licence est accordée sur la base d'un appel à candidatures assorti d'un cahier des charges. Il est prévu également dans le Code de l'électricité que les tarifs de l'électricité sont homologués par le Ministre chargé de l'énergie et que les principes permettant la définition des tarifs sont fixés par l'ARE. L'objectif de cette loi étant de diversifier l'offre de production et de distribution de l'énergie électrique en favorisant la concurrence. Pour y parvenir, d'autres procédures de réglementations progressives sont en cours de mise en place. En tous les cas dans l'avenir, L'ANADER sera armé avec une législation incitative claire et vigoureuse qui s'inscrira résolument dans la durée pour assurer l'essor véritable des Energies Renouvelables dans notre pays.

Ainsi malgré les difficultés liées à une typologie et une conjoncture internationale défavorables, ces trois dernières années ont vu une augmentation non négligeable du taux d'électrification en milieu rural et semi-urbain. Dix-sept villes ont été électrifiées par réseaux et près 8000 kits solaires distribués; plus de quarante localités sont en cours d'électrification par réseaux (Agence de Promotion de l'Accès Universel aux Services –APAUS- et une association de professionnels du développement solidaire –GRET-, le financement obtenus et projets lancés) et 4000 kits solaires en cours d'installation (ADER et APAUS, financements obtenus et projets lancés) et des importants Projets de centrales solaires et éoliennes sont en cours de réalisation par l'ANADER. Au terme de ces projets mis en œuvre, ce sont plus des centaines de milliers de citoyens qui auront accès à l'électricité.

Dans cette optique l'ANADER a mixer toutes ces réalisations avec l'existence d'un important potentiel solaire, éolien et hydraulique, en les conjuguant avec les efforts sectoriels de l'ensemble des acteurs dans le domaine pour amorcer le processus d'intégration des Energies Renouvelables dans le bilan énergétique national. En plus de la mise en avant des gisements naturels, l'Agence vise l'attrait des investisseurs privés, par le développement de plusieurs mécanismes de financement dont les PPA "Power Purchase Agreement" (*contrat d'achat d'électricité CAÉ*). Des types de contrat qui ont été cités comme modèle de partenariat à la table ronde de Bruxelles sur la Mauritanie, et qui constitueront à l'avenir un vecteur de développement incontournable dans les principaux domaines.

Ce pendant, les modes de production coptées dans ce domaine par l'ANADER, la *Société Nationale Industrielle et Minière* SNIM, et La Société *Mauritanienne* d'Electricité SOMELEC et l'APAUS reposent actuellement sur la transformation d'énergie renouvelable (éolien, solaire, ...) à travers deux systèmes:

1. Production électrique à travers des sources énergies renouvelables injectées dans les réseaux qui vont se développer autour des grandes villes Nouakchott et Nouadhibou,
2. Production électrique à travers des systèmes hybrides pour les sites isolés qui sont appelés à être de plus en plus utilisés dans le reste du territoire. Ce domaine de la Production décentralisée d'énergie vise à concevoir des systèmes de production d'énergie performants, économes et peu polluants. Ce volet applicatif est en parfaite symbiose avec les Nouvelles Technologies de production (aérogénérateurs, photovoltaïques) et de stockage (nouveaux accumulateurs, super condensateurs,...) de l'Énergie, qui font désormais partie intégrante des chaînes de production décentralisée.

Pour développer les énergies renouvelables l'ANADER met en avant les potentiels solaires et éoliens existants, le vaste territoire, emplacement géographique stratégique "Exportation d'énergie, vers l'Europe et les pays voisins",

TABLEAU 3

LIEU DU PROJET	SOURCE ET PUISSANCE INSTALLÉE	ANNÉE DE FONCTIONNEMENT	MAITRE D'OUVRAGE	COMMENTAIRES
NOUADHIBOU	Parc Éolien de 4,4MW	Inauguré en 2011	SNIM	Parc éolien destiné au renforcement des capacités de production de la SNIM.
NOUADHIBOU	Centrale solaire de 15MW	Prévu pour 2014	SNIM-SOMELEC-ANADER	L'étude de faisabilité est en cours de réalisation.
NOUAKCHOTT	Parc éolien de 30-40MW	Prévu en 2013	SOMELEC-ANADER	Etude de faisabilité déjà réalisée, la procédure de sélection d'entreprises est en cours.
NOUAKCHOTT	Centrale solaire de 15MW	Prévu pour 2013	SOMELEC-ANADER	Financement Emiratite et Suivi par MASDAR. La Procédure d'attribution du marché d'exécution en cours.
KIFFA	Centrale Solaire hybride de 5MW-3MW	Mise en fonction Prévue en 2014	SOMELEC-ANADER	Projet financé par l'Agence Française de Développement dont l'Etude de faisabilité en cours.
NOUAMGHAR	Centrale éolienne de 210KW avec développement de réseau MT et BT	Mise en fonction Prévue en 2012	APAU-ANADER	Centrale destinée à l'alimentation du village de Nouamghâr, une partie de la production sera utilisée par la station de dessalement et la fabrique de glaces, deux parties intégrantes du Projet.
CHAMI	Centrale éolienne de 250KW avec développement de réseau MT et BT	Mise en fonction Prévue en 2012	ANADER	Centrale destinée à l'alimentation de la nouvelle ville de Chami.
TERMESSA	Centrale Solaire de 115KW avec développement de réseau MT et BT	Mise en fonction Prévue en 2012	ANADER	Centrale destinée à l'alimentation de la nouvelle ville de TERMESSA.
MPEM-NOUAKCHOTT	Centrale Solaire de 40KW connectée au réseau	Mise en fonction Prévue en 2012	ANADER	Centrale Solaire destinée à l'alimentation électrique du Bâtiment Public du Ministère du Pétrole, de l'Energie et des Mines MPEM.

Le tableau ci-dessous récapitule un nombre important de projets réalisés ou programmés pour les deux années à venir dans le domaine des Energies Renouvelables.

Ainsi, ces dernières années, on assiste à une croissance à la fois en nombre et en puissance des unités de production d'énergie renouvelable. Des progrès technologiques sont donc attendus à la fois par les producteurs en ce qui concerne l'amélioration des rendements de la transformation de l'énergie primaire, mais également par les gestionnaires des réseaux en ce qui concerne le transport, la distribution et la gestion de cette forme d'énergie, nouvelle par sa nature et fortement fluctuante par son comportement.

AUTEURS

A. K. Mahmoud. Directeur Général de l'Agence Nationale de Développement des Énergies Renouvelables (ANADER).

A. Mohamed Yahya. Directeur Technique de l'Agence Nationale de Développement des Énergies Renouvelables (ANADER).

A. Maouloud. Directrice Suivi Evaluation des Projets (ANADER).

www.anader.ci

LE SOUTIEN DE LA COOPÉRATION ESPAGNOLE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE OCCIDENTALE

MATIE MARTÍN CRESPO, SERGIO COLINA MARTÍN
AECID

1. L'ENJEU D'UN MODÈLE ÉNERGÉTIQUE ET ÉCONOMIQUE FAIBLE EN CARBONE POUR LA COOPÉRATION ESPAGNOLE AFIN DE LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ÉRADICUER LA PAUVRETÉ

Parmi les défis les plus importants auxquels s'affronte l'humanité actuellement et dans le siècle prochain se regroupent dans deux domaines intimement liés: la lutte contre les effets adverses du changement climatique et l'éradication de la pauvreté. D'un côté, les effets adverses du changement climatique sont un obstacle à l'éradication de la pauvreté et de l'autre côté, les efforts de la coopération internationale se voient limités pour ne pas avoir inclus le risque climatique dans ses plans et ses programmes. Face à cette réalité, la coopération internationale doit donc non seulement inclure le changement climatique dans toutes ses interventions, mais aussi toute réponse au changement climatique doit prendre en compte l'agenda international du développement.

Ce défi englobe celui du modèle de consommation énergétique. Selon les estimations de l'Agence Internationale de L'Énergie, 1.600 millions de personnes des pays en voie de développement n'ont pas accès à l'électricité, dont près de 600 millions se trouvent

dans les Pays les moins avancés (PMA). En Afrique sub-saharienne, 90% de la population rurale n'a pas accès à l'énergie. Ces données indiquent que de nombreux pays ne parviendront pas aux niveaux suffisants d'accès à l'énergie pour atteindre les Objectifs du millénaire pour le développement. Pour atteindre l'Objectif 1 (réduire à la moitié la population vivant dans la pauvreté), on estime que près de 1.100 millions de personnes supplémentaires auraient besoin d'accéder à l'électricité en 2015 et 2.000 millions de personnes aux combustibles modernes. D'autre part, le modèle de consommation énergétique basé sur l'utilisation des combustibles fossiles est le principal responsable, selon le Quatrième rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, de l'augmentation de la concentration mondiale de CO₂, provoquant le changement climatique. Dans ce contexte, le combat contre le changement climatique et la pauvreté implique nécessairement une prise de position ferme pour un modèle énergétique et économique faible en carbone.

2. L'INTÉGRATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU SEIN DE LA COOPÉRATION ESPAGNOLE

L'Espagne a pleinement inclus la variable environnementale et la lutte contre le changement climatique dans sa politique de coopération en matière de développement, comme le montrent les documents de son programme et de sa planification, entre autres le (III Plan Directeur de la Coopération Espagnole 2009-2012, la stratégie en matière d'environnement et de Développement durable de la Coopération Espagnole) ou encore le *Plan de Actuación de Medio Ambiente y Cambio Climático de la AECID* (Plan D'Action en Matière D'Environnement et de Lutte contre le Changement Climatique de l'AECID).

Le *Plan de Actuación Sectorial de Medio Ambiente de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo* établit comme plan particulier de travail de la coopération espagnole, la mise en place d'un nouveau paradigme de développement basé sur les économies durables, caractérisées par de faibles émissions de

carbones et de hauts indices de biodiversité, justice sociale et équité. Cette perspective se base sur le concept de l'environnement comme base du développement. Ce plan donne priorité à la lutte contre le changement climatique en 4 lignes d'action, une d'elles étant le développement de l'énergie durable comme la voie idéale pour obtenir de manière simultanée: (i) faciliter l'accès à l'énergie, étant donné que son absence constitue un des principaux retards dans le développement; (ii) promouvoir la croissance économique durable, en suivant un modèle faible en carbone et développant les emplois verts et (iii) contribuer à diminuer les émissions de gazes à effet de serre (mitigation)

3. QUELQUES DONNÉES SUR L'ENJEU DES ÉNERGIES RENOUVELABLES POUR LA COOPÉRATION ESPAGNOLE

Dans le domaine de la coopération espagnole, le secteur énergétique a connu un développement considérable ces dernières années. Il est passé de 34 M€ en 2006 à 136 M€ en 2010, ayant atteint un pic de 300 M€ en 2009 (AOD total Net). Entre 2008 et 2011, la coopération espagnole a destiné un total de 555,6 M€ aux énergies renouvelables, en grande partie aux pays du Nord de l'Afrique. De ce total, l'AECID gère 17,6 M€ desquels près de 50% ont été destinés à l'Afrique sub-saharienne¹.

Durant 2011, le secteur énergétique, avec 68,3 M€, a représenté 2,1% du total de l'AOD versé. 96,5% (65,9 M€) du total des fonds de l'AOD versés ont été destinés au domaine des énergies renouvelables². En ce qui concerne l'Agence Espagnole de Coopération Internationale pour le Développement (AECID), les fonds versés en 2011 et destinés au secteur énergétique ont atteint 3.953.513,25€. Quant à la voie de canalisation, le secteur public a été le principal gestionnaire, étant le responsable de 45,3%, suivi des ONG et de la société civile pour un total de 36,3%. Le reste de l'aide a été canalisée par des organismes multilatéraux et d'autres acteurs. Ceci inclut également les universités, à travers le Programme de coopération interuniversitaire de l'AECID.

Dans la coopération espagnole, le principal agent de coopération en matière d'énergie renouvelable est l'Administration générale de l'État, responsable en 2011 de 98,7 % de l'AOD totale espagnole versée et distribuée dans le secteur. En ce sens, la participation du Ministère de l'industrie, du tourisme et du commerce (actuellement Ministère de l'industrie, énergie et du tourisme) est particulièrement importante, suivie de celle du Ministère des affaires extérieures et de la coopération.

4. PRINCIPAUX PROJETS EN COURS ET ENGAGEMENTS ACQUIS

Dans le domaine du financement par la mitigation du changement climatique, plusieurs fonds sont destinés aux énergies renouvelables auxquels l'Espagne contribue de manière importante, par le biais de l'AOD. Parmi ces fonds, on peut signaler l'Initiative pour L'Énergie Durable (Banque Européenne pour la Reconstruction et le Développement), la Clean Energy Financing Partnership Facility (Banque Asiatique de Développement), l'Initiative pour l'énergie durable et le changement climatique de la Banque interaméricaine de développement, Climate Investment Funds (fonds pour les technologies propres et le fonds stratégique pour le climat) – Programme d'Énergies renouvelables/Scaling Up Renewable Energy, L'Agence Internationale des Énergies Renouvelables (IRENA) ou le Fonds global pour le climat. Il faut signaler également l'importance et la nouveauté des opérations financières remboursables du nouveau Fonds de Promotion pour le Développement (FONPRODE)

En Amérique latine et sur le plan régional, on a insisté spécifiquement sur le renforcement du dialogue autour du changement climatique et des énergies renouvelables lors de la Conférence ibéro-américaine. L'Espagne, très active dans ce domaine, a appuyé les activités du Réseau ibéro-américain des bureaux du changement climatique, créé à l'initiative du gouvernement espagnol durant le IV Forum Ibéro-Américain des Ministres de L'Environnement en 2004.

En Asie, on peut souligner le projet, initié en 2011, afin de promouvoir le développement du secteur industriel des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire. Il s'est basé sur l'expérience espagnole. Ses objectifs sont: le renforcement des capacités du gouvernement vietnamien dans la prise de décisions dans le secteur de l'énergie solaire, le développement des transferts de technologies et la promotion des alliances entre le secteur public et le secteur privé du Vietnam et de l'Espagne.

Enfin, dans le domaine multilatéral depuis 2008, l'AECID appuie, à travers l'Organisation des Nations Unies pour le Développement industriel (ONUUDI), l'Observatoire des Énergies Renouvelables pour l'Amérique Latine et les Caraïbes en apportant 2,5 M€. Il s'agit d'un programme régional qui a pour but de promouvoir les énergies renouvelables et développer les investissements dans ce domaine. Actuellement il fonctionne dans douze pays de la région. L'initiative s'est implantée en étroite collaboration avec l'Organisation latino-américaine d'énergie (OLADE) et les contreparties nationales des pays participants (les ministères de l'énergie et les institutions analogues). Lorsque l'on examine les possibilités de coopération sud-sud ou triangulaire, la possibilité d'établir une collaboration entre cet observatoire et le centre régional de la CEDEAO pour les Énergies Renouvelables et L'Efficacité Énergétique (CEREEC) s'avère fort intéressante.

5. LE SOUTIEN DE LA COOPÉRATION ESPAGNOLE AU CEREEC EN TANT QUE CONTRIBUTION AU SECTEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE OCCIDENTALE

Pour l'Espagne, l'Afrique occidentale est une région prioritaire, aussi bien sur le plan bilatéral que dans une perspective régionale. Dans ce sens, l'Espagne possède une relation privilégiée avec la CEDEAO. Ceci se reflète dans les documents de planification stratégique en vigueur et plus spécialement dans le *Plan África 2009-2012* (Plan sur l'Afrique 2009-2012) et le *III Plan Director de la Cooperación Española* (III Plan Directeur de la Coopération espagnole). En décembre 2005, le Ministre aux Affaires Extérieures et

de Coopération et le Secrétaire Exécutif de la CEDEAO ont signé un Mémoire d'entente de caractère général qui établissait les bases de la récente collaboration entre l'Espagne et la CEDEAO. Le premier grand projet de promotion et de renforcement du développement régional, a vu le jour avec le lancement en décembre 2007 du Fonds d'émigration et de développement, doté de 10 millions d'euros jusqu'à présent. En 2009 à Abuja, a eu lieu le 1er Sommet Espagne-CEDEAO, ouvrant ainsi une nouvelle étape de collaboration qui s'est traduite par un vaste et ambitieux programme de coopération. Ce programme s'articule sur la Déclaration finale du sommet dans laquelle ont été proposées diverses actions concrètes de soutien à la CEDEAO dans les secteurs comme les infrastructures, la formation professionnelle, la santé, le genre, l'agriculture, le développement rural et la sécurité alimentaire et nutritionnelle, le renforcement des institutions ou les énergies renouvelables.

Sur la base de ces engagements, la coopération espagnole a apporté 7 millions d'euros au centre régional de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique pour la période 2010-2014, devenant ainsi le principal donateur du Centre. En juin 2010, le mémorandum d'entente a été signé afin d'encadrer cette contribution. Celle-ci est versée directement au budget du CEREEC, donnant ainsi priorité aux activités du centre et permettant de couvrir les besoins plus importantes de financement, apportant une certaine stabilité budgétaire et des prévisions de financement et favorisant la captation de nouveaux fonds. Le fait que cette contribution se base sur un programme est un élément clé pour renforcer cette institution puisque le centre est le responsable de la planification et de la gestion des ressources.

L'engagement de l'Espagne dans le CEREEC est le fruit de la convergence des différentes priorités fondamentales pour la coopération espagnole: d'un côté, le soutien volontaire d'un développement durable en Afrique sub-saharienne, et spécialement dans la région occidentale et de l'autre, la conviction que ce développement doit être mené par les africains et leurs institutions, conviction renforcée par la reconnaissance de l'importance des initiatives d'intégration régionale comme moteurs de développement et catalyseurs du changement.

Dans ce sens, la contribution espagnole est pleinement en accord avec les priorités de la CEDEAO en matière d'énergie et de développement. Elle respecte les engagements de la Déclaration de Paris et de l'Agenda d'actions d'Accra. Elle constitue de plus un soutien fondamental à un des domaines d'activités le plus dynamique de sa Commission. Parallèlement, elle permet de bien mener les activités stratégiques comme le développement de documents de politique régionale en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique ou de lancement de Fonds d'Énergies Renouvelables de la CEDEAO (EREF) qui permet de financer des petits et moyens projets jusqu'à 50 000 euros, spécialement dans les zones rurales et périurbaines.

Le soutien de la coopération espagnole au secteur des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique en Afrique occidentale ne se limite cependant pas aux apports financiers réalisés. L'Espagne est reconnue comme étant un des pays leaders dans le monde en matière d'énergies renouvelables du fait de la compétitivité de ses entreprises et de ses technologies ainsi que du haut degré de pénétration de ces énergies dans le pays. Dans le Mémoire d'entente signé avec le CEDEAO, l'Espagne s'est engagée à proportionner les connaissances spécialisées et à promouvoir l'échange d'information et de pratiques exemplaires dans le domaine des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Parmi les activités, la PNUD a été aidée pour organiser une visite d'étude de cinq pays de la région en Espagne et des accords de collaboration avec des institutions espagnoles ont été signés, comme par exemple *l'Instituto Tecnológico de Canarias* (L'Institut Technologique des Canaries), l'Université de Zaragoza, l'Université Polytechnique de Catalogne et celle de Madrid. Avec la fondation CEDDET un accord a été signé pour mettre sur pied un cours on-line sur les énergies renouvelables dans le cadre d'une plateforme appuyée par la Banque Mondiale et de multiples collaborations avec *l'Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía* (IDAE) (Institut pour la Diversification et l'Économie d'Énergie) ont vu le jour, dans le cadre des politiques régionales. Bien au-delà des fonds, c'est cette expérience, ce savoir-faire et ces connaissances que l'on souhaite partager avec les pays africains.

On a beaucoup écrit sur l'importance des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique en Afrique occidentale d'un point de vue environnemental, de l'action contre le changement climatique et de l'accès aux services énergétiques modernes. Il n'est donc plus nécessaire d'apporter de plus amples explications. Mais il existe cependant d'autres aspects tout aussi importants pour continuer à travailler dans la promotion des énergies renouvelables dans la région et entre autres, la sécurité énergétique, la réduction de la dépendance des importations de combustibles fossiles et, bien entendu, la création d'emplois. C'est cela que soulignait récemment le Secrétaire Général de la Coopération Internationale pour le Développement du Ministère Espagnol aux Affaires Extérieures et à la Coopération lors de son intervention dans le *side event* organisé par le CEREEC durant la célébration du Sommet de Rio +20.

La coopération espagnole s'est engagée profondément dans la consolidation d'une approche pro-pauvre en ce qui concerne l'énergie. Les systèmes isolés des réseaux basés sur les énergies renouvelables, sont, dans la plupart des cas aujourd'hui, les plus efficaces (aussi bien sur le plan économique que social) pour donner accès à l'énergie au plus grand nombre possible de personnes qui vivent dans les villages isolés en Afrique occidentale. Dans d'autres cas, les systèmes raccordés aux réseaux sont une option compétitive et certainement le seront de plus en plus dans les prochaines années.

Mais les défis principaux ne sont pas seulement économiques ou financiers mais aussi institutionnels. Dans ce sens, le CEREEC a correctement identifié grand nombre de ces aspects et travaille efficacement pour les aborder de manière rigoureuse et, souvent, de manière innovante. L'approche régionale pour faire face aux défis énergétiques d'Afrique occidentale s'est avérée être la meilleure manière pour combler les lacunes existantes dans la régulation, l'information, la construction de capacités et dans les technologies disponibles.

2012 a été déclarée par l'Assemblée générale des Nations Unies, Année internationale de l'énergie durable pour tous. Des initiatives comme *Sustainable Energy for All* (SE4All), menée par le Secrétaire général de la ONU, Ban Ki-Moon et dont le Groupe

de haut niveau est précisément codirigé par un africain, Kande Yumkella, directeur général d'ONUDI et président de UN-Energy, vont, sans aucun doute, donné un nouvel élan aux efforts de tous les acteurs engagés dans l'environnement et pour le développement durable. Continuer à travailler sur ses bases, avec ténacité et de manière coordonnée et cohérente, est la meilleure manière que nous possédons pour atteindre les objectifs afin d'assurer un accès universel à l'énergie propre et durable dans la région.

NOTES

1. On a pris en compte les codes CRS 23030 – Production énergétique – Sources durables/renouvelables ; 23065 - Centrales hydro-électriques ; 23066- Énergie géothermique, 23067- Énergie solaire ; 23068- Énergie éolienne ; 23069- Énergie marémotrice et 23070- Biomasse.
2. Codes CRS 23030, 23065, 23066, 23067, 23068, 23069, 23070.

AUTEURS

Maite Martín Crespo. Chef de département de l'environnement et de changement climatique du Département de Coopération sectorielle de l'Agence Espagnole de Coopération Internationale et de Développement (AECID).

Sergio Colina Martín. Conseiller technique de coopération régionale. Département de Coopération avec l'Afrique sub-saharienne. Agence Espagnole de Coopération Internationale pour le Développement (AECID).

www.aecid.com

DEUXIÈME PARTIE
TECHNOLOGIES DE L'ÉNERGIE
RENOUVELABLE ET POTENTIELS
EN AFRIQUE DE L'OUEST

APERÇU ET TENDANCES DE L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE (PV) ET DE L'ÉNERGIE SOLAIRE À CONCENTRATION (CSP)

JOSÉ HERRERO, FÉLIX M. TÉLLEZ
CIEMAT

RÉSUMÉ

La production d'électricité à partir d'énergie solaire est la solution la plus prometteuse pour fournir de l'énergie de manière durable à toute la planète. Le potentiel de l'énergie solaire repose sur la disponibilité de la ressource et sur le développement des différentes techniques d'exploitation dont l'objectif est de réduire le coût de production de l'électricité obtenue à partir du soleil.

Au cours des dernières années, le développement de l'énergie photovoltaïque a augmenté à un rythme spectaculaire de sorte que ce mode de production s'est largement répandu. Ce sont les pays européens qui sont à l'origine d'un tel développement. Toutefois, les nouveaux grands centres de développement du photovoltaïque sont situés dans les régions dites "de la ceinture du soleil" : l'Afrique, le Moyen-Orient et l'Amérique du Sud. Ces régions conçoivent de nouvelles solutions destinées à satisfaire la demande locale. À moyen et long terme, toutes les technologies PV devraient contribuer à faire de la production d'électricité solaire l'alternative actuelle mondiale de développement durable d'énergies renouvelables.

Avec un certain retard par rapport au PV, l'énergie solaire à concentration (CSP) n'en est souvent qu'à la phase initiale de développement commercial, ou encore, au stade de la recherche et du développement. Pourtant, les actuelles "courbes d'expérience" révèlent des taux d'expérience élevés en matière de compétitivité des coûts. Des efforts audacieux et durables doivent donc être déployés dans la recherche, le développement et la commercialisation, y compris dans l'élaboration de mesures législatives stratégiques et les investissements d'infrastructure.

Ce document donne un bref aperçu du potentiel, des principes et des possibilités de cette énergie, et fait le point sur certains défis auxquels est confrontée la conversion de l'énergie solaire.

Mots clés: énergie solaire, photovoltaïque, énergie solaire à concentration, énergie solaire thermique

1. SOLAIRE PV

De nos jours, l'énergie solaire photovoltaïque est une technologie aboutie, utilisée dans la production d'électricité à faible émission de carbone ainsi que dans une large variété d'applications. Les applications autonomes et à petite échelle sont souvent l'option la moins coûteuse pour satisfaire un besoin énergétique concret. Les applications raccordées au réseau représentent, de loin, le segment le plus porteur du marché. Le taux de croissance annuel de la capacité cumulée installée des systèmes PV est relativement stable depuis l'année 2000, soit 4,0% par an. Le marché du photovoltaïque représentait 37 GW en 2011 (d'après une estimation du magazine international Photon), tandis que la valeur totale du secteur était estimée à plus de 100 milliards d'euros. Néanmoins, ce gigantesque marché concerne des pays situés en dehors de ladite ceinture du soleil du PV [1]. Les pays d'Afrique de l'Ouest sont situés sous cette ceinture, où le PV a la capacité de répondre de manière significative à la demande en électricité, notamment par le biais d'applications

hors réseau, y compris en ce qui concerne l'approvisionnement de petits villages et les stations de pompage. Ceci permettrait de fournir de l'énergie durable à l'ensemble de la population. En outre, le PV est en mesure de satisfaire la demande en électricité tout en réduisant la dépendance à l'égard des importations de combustibles fossiles, et en garantissant le développement économique et social au moyen de systèmes PV à usages multiples, adaptés aux besoins locaux.

Étant donné le potentiel photovoltaïque de la ceinture du soleil [1], dans un contexte ambitieux bénéficiant d'un soutien politique adéquat et de mesures de développement, l'énergie PV pourrait devenir une technologie durable et compétitive, capable de fournir jusqu'à 12% de la demande en électricité de ces pays en 2030 (selon les différentes zones géographiques). Ce qui représenterait une capacité installée d'environ 1100 GW. Le succès d'un tel scénario est à la merci des décisions prises par les responsables de la ceinture du soleil (à savoir, les administrations et services publics), dans laquelle le PV représente un élément essentiel du portefeuille énergétique. Les pays développés ont les moyens de contribuer à cet effort en apportant un soutien financier par le biais des institutions et programmes internationaux en place, ainsi que leur expérience technique. Il sera également nécessaire de soutenir l'élaboration de guides de développement du marché pour un certain nombre de pays de la ceinture du soleil.

L'un des principaux problèmes technologiques auxquels doit faire face le photovoltaïque est la réduction du coût de ses systèmes (grâce au progrès technique et à l'amélioration de la courbe d'expérience). Cette réduction des coûts doit s'appliquer à tous les éléments des systèmes PV ainsi qu'à l'ensemble de la chaîne de valeur économique, des matières premières jusqu'au système fini [2]. Le prix des modules compte pour beaucoup dans les systèmes PV, en particulier, le prix des matériaux du module (matières premières, agents d'encapsulation, câbles, etc.) qui, dans la plupart des technologies photovoltaïques, représente environ 50 % du coût total du module.

Le développement technologique des systèmes PV a connu différentes périodes d'évolution. La période 2004-2009 englobe différents événements majeurs qui ont marqué le marché du PV et son développement, tels que la prolifération des systèmes de

tarif de rachat (principalement en Europe: Allemagne, Espagne, Italie, etc.) comme nouveau modèle mondial d'incitation, et l'augmentation des installations multimégawatts (équipement massif). Aujourd'hui, nous sommes sur le point d'assister à un changement de paradigme: la parité réseau [3]. La parité réseau signifie que le prix de marché de l'électricité conventionnelle est égal ou supérieur à celui de l'électricité PV; dans le secteur résidentiel, elle devrait être atteinte plus tôt que prévu. Par conséquent, les gouvernements ont le devoir de repenser le potentiel de leur secteur solaire, en prenant des mesures économiques rationnelles qui, par la suite, devront se traduire par une réduction des généreuses aides allouées à la mise en œuvre et au développement des systèmes photovoltaïques.

En ce qui concerne les coûts du PV, le prix des cellules et des modules photovoltaïques s'est accru progressivement de 2004 à 2008. En 2009, il a subi une baisse d'environ 50% par rapport à 2008. Cette situation est directement liée aux matériaux des systèmes photovoltaïques: la pénurie de silicium a provoqué une hausse considérable de son prix ainsi qu'une augmentation notable de la part de marché des cellules à couche mince. En 2005, 85% de tout l'approvisionnement en silicium était assuré par 5 sociétés, la demande croissante de l'industrie PV entraînant une pénurie de silicium polycristallin. Cette situation a contraint l'industrie à s'engager plus tôt que prévu dans la voie de la réduction des coûts, par l'augmentation de la performance, la diminution de l'utilisation de matières premières, l'amélioration des procédés de fabrication, etc. Ce qui a donné lieu à l'apparition de nouveaux producteurs de silicium polycristallin, contribuant à un meilleur équilibre de l'offre et de la demande, et ramenant les prix à des fourchettes normales. De même, le perfectionnement des matériaux à couche mince a occasionné une augmentation significative de la part de marché de ce type de technologies, notamment du tellure de cadmium (CdTe). Ainsi, l'assurance de disposer de quantités suffisantes de silicium polycristallin alliée à l'amélioration de la recherche et du développement a eu une grande influence sur les processus PV entre 2008 et 2009. En 2010, la forte croissance de l'industrie PV a provoqué une légère hausse du prix du silicium. Malgré cela, le prix des modules PV ne cesse de diminuer grâce, notamment, à l'importante offre qui provient des pays d'Asie de l'Est.

L'industrie photovoltaïque utilise différentes technologies pour la production de ses cellules et modules. Les technologies PV, principalement à base de matière active, sont généralement classées selon les catégories suivantes:

- La technologie à base de tranches de silicium cristallin.
- Les technologies à couche mince.
- Les technologies nouvelles et émergentes.
- Les technologies de concentration.

Les technologies à base de silicium polycristallin, qui représentent 88% de la production mondiale photovoltaïque, sont la technologie dominante du marché photovoltaïque. La part des technologies à couche mince est tombée à 11% en 2011 (12% en 2010). Avec moins de 1% de part de marché, la présence des autres technologies est purement symbolique. À moyen et long terme, toutes les technologies PV devraient contribuer à faire de la production d'électricité solaire l'alternative actuelle mondiale de développement durable d'énergies renouvelables.

2. APERÇU ET TENDANCES DE LA CSP

L'énergie solaire à concentration (CSP) est la production d'énergie à partir du rayonnement solaire direct. Les systèmes CSP sont équipés d'une large surface réfléchissante qui collecte le rayonnement solaire entrant et le concentre sur un récepteur solaire doté d'une petite ouverture. Le récepteur solaire est un échangeur de chaleur par convection/rayonnement, à haut coefficient d'absorption et à faibles pertes thermiques par convection/conduction. Il peut être équipé de revêtements sélectifs qui permettent de réduire les pertes par rayonnement. À l'intérieur du récepteur, l'énergie solaire est transmise à un fluide caloporteur à une température de sortie suffisamment élevée pour alimenter un moteur thermique ou une turbine produisant de l'électricité. Les centrales CSP se distinguent généralement par la forme de leur concentrateur: il peut s'agir d'un champ de concentrateurs cylindro-paraboliques, d'un champ de

réflecteurs de Fresnel linéaires, d'un système à récepteur central ou d'un champ de concentrateurs paraboliques. L'ensoleillement nécessaire des sites varie entre 1800 et 2800 kWh/m², ce qui représente entre 2000 et 6500 heures annuelles de fonctionnement à pleine charge grâce au soleil, en fonction du rayonnement disponible sur chaque site, de la taille du champ, de la capacité de stockage thermique et de la puissance nominale du bloc d'alimentation.

La CSP est en mesure de fournir des solutions d'approvisionnement en énergie électrique décentralisé et centralisé. C'est aussi la principale technologie permettant d'assurer une transition viable vers un approvisionnement en électricité durable (elle est économique, compatible avec l'environnement et utilise des ressources sûres).

Tout comme les centrales conventionnelles, les centrales solaires à concentration ont la capacité de fournir une charge de base et une énergie de réglage en utilisant la chaleur directe du soleil, durant la journée, les installations de stockage d'énergie thermique, durant la nuit, et les combustibles fossiles ou issus de la biomasse comme source d'appoint, durant les longues périodes sans ensoleillement. Cette capacité de stockage d'énergie thermique à haute température offre des solutions de conception économiquement compétitives, puisque seule la partie consacrée à la collecte du rayonnement solaire requiert un investissement plus important. Cette caractéristique des centrales CSP est particulièrement intéressante, car la pénétration de l'énergie solaire sur le marché de gros de l'électricité ne sera possible qu'avec la substitution des centrales exploitées en charge intermédiaire environ 4000 à 5000 heures par an.

L'autre particularité des centrales CSP est la production combinée de chaleur et d'électricité, garantie d'une performance maximale en matière de conversion de l'énergie. En plus de l'électricité, ces centrales peuvent servir à fournir de la vapeur aux refroidisseurs à absorption, dans les procédés de production de chaleur industrielle ou de dessalement thermique de l'eau de mer.

La CSP garantit l'énergie à la demande, la stabilité du réseau et une haute teneur en produits nationaux menant à la création d'emplois locaux. Grâce à la combinaison de ces éléments, la CSP occupe une place non négligeable dans le portefeuille des technologies renouvelables. La CSP se développe actuellement à bon rythme.

Plus de 200 projets commerciaux ont été inaugurés en Espagne et aux États-Unis ainsi que dans d'autres pays tels que l'Inde, la Chine, Israël, l'Australie, l'Algérie, l'Afrique du Sud, les Émirats arabes, l'Italie, etc. Ce nouvel essor, initié en 2006-2007, a permis l'ouverture de nouvelles centrales (mi-2012) d'une capacité d'environ 2 GWe, qui viennent s'ajouter aux 350 MWe des précédentes centrales de ce type, d'une capacité unitaire de 30 à 80 MW, qui sont exploitées avec succès depuis la fin des années 80 en Californie.

L'implantation de la CSP induit des coûts élevés par rapport aux autres sources d'énergie classiques et requiert le soutien de l'État, sous forme de subventions et de mesures incitatives qui soient en mesure de faire de cette énergie une solution rentable pour la production d'électricité. Certains pays méditerranéens ont adopté les initiatives adéquates permettant la formulation de lois de tarif de rachat, la création d'administrations publiques et la définition d'objectifs régionaux de capacité d'exploitation des CSP afin de promouvoir leur implantation. Ceci a également pour effet d'encourager l'investissement privé dans les centrales et technologies CSP et permet, par conséquent, d'exploiter pleinement le potentiel CSP de la région.

L'Espagne, qui raccordera 2400 MW au réseau en 2013, joue un rôle prépondérant dans les développements commerciaux actuels, de même que les États-Unis qui ont fixé un objectif de 4500 MW pour la même année et adopté des programmes pertinents tels que celui de la Mission solaire d'Inde. Approuvé récemment, ce programme prévoit d'installer des centrales solaires d'une puissance totale de 22 GW, dont un important nombre de centrales solaires thermiques [4].

La première génération de projets commerciaux CSP s'appuie essentiellement sur des développements et concepts technologiques qui ont fait leur preuve après plus de vingt ans de recherche. Pourtant, les centrales solaires thermiques actuelles utilisent encore des schémas classiques et des dispositifs technologiques qui n'exploitent pas tout le potentiel de l'énergie solaire à concentration. La plupart des projets commerciaux utilisent des concentrateurs cylindro-paraboliques à faible concentration, en deux dimensions et à foyer linéaire, des systèmes à tour ou encore, des champs d'héliostats, qui fonctionnent à l'aide de fluides caloporteurs à

des températures relativement basses, inférieures à 400 °C [5]. La conséquence la plus immédiate de ces schémas classiques est l'utilisation de systèmes dont le rendement est de 20% inférieur au rendement nominal en ce qui concerne la conversion du rayonnement solaire direct en électricité; une limitation rigoureuse de l'utilisation de systèmes de stockage d'énergie performants; une importante consommation d'eau et une grande étendue territoriale qui relèvent d'une intégration au bloc d'alimentation inefficace; l'absence de schémas rationnels pour leur intégration aux architectures de production décentralisée; et les difficultés pour atteindre les températures requises permettant aux circuits thermochimiques de produire des combustibles solaires, tels que l'hydrogène.

Les premiers projets commerciaux à miroirs paraboliques ont bénéficié de quelques améliorations grâce à l'introduction de grands systèmes de stockage à sels fondus capables de fournir un haut degré de répartition lors de l'exploitation de la centrale. C'est notamment le cas des centrales Andasol 1 et 2, situées à Guadix, en Espagne, qui disposent d'une capacité nominale de stockage équivalente à 7,5 heures de fonctionnement et d'une production directe de boucles de vapeur pour remplacer l'huile thermique sur le champ solaire. Les centrales à tour ont contribué à l'introduction de nouveaux fluides caloporteurs tels que les sels fondus (la centrale à tour Gemasolar, à Séville, dispose d'un important système de stockage à sels fondus équivalent à 15 heures de puissance nominale) et l'air, ainsi qu'à l'utilisation de nouveaux récepteurs solaires, tels que les absorbeurs volumétriques.

D'autre part, une nouvelle génération de systèmes d'énergie solaire thermique à concentration commence à se développer en parallèle. Cette nouvelle génération se caractérise par sa modularité et par de meilleurs taux de conversion. Leur stratégie de conception repose sur l'utilisation de champs d'héliostats extrêmement denses, dotés de miroirs et de tours de petite taille, devant être mis en œuvre dans des cycles thermodynamiques à haute température. Il existe actuellement des initiatives utilisant des prototypes, n'ayant pas encore dépassé le stade expérimental, et quelques projets commerciaux qui ont d'ores et déjà été annoncés: le projet de BrightSource utilisant un prototype de 6 MWth, dans le désert du Néguev, en Israël; le prototype de 100 kWe promotionné par la

société AORA et les chercheurs de l'institut Weizmann, en Israël; et le prototype de 5 MWe construit par la société eSolar en Californie.

La recherche actuelle se concentre sur différentes technologies CSP et étudie les capacités de production à différents degrés de température et selon divers niveaux de rendement thermodynamique. Ainsi qu'il est mentionné plus haut, il existe quatre grandes catégories de systèmes CSP:

2.1. LES SYSTÈMES À CONCENTRATEURS CYLINDRO PARABOLIQUES (CCP)

Un concentrateur cylindro-parabolique est un capteur solaire à concentration à foyer linéaire utilisant des températures de service comprises entre 150 et 400 °C. Les recherches actuelles sur les nouveaux fluides caloporteurs ont pour objectif d'augmenter la température de service à 500 °C [6]. L'énergie concentrée chauffe le fluide qui circule à travers le tube du récepteur, transformant le rayonnement solaire en énergie thermique sous forme de chaleur sensible du fluide. À l'heure actuelle, la plupart des projets CSP en construction ont recours à cette technologie.

2.2. LES CENTRALES À TOUR OU SYSTÈMES À RÉCEPTEUR CENTRAL (SRC)

Dans les centrales à tour ou systèmes à récepteur central (SRC), le rayonnement solaire se reflète dans de grands collecteurs réfléchissants (héliostats), lesquels transfèrent le flux d'énergie vers des échangeurs de chaleur à effet convecto-radiatif, appelés récepteurs solaires. L'énergie y est transmise au fluide caloporteur, monté au sommet d'une tour. Les centrales d'une puissance comprise entre 10 et 200 MW sont choisies pour des raisons d'économie d'échelle, mais les schémas d'intégration avancés sont susceptibles de procurer les mêmes économies que les petites installations [7]. L'importance du flux solaire incident sur le récepteur (entre 300 et 1000 kW/m², en moyenne) permet de travailler à des températures relativement élevées, jusqu'à 1000°C, et d'intégrer l'énergie thermique à des cycles plus performants, grâce à une approche progressive. La CSP peut facilement s'intégrer

aux opérations hybrides des centrales fossiles, sous diverses formes, et produire de l'électricité à un taux de charge annuel élevé, grâce au stockage d'énergie thermique. Grâce au stockage, les centrales CSP sont capables de fonctionner 6500 heures par an en puissance nominale [8]. Les systèmes à récepteur central CSP espagnols, tels que PS 10, PS 20 et Gemasolar enregistrent à ce jour un haut degré de fiabilité et des performances particulièrement bonnes, qui permettent de réduire sur le coup la perception de risque associé aux expériences commerciales, même jeunes (ces dernières n'ont que quatre ans).

2.3. CONCENTRATEURS PARABOLIQUES À MOTEUR STIRLING (CPS)

Les concentrateurs paraboliques à moteur Stirling suivent le soleil et concentrent l'énergie solaire sur la cavité du récepteur, où elle est absorbée et transférée vers un moteur/générateur thermique. Un générateur électrique, directement relié au vilebrequin du moteur, transforme l'énergie mécanique en électricité (CA). Afin de maintenir le rayonnement réfléchi sur le foyer du concentrateur durant la journée, celui-ci est équipé d'un système orientateur qui lui permet de pivoter en continu autour de deux axes afin de suivre la course du soleil lorsqu'il fait jour. Compte tenu des technologies actuelles, un concentrateur à moteur Stirling de 5 kWé nécessiterait un diamètre de 5,5m; pour un concentrateur de 25 kWé, le diamètre serait de 10 m. Les moteurs Stirling sont l'option la plus couramment utilisée sur ces systèmes en raison de leur rendement élevé (40% de conversion thermique-mécanique), de leur haute densité de puissance (40 à 70 kW/litre), de leur longue durée de vie et de leur faible entretien. Les systèmes à moteur Stirling sont modulaires. Autrement dit, chaque système possède son propre générateur de puissance, ce qui permet leur assemblage sur des installations dont la taille peut varier de quelques kilowatts jusqu'à des dizaines de mégawatts.

Le coût actuel d'un appareil de 10 kW, frais de transport, d'installation et de fondations exclus, est d'environ 10 000 dollars/kW. Les prévisions de coût pour des cadences de production annuelle de 500 et 5000 appareils sont de 2500 dollars/kW et 1500 dollars/kW, respectivement. Ce calcul s'inspire du modèle des processus de

fabrication en série du secteur automobile. Néanmoins, l'absence d'une solution de stockage (de l'électricité) économiquement viable fait que cette technologie soit en concurrence directe avec les installations photovoltaïques, lesquelles ont accélérer la réduction de leurs coûts.

L'avantage de ces systèmes est qu'ils fonctionnent de manière autonome et peuvent produire de l'énergie décentralisée. Actuellement, de modestes projets CSP utilisant cette technologie sont prévus aux États-Unis, en Europe ainsi qu'en Australie.

2.4. SYSTÈMES DE RÉFLECTEURS DE FRESNEL LINÉAIRES (RFL)

Sur le plan conceptuel, les réflecteurs de Fresnel linéaires (RFL) sont les analogues optiques des concentrateurs paraboliques. Il s'agit de réflecteurs de concentration 2D à foyer linéaire, dont la surface parabolique réfléchissante est formée par une série de bandes de miroirs plans qui se déplacent de manière indépendante et concentrent les rayons solaires vers des tubes absorbeurs suspendus à des pylônes. Ce sont des réflecteurs à foyer fixe tandis que les absorbeurs sont une construction statique. Les éléments réfléchissants sont situés au ras du sol et peuvent être montés de manière compacte, jusqu'à atteindre 1 ha/MW. L'objectif est d'obtenir un rendement similaire à celui des concentrateurs paraboliques, mais à moindre coût. Toutefois, leur qualité optique et leur rendement thermique sont moins élevés. Ceci s'explique par la plus grande influence de l'angle d'incidence et du facteur de cosinus, qui a également pour effet de diminuer la température du fluide de travail (150-350 °C). C'est pourquoi les systèmes RFL s'utilisent pour produire de la vapeur saturée directement à l'intérieur des tubes, ainsi que dans les applications des centrales solaires intégrées à cycle combiné (ISCCS) ou encore, dans des cycles de Rankine à régénération, bien que les projets actuels de recherche et développement cherchent à obtenir des températures supérieures à 400 °C. L'Espagne a mis en place un projet pilote utilisant cette technologie, qui n'en est encore qu'à sa phase initiale. Aujourd'hui, les systèmes Fresnel sont moins efficaces que les autres technologies CSP, mais ils sont aussi moins chers.

2.5. DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE ET DÉBOUCHÉS COMMERCIAUX DE LA CSP

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a défini un indicateur précis du niveau de mondialisation du déploiement commercial de la CSP pour les scénarios énergétiques du futur. D'après celui-ci, parmi toutes les technologies énergétiques nécessaires pour réduire de moitié les émissions de CO₂ liées à l'énergie d'ici 2050, la CSP devrait jouer un rôle significatif [9]. Ce scénario implique une augmentation de la capacité de production d'environ 14 GW/an (soit l'ouverture de 55 nouvelles centrales solaires thermiques d'une puissance individuelle de 250 MW). Cette nouvelle opportunité demande toutefois de grands efforts de la part des développeurs de systèmes CSP. En moins de 5 ans et ce, dans différentes régions du monde, ces développeurs seront confrontés à un changement de stratégie: la mise sur le marché précoce de produits à tarifs spéciaux cessera pour laisser place à la production en série de composants et au développement d'un gros volume de projets à des tarifs nettement moins rentables. Cette situation contribue à accélérer la mise en place de la seconde génération de technologies alors que certaines de ces innovations sont toujours en cours d'évaluation dans des centrales de commercialisation précoce ou au stade de projets de démonstration. L'évolution annoncée du coût moyen actualisé de l'électricité des différentes technologies est de l'ordre de 13 à 25 €/cents/kWh, en fonction du choix de la technologie, de la source solaire employée sur le site, de la taille de la centrale, etc.

La production en série de ces systèmes, mais aussi leur diffusion à plus grande échelle et les efforts en matière de R&D, devraient avoir pour conséquence la réduction des coûts de production de l'électricité. La feuille de route technologique proposée par l'association européenne de l'industrie solaire thermique (ESTELA) prévoit, d'ici 2015, une augmentation de la production d'énergie supérieure à 10 % et une diminution des coûts de jusqu'à 20 %, une fois que la plupart des améliorations actuellement en cours seront mises en œuvre dans les nouvelles centrales. Par ailleurs, les économies d'échelle résultant de l'augmentation de la taille des centrales contribueront à réduire jusqu'à 30 % les frais d'investissement

pour chaque MW de puissance. Le développement de la CSP dans les régions à fort rayonnement solaire permettra en outre d'atteindre la compétitivité en matière de coûts, en réduisant jusqu'à 25 % le coût de l'électricité. Si l'on tient compte de l'ensemble de ces facteurs, les coûts de production de l'électricité pourraient diminuer jusqu'à 30 %, à l'horizon 2015, et jusqu'à 50 % à l'horizon 2025, atteignant ainsi le même niveau de compétitivité que les sources traditionnelles (p. ex., une différence de prix entre le charbon/gaz et l'électricité de moins de 10 €cents/kWh). La feuille de route publiée récemment par l'AIE fait état de prévisions similaires [10]. Les différentes feuilles de routes établies par les centres de R&D prévoient, quant à elles, une plus grande influence des innovations sur la réduction des coûts (jusqu'à 25 %) [11]. Voici les quelques activités de recherche et de développement à mettre en place sur le moyen et long terme, proposées par la communauté CSP [12]:

- Instaurer la confiance dans la technologie, grâce à:
 - Des applications pilotes basées sur des technologies éprouvées;
 - Le haut degré de fiabilité des opérations réalisées sans surveillance;
 - L'amélioration de l'efficacité du système grâce à des températures de conception plus élevées;
 - Des centrales hybrides (solaire/combustible fossile), avec une petite part de solaire.
- La réduction des coûts, grâce à:
 - L'amélioration de la conception, des matériaux, des composants, des sous-systèmes et des processus;
 - L'exploitation des économies d'échelle;
- L'augmentation de la part solaire, grâce à:
 - Des processus de conception adaptés;
 - L'intégration du stockage.

Les activités de R&D devront, dans tous les cas, associer plusieurs disciplines: l'optique, la science des matériaux, le transfert de chaleur, le contrôle, les instruments et les techniques de mesure, le génie énergétique et le stockage thermique.

RÉFÉRENCES

- [1] Association européenne de l'industrie du photovoltaïque (EPIA) et Strategy Consulting A.T. Kearny : *Unlocking the Sunbelt Potential of Photovoltaics*. 1^e édition, septembre 2010. <http://www.epia.org>.
- [2] EUPVPLATFORM : *A Strategic research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology*. <http://www.eupvplatform.org>
- [3] Euroserver. *Photovoltaic Barometer*, Avril 2012. [http:// www.Euroserver-er.org](http://www.Euroserver-er.org)
- [4] Herring G. *Concentrating solar thermal power gains steam in Spain, as momentum builds for major projects in the US, North Africa, the Middle East, Asia and Australia*. Photon International, décembre 2009, 46-52
- [5] Kearney A.T. (2010) *Solar thermal electricity 2025*. Feuille de route de l'industrie EST pour l'association européenne de l'électricité solaire thermique (ESTELA). Disponible sur: www.atkearney.com
- [6] Fernandez-Garcia A., Zarza E., Valenzuela L., Perez M. *Parabolic-trough solar collectors and their applications*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (2010) 1695-1721
- [7] Romero M., Marcos M.J., Téllez F.M., Blanco M., Fernández V., Baonza F., Berger S. (2000), *Distributed power from solar tower systems: A MIUS approach*, *Solar Energy*, 67 (4-6) 249-264
- [8] Burgaleta J.I., Arias S., Salbidegoitia I.B. (2009) *Operative advantages of a central tower solar plant with thermal storage system*. *Proceedings SolarPACES 2009* (CD). Réf. manuscrit: 11720 ; Berlin, Allemagne ; 15-18 septembre 2009. Éd. DLR, Stuttgart, Allemagne. ISBN 978-3-00-028755-8.
- [9] AIE (2010) *Perspectives des technologies de l'énergie 2010 – Scénarios et stratégies à l'horizon 2050*. ISBN 978-92-64-08597-8
- [10] AIE (2010) *Feuille de route technologique – Énergie solaire à concentration*. Disponible sur <http://www.iea.org>
- [11] Pitz-Paal R., Dersch J., Milow B., Ferriere A., Romero M., Téllez F., Zarza E., Steinfeld A., Langnickel U., Shpilrain E., Popel O., Epstein M., Karni J. (2005). *ECOSTAR Document d'orientation pour la Commission européenne ; SES-CT-2003-502578*. Publié par: Robert Pitz-Paal, Jürgen Dersch, Barbara Milow. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V., Cologne, Allemagne. Février 2005. http://www.vgb.org/data/vgborg_/Forschung/roadmap252.pdf
- [12] Romero M. (2004). *Solar Thermal Power Plants*. Dans: *Report on research and development of energy technologies*. Publié par le groupe de travail sur l'énergie de l'UIPPA; octobre 6, 2004. p. 96-108.

AUTEURS

José Herrero. Membre de l'équipe R&D de CIEMAT.

Felix M. Tellez. Membre de l'équipe R&D de CIEMAT-PSA.

www.ciemat.es

www.psa.es

CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT À L'ÉNERGIE SOLAIRE – APERÇU GÉNÉRAL ET TENDANCES

WERNER WEISS
AEE-INTEC

RÉSUMÉ

Cet article présente un aperçu général des tendances mondiales dans le domaine du thermique solaire et les évolutions du marché dans différentes régions économiques. De plus, il montre les différentes applications des technologies solaires thermiques, depuis les systèmes de chauffage solaire de l'eau sur une petite échelle jusqu'aux systèmes de climatisation et de refroidissement solaires à grande échelle pour le chauffage urbain et les applications industrielles. Enfin, il présente les opportunités et le vaste potentiel de l'Afrique de l'Ouest dans ce domaine.

Mots clés: Énergie solaire thermique, chauffage solaire de l'eau, marchés, applications solaires thermiques, réduction de la consommation d'énergie solaire

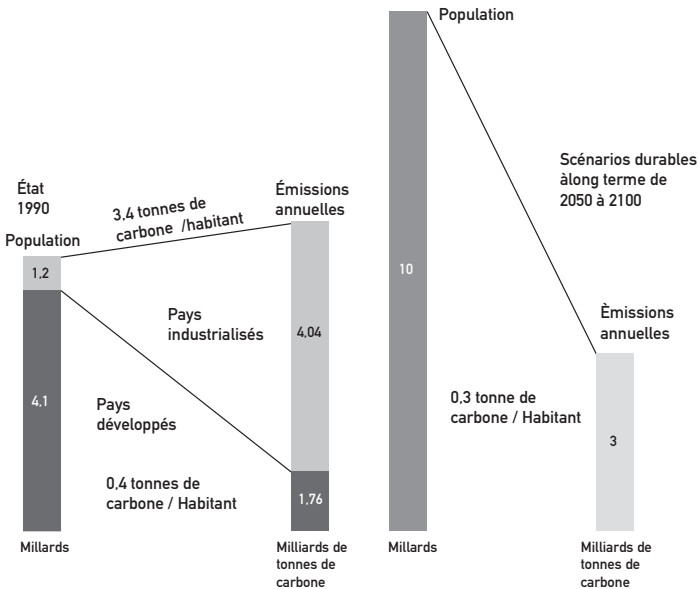
1. L'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE MONDIAL

L'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et le réchauffement global potentiel, ainsi que le changement climatique qui lui est associé, représentent l'un des plus grands dangers environnementaux de notre époque. Les raisons anthropiques de ce changement imminent du climat peuvent être en grande partie mises sur le compte de l'utilisation de l'énergie et de la combustion de sources d'énergie fossile qui impliquent l'émission de CO₂.

Aujourd'hui, l'approvisionnement mondial en énergie est basé sur des sources d'énergie non renouvelables: pétrole, charbon, gaz naturel et uranium. Ces dernières représentent près de 82% des besoins énergétiques mondiaux en énergie primaire. Les 18% restants se divisent à peu près comme suit: 2/3 pour la biomasse et 1/3 pour l'énergie hydroélectrique.

FIGURE 1

ÉMISSIONS DE CARBONE DANS L'ATMOSPHÈRE PAR HABITANT NÉCESSAIRES POUR ATTEINDRE LES ACCORDS DE STABILISATION DU CLIMAT AVEC UNE POPULATION DEUX FOIS PLUS NOMBREUSE



Selon de nombreux spécialistes, la protection efficace du climat pour les générations futures requiert une réduction d'au moins 50% des émissions anthropiques des gaz à effet de serre au niveau mondial, dans les 50 à 100 prochaines années. Compte tenu des scénarios les plus courants de croissance de la population et en établissant un critère de simultanéité pour les émissions de CO₂ à partir de combustibles fossiles, la réduction moyenne par habitant dans les pays industriels devrait s'élever à environ 90%. Cela équivaut à 1/10 de la production de CO₂ par habitant actuelle. Les pays en développement devraient eux aussi atteindre une réduction de 10% de leurs émissions pour réaliser cet objectif.

Une réduction des émissions de CO₂ à l'échelle présentée dans la Figure 1 demandera le passage vers un approvisionnement renouvelable en énergie, basé sur l'utilisation d'énergies renouvelables avec une part élevée pour l'utilisation d'énergie solaire directe.

2. TENDANCES DU MARCHÉ MONDIAL

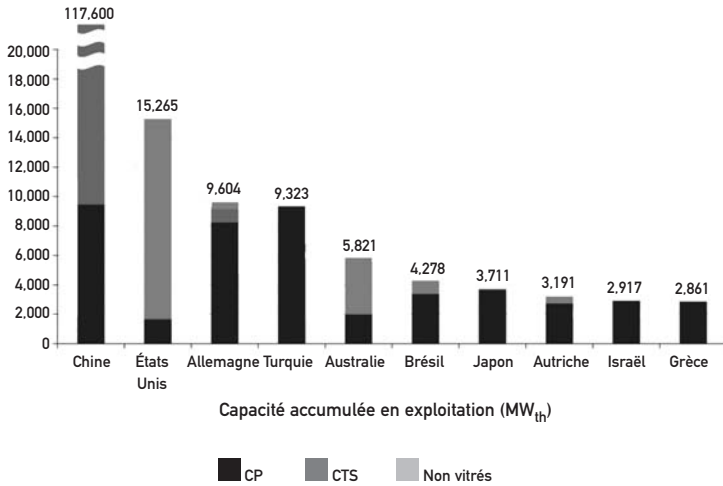
Selon le rapport "L'énergie solaire dans le monde", publié dans le cadre du programme de l'AIE sur le chauffage et le refroidissement à partir de l'énergie solaire [1], la capacité de thermie solaire installée dans le monde équivaut à 195,8 GW_{th}, correspondant à 279,7 millions de mètres carrés à la fin 2010.

La capacité totale est divisée en capteurs plans (CP) pour 62,1 GW_{th} (88,8 millions de mètres carrés), capteurs à tube sous vide (CTS) pour 111 GW_{th} (158,5 millions de mètres carrés), capteurs à eau non vitrés pour 21,5 GW_{th} (30,7 millions de mètres carrés) et capteurs à air vitrés et non vitrés pour 1,3 GW_{th} (1,8 million de mètres carrés).

La plus grande partie de la capacité totale en exploitation est installée en Chine (117,6 GW_{th}), en Europe (36 GW_{th}), aux États-Unis et au Canada (16 GW_{th}), le tout représentant 86,7% du total installé. La capacité installée restante est répartie entre l'Asie (sauf la Chine) (9,4 GW_{th}), l'Australie et la Nouvelle-Zélande (6 GW_{th}), l'Amérique du Sud et Centrale (5,5 GW_{th}), les pays du MENA¹ Israël, Jordanie, Liban et Maroc (4,1 GW_{th}) ainsi que certains pays africains (1,2 GW_{th}), notamment la Namibie, l'Afrique du Sud, la Tunisie et le Zimbabwe.

FIGURE 2

CAPACITÉ TOTALE DES CAPTEURS À EAU DANS LES 10 PAYS LEADERS DANS CE DOMAINE FIN 2010. RÉPARTITION PAR APPLICATION



En règle générale, les systèmes de chauffage à l'énergie solaire constituent une application directe de l'énergie renouvelable; le chauffage de l'eau chaude domestique grâce à l'énergie solaire est déjà très largement utilisé dans un certain nombre de pays. Cependant, les applications solaires thermiques incluent également des technologies destinées à d'autres besoins, notamment le chauffage, la climatisation et le refroidissement des espaces, ainsi que la chaleur pour l'industrie.

Aux États-Unis, en Europe et en Australie les systèmes de pompage sont les plus installés, alors qu'au Japon, au Brésil et en Chine ce sont les systèmes à thermosiphon.

Les systèmes à thermosiphon sont également les plus utilisés dans la majorité des pays africains. Ces systèmes sont seulement constitués d'un capteur, d'un réservoir et des conduites nécessaires. Ils ne requièrent pas de pompe de circulation, car ils tirent profit des différences de gravité. L'eau chauffée dans le capteur s'élève jusqu'en haut et est remplacée par l'eau refroidie du réservoir (principe du thermosiphon). L'eau du réservoir reste chaude

aussi longtemps que la différence de température entre le capteur et le réservoir est assez importante pour maintenir la circulation.

FIGURE 3

RÉPARTITION DES DIFFÉRENTES APPLICATIONS DE LA CAPACITÉ NOUVELLEMENT INSTALLÉE DE CAPTEURS À EAU VITRÉS POUR LES 8 PAYS LEADERS (POUR DIFFÉRENTES APPLICATIONS) DANS LE MONDE ENTIER EN 2010

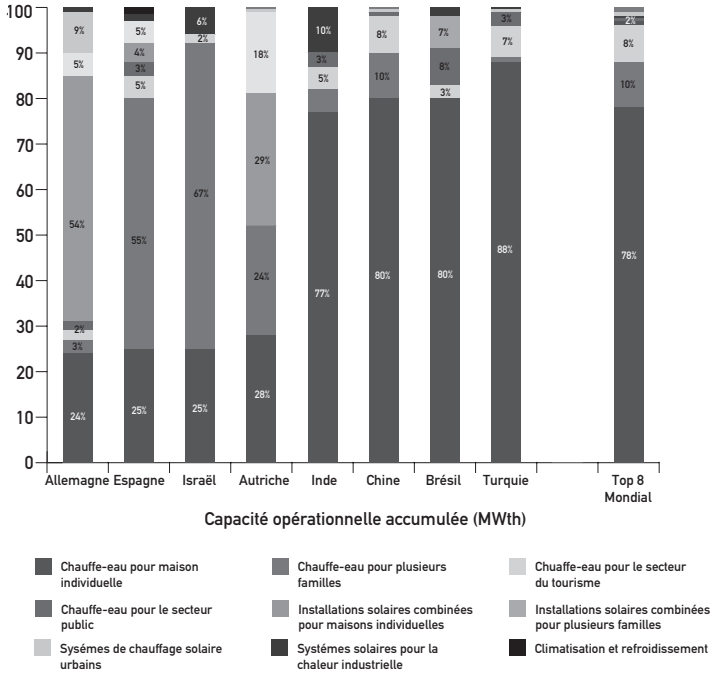


FIGURE 4. SYSTÈME À THERMOSIPHON PRODUIT LOCALEMENT POUR UN INTERNAT. ZIMBABWE

3. UNE NOUVELLE TENDANCE – SYSTÈMES À L'ÉCHELLE DU MÉGAWATT

L'une des principales tendances montre que les systèmes solaires thermiques ont atteint l'échelle du mégawatt dans plusieurs applications. L'usine thermo-solaire la plus importante au monde, dotée d'une capacité de 25 MW (surface de captage de 36 000 m²) a été installée en 2011 en Arabie saoudite. Le système solaire thermique alimente un réseau de chauffage urbain pour l'université des femmes avec 4 000 étudiants et professeurs. L'eau chaude est utilisée pour les douches, les cuisines, les laveries, un hôpital et durant la saison froide, pour le chauffage des locaux.



FIGURE 5. VUE D'ENSEMBLE DU CHAMP DE PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES MONTÉ SUR LE TOIT DE 36 305 M² D'UN IMMENSE HANGAR (SOURCE: MILLENNIUM ENERGY INDUSTRIES)

À Singapour, une vaste centrale solaire de refroidissement dotée d'une capacité de 1,6 MW, alimentée par une surface de capteurs plans de 3 900 m² a également été installée en 2011.

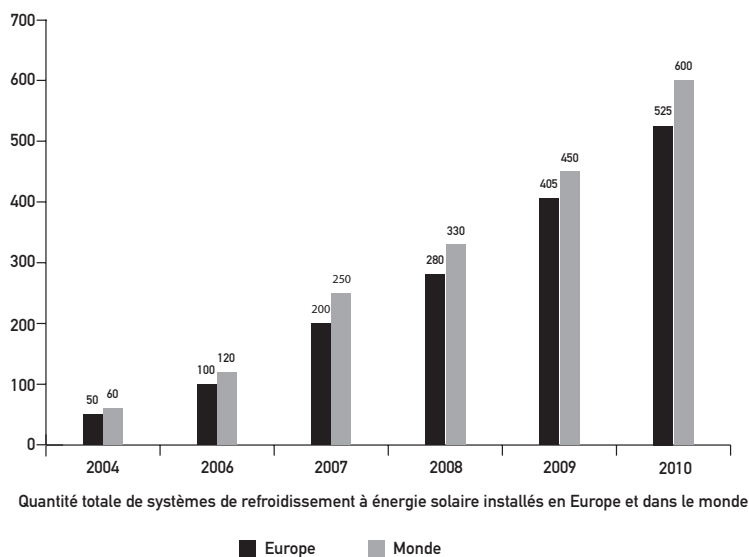
Les plus importantes applications de chaleur industrielle à énergie solaire raccordées à des usines de teinture et de tissage sont installées en Chine. Une première usine de 9,1 MW (13 000 m²) a été construite dans la province de Zhejiang, dans l'usine de teinture et de tissage de Hangzhou. Deux autres projets de 10,5 MW (15 000 m²) ont été commandés dans la province voisine de Jiangsu.

4. CLIMATISATION ET REFROIDISSEMENT À ÉNERGIE SOLAIRE

Les applications de climatisation solaire convertissent l'énergie du soleil en froid, en alimentant une machine de refroidissement thermique.

FIGURE 6

ÉVOLUTION DU MARCHÉ DES SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT ET CLIMATISATION SOLAIRES À PETITE ET GRANDE ÉCHELLE DANS LE MONDE ENTIER ET EN EUROPE



SOURCE: SOLEM CONSULTING/CLIMASOL FRAUNHOFER ISE, ROC00, TECSOL

Vers la fin de l'année 2010, près de 600 systèmes de refroidissement à énergie solaire étaient installés dans le monde entier et les marchés les plus importants étaient l'Espagne, l'Allemagne et l'Italie. Ce marché est encore considéré comme un marché niche sur le plan du développement, mais les taux de croissance annuelle sont néanmoins élevés, comme le montre la figure ci-dessus.

5. OPPORTUNITÉ POUR L'AFRIQUE DE L'OUEST

Dans les pays d'Afrique de l'Ouest, l'utilisation de l'énergie solaire thermique reste encore très faible, bien que les ressources – la disponibilité de la radiation solaire – soient très élevées dans les pays africains.

L'augmentation des coûts énergétiques résultant de la hausse du pétrole, le débat global sur le changement climatique et la réduction du CO₂ ont poussé la plupart des gouvernements de la région à s'intéresser à l'énergie thermique solaire.

6. LES AVANTAGES UNIQUES DE L'ÉNERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Parmi les divers systèmes de chauffage et de refroidissement à partir d'énergies renouvelables, les applications solaires thermiques présentent des avantages spécifiques:

- L'énergie thermique solaire entraîne toujours une réduction directe de la consommation d'énergie primaire
- L'énergie thermique solaire peut être combinée avec presque toutes les sources de chauffage d'appoint
- L'énergie solaire thermique ne repose pas sur des ressources limitées, également nécessaires pour d'autres fonctions énergétiques et non énergétiques
- L'énergie solaire thermique n'entraîne pas une augmentation significative de la demande en électricité, ce qui en cas de déploiement à grande échelle pourrait impliquer des investissements substantiels pour augmenter les capacités en matière de production et de transport d'électricité.
- L'énergie solaire thermique est disponible partout en Afrique.
- Les prix de l'énergie solaire thermique sont très prévisibles, car la plus grande part des frais a lieu au moment de l'investissement et ne dépend donc pas des prix futurs du pétrole, du gaz, de la biomasse ou de l'électricité. Les coûts de fonctionnement sont négligeables.

- L'impact environnemental des systèmes solaires thermiques au cours de leur cycle de vie est extrêmement faible
- Une réduction significative de la pauvreté est possible par la création de nouveaux emplois dans le secteur des énergies renouvelables qui offre des opportunités de travail.
- L'installation de systèmes solaires thermiques dans des institutions étatiques comme les hôpitaux, orphelinats, cliniques spécialisées dans le VIH ou maisons de retraite, améliorera les conditions d'hygiène et réduira de manière significative les coûts de fonctionnement de ces institutions en remplaçant la biomasse, l'électricité ou les combustibles fossiles par l'énergie solaire.

Selon la description détaillée de la Feuille de route du chauffage et du refroidissement à partir de l'énergie solaire de l'AIE[2], les technologies solaires thermiques peuvent jouer un rôle important pour atteindre les objectifs en matière de sécurité énergétique et de développement économique, mais aussi dans l'atténuation du changement climatique. Ces technologies offrent des avantages spécifiques. Elles sont compatibles avec quasiment toutes les sources de chauffage d'appoint et sont presque universellement applicables en raison de leur capacité à délivrer de l'eau chaude, de l'air chaud, ainsi que de la chaleur et du froid. En outre, elles peuvent *accroître la résilience à la hausse des prix de l'énergie*, car la plupart des coûts sont engagés au moment de l'investissement, les frais de fonctionnement courants sont minimaux et l'exposition à la volatilité des prix du charbon, du pétrole, du gaz ou de l'électricité est nulle. *L'approvisionnement en énergie au niveau local* permet de réduire le transport de l'énergie, ce qui améliore l'efficacité et le coût de revient. De plus, le chauffage et le refroidissement solaires *créent des emplois aux niveaux local et régional*, car une large part de la chaîne de valeur (ingénierie, conception, installation, maintenance) ne peut être délocalisée. Les technologies solaires thermiques basées sur des capteurs plans ou à tube sous vide offrent des opportunités pour *le développement de l'économie et de la fabrication locales* pour évoluer comme des économies développées.

7. LES APPLICATIONS SOLAIRES THERMIQUES PEUVENT RÉDUIRE DE MANIÈRE SIGNIFICATIVE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

Les technologies solaires thermiques ne remplacent pas seulement les combustibles fossiles directement brûlés pour la production de chaleur, elles peuvent également remplacer l'électricité utilisée pour la production d'eau chaude et le chauffage d'espaces. Cette substitution serait particulièrement bienvenue dans les pays chauds qui manquent d'une infrastructure gazière et de combustibles de chauffage alternatifs (c'est à dire, avec des ressources de biomasse limitées). Par exemple, en Afrique du Sud, les chauffe-eau électriques comptent pour un tiers dans la consommation électrique des ménages (à base de charbon). La technologie solaire thermique de refroidissement peut également réduire les charges des réseaux électriques pendant les pics de demande de refroidissement en remplaçant partiellement ou totalement les climatiseurs ou la climatisation alimentés électriquement. Ces technologies tirent surtout profit de la forte corrélation entre l'approvisionnement des ressources solaires et la demande énergétique de refroidissement.

NOTE

1. Moyen-Orient et Afrique du Nord.

RÉFÉRENCES

- [1] Weiss et Mauthner, 2012. L'énergie solaire dans le monde, Programme de l'AIE sur le chauffage et le refroidissement à partir de l'énergie solaire, Gleisdorf 2012.
- [2] AIE, 2012. Feuille de route technologique – Chauffage et refroidissement solaires, Paris, 2012.

AUTEUR

Werner Weiss. Ingénieur en mécanique, membre fondateur et directeur de l'AEE, l'Institut des technologies durables (AEE INTEC).

www.ace-intec.at

MICRO-RÉSEAUX ET ÉNERGIES RENOUVELABLES

NOUVEAUX CONCEPTS DE MICRO-RÉSEAUX ÉLECTRIQUES POUR LES ZONES ISOLÉES ET FAIBLEMENT CONNECTÉES

DANIEL HENRÍQUEZ-ÁLAMO
ITC

RÉSUMÉ

Dans le monde, plus de 1.200 millions de personnes n'ont pas accès à l'électricité. Un accès sécurisé à l'énergie à un coût raisonnable est crucial pour le développement économique et social de l'Afrique. L'incorporation de sources d'énergies renouvelables aux réseaux électriques existants et l'électrification des zones reculées est un défi de grande envergure dont l'objectif est de fournir l'énergie dans des conditions d'approvisionnement optimales et au moindre coût possible.

Les systèmes photovoltaïques isolés, principalement les petites installations photovoltaïques comme les "Solar Home Systems", les mini-réseaux hybrides photovoltaïques, les systèmes photovoltaïques-diesel et l'incorporation de centrales photovoltaïques dans les réseaux électriques existants améliorent substantiellement la vie des habitants. Plus de 80% des gens sans accès à l'énergie électrique vivent dans les zones rurales des pays en développement, pays qui normalement possèdent un grand potentiel en énergie solaire. [1]

Cet article décrit les différents types de micro-réseaux électriques pour l'électrification isolée, le développement

technologique actuel et les nouveaux concepts de micro-réseaux qui permettent l'incorporation d'énergies renouvelables aux réseaux électriques de faible rendement.

Mots clé: micro-réseaux, mini-réseaux hybrides photovoltaïques, réseaux intelligents, dessalement par osmose inversée.

Les générateurs diesel ont été historiquement la solution aux besoins d'électrification rural. Le coût de l'investissement en capital initial en installations isolées est faible par kW installé. Cependant, la montée graduelle des coûts du combustible et des coûts du transport dans les zones reculées diminue les avantages associés à l'option d'utilisation de groupes diesel. En effet, le coût de la génération du kWh est trop élevé pour les petits réseaux électriques. Le coût peut atteindre les 2 €/kWh. [2]

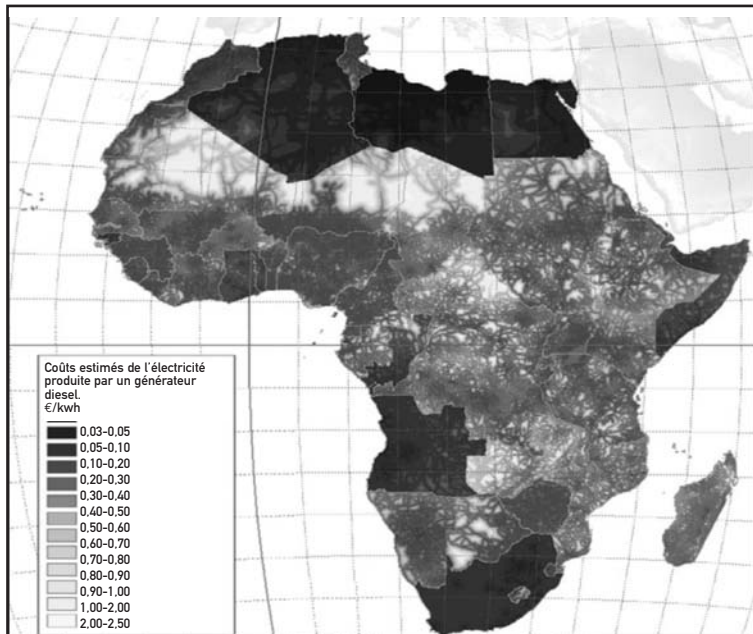


IMAGE 1. COÛTS ESTIMÉS DE L'ÉLECTRICITÉ (€/KWH) PRODUITE PAR UN GÉNÉRATEUR DIESEL. CALCULÉS À PARTIR DU PRIX DE CE COMBUSTIBLE DANS CHAQUE PAYS ET DU COÛT DE SON TRANSPORT. (SOURCE: [2])

Face à cette situation, il est donc nécessaire de rechercher des alternatives diminuant le coût de la production, aussi bien dans les zones isolées que dans ces zones pourvues de réseau électrique. Ces réseaux électriques peuvent être de plus faible rendement de part leur taille et les grandes pertes en transport et en distribution de l'énergie. Les micro-réseaux possédant une grande pénétration en termes d'énergies renouvelables sont une alternative afin de réduire non seulement le coût associé à la génération en réseaux déjà existants mais aussi, très souvent, l'unique solution optimale pour transporter l'énergie à des zones éloignées qui sont normalement électrifiées par des mini/micro-réseaux principalement alimentés par des groupes diesel. L'utilisation de sources d'énergies renouvelables réduit l'impact environnemental de la génération électrique, déplaçant la consommation de fioul et réduisant le coût global de l'électricité.

Cependant, lorsqu'il y a une haute pénétration des sources d'énergies renouvelables, sa caractéristique fluctuante (solaire et éolienne) en combinaison avec la haute variabilité de la courbe de demande dans les communautés rurales pose de véritables défis techniques afin de pouvoir mettre sur pied un réseau électrique offrant un approvisionnement de qualité. Ces difficultés peuvent être surmontées par des stratégies de contrôle et de topologies adéquates.

Les micro-réseaux d'électrification isolée peuvent être classés en fonction de la nature du composant qui forme le réseau électrique [3]:

- Le micro-réseau avec plusieurs groupes diesel, dans lesquels les générateurs diesel composent le réseau. Les autres sources génératrices (si elles existent) sont celles qui maintiennent la tension et la fréquence du micro-réseau.
- Les micro-réseaux n'ayant qu'un seul élément de génération qui change d'un à l'autre. Ce type de micro-réseaux possède plusieurs sources de génération connectées au micro-réseau (normalement des inverseurs et des générateurs diesel) et du générateur du micro-réseau qui change de l'un à l'autre.
- Micro-réseau avec plusieurs inverseurs. Ce type de micro-réseau décentralisé est utilisé lorsque l'on veut distribuer la production tout au long du réseau électrique. Dans ce type de

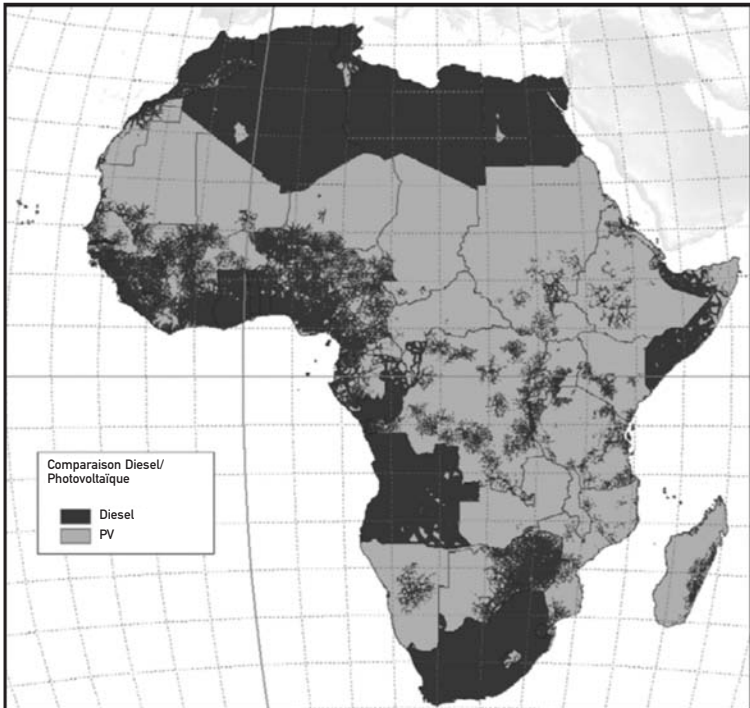


IMAGE 2. OPTIONS D'ÉLECTRIFICATION ISOLÉE. COMPARAISON EN TERMES ÉCONOMIQUES ENTRE LE TECHNOLOGIES PHOTOVOLTAÏQUE (SOURCE: [2])

micro-réseaux, il faut qu'il y ait des connexions nécessaires à la coordination des différents dispositifs de génération.

Dans le cas où les réseaux se raccordent au réseau électrique conventionnel ou veulent se raccorder dans le futur, plusieurs aspects devront être pris en compte lors de la conception afin de garantir la qualité de l'énergie et la fiabilité de l'approvisionnement [4]:

- Le respect des normes en vigueur sur la qualité d'énergie et du raccordement au réseau.
- La mise en place d'une série de mesures supplémentaires spécifiques au site.
- L'évolution des normes existantes, surtout en ce qui concerne les standards de qualité en matière d'approvisionnement.

1. L'ITC ET LES MICRO - RÉSEAUX ISOLÉS

Historiquement, l'*Instituto Tecnológico de Canarias* (Institut Technologique des Canaries) a travaillé sur le développement de solutions énergétiques basées sur les mini-réseaux avec inverseur pour des zones éloignées dans les pays en développement et principalement sur l'apport de solutions pour l'approvisionnement d'eau. Voici quelques uns de ces projets:

1.1. PROJET DE MINI-RÉSEAU POUR LE DESSALEMENT À KSAR (TUNISIE)

Ce projet s'est mis en place dans le cadre de la coopération entre l'Espagne et la Tunisie pour l'approvisionnement en eau douce par le biais d'un système de dessalement avec osmose inverse en employant la technologie photovoltaïque. Le projet s'est mis en place à Ksar Ghilène, une population de 300 habitants, isolée à l'intérieur de pays, au sud dans le désert du Sahara. Le réseau électrique le plus proche se trouve à 150 km et le puits d'eau douce le plus proche à 60 km. La capacité nominale de production d'eau est de 50 m³ par jour mais, du fait que l'approvisionnement en énergie dépend de la radiation solaire, la production moyenne en eau douce est de 15 m³ par jour. Le système peut fonctionner aux alentours de 7,5 heures par jour. L'eau sans traitement provient d'un puits d'eau saumâtre



IMAGE 3. UNITÉ DE DESSALEMENT PHOTOVOLTAÏQUE DE KSAR GHILÈNE (SOURCE: ITC)

situé dans un oasis voisin. L'énergie provient d'un générateur solaire photovoltaïque de 10,5 kWp avec accumulation d'énergie par batteries. Le champ photovoltaïque fournit de l'énergie au réseau électrique autonome, qui est composé d'un contrôleur de charge, d'un parc de batteries avec une capacité nominale de 660 Ah (C10) et d'un inverseur de 10 kW.

1.2. PROJETS D'OSMOSE INVERSE AVEC LA TECHNOLOGIE PHOTOVOLTAÏQUE AU MAROC

Les systèmes ont été mis en place dans le cadre du projet ADIRA (2003-2008), (initiative cofinancée par la Commission européenne par le biais du programme pour l'eau MEDA), avec la collaboration des entités locales (les gouvernements locaux des provinces d'Essaouira et Tiznit, les autorités municipales et les associations locales), et avec l'associé marocain du projet (l'ONG FM21). La Commission européenne, le Gouvernement des Canaries, par le biais de la *Dirección General de Relaciones con Africa* (Direction Générale des Relations avec L'Afrique), l'*Instituto Tecnológico de Canarias* (Institut technologique de Canaries) (ITC) et les gouvernements des provinces d'Essaouira et Tiznit, ont contribué au financement du projet. La capacité nominale unitaire de l'unité de dessalement avec osmose inverse est de 1000 L h⁻¹ (pour 3 unités) et 500 L h⁻¹ (pour la quatrième unité). L'unité est capable d'opérer en deux points de pression du courant d'alimentation, permettant ainsi de passer d'une demande énergétique partielle à totale et vice-versa. Cela est possible grâce à un convertisseur de fréquence qui modifie la fréquence de CA fournie au moteur électrique qui à son tour, se trouve raccordé à la pompe à haute pression: Plus la fréquence est élevée, plus il y a de courant d'alimentation et de pression disponibles et donc une plus grande demande énergétique.

Le concept de système photovoltaïque est semblable à celui de la Tunisie: champ photovoltaïque, avec un contrôleur de charge, des batteries, un inverseur et des charges. Les panneaux photovoltaïques sont connectés en parallèle (8 appareils) et en série (4x12 VDC), la configuration étant donc de 8x4 et le voltage de tension de sortie nominale est de 48 VDC.



IMAGE 4. SYSTÈME D'OSMOSE INVERSE PHOTOVOLTAÏQUE INSTALLÉ À TANGARFA (MAROC) (SOURCE: ITC)

1.3. MICRO-RÉSEAU ISOLÉ HYBRIDE À VALE DA CUSTA (CAP-VERT)

Projet mis en place par le groupe d'entreprises d'énergies renouvelables des Canaries RICAM avec l'appui technologique de l'ITC et financé par l'Agence Espagnole de Coopération Internationale (AECI) et la *Dirección General de Relaciones del Gobierno de Canarias* (Direction Générale des Relations du Gouvernement des Canaries). Il s'agit d'un micro-réseau qui fournit de l'électricité à 117 foyers du village de Vale Da Custa, dans l'île de Santiago (Cap Vert). Il est formé par une topologie de réseau d'inverseurs. En cas de nécessités, le micro-réseau est contrôlé par un groupe diesel de 40 kVA. La génération est centralisée au sein d'une centrale photovoltaïque de 18 kW et trois aérogénérateurs de 3,5 kW. Le système est préparé pour pouvoir se raccorder au réseau électrique public, si celui-ci arrive au village dans les prochaines années. Dans ce cas, on pourra changer le mode de contrôle et d'exploitation du système.

Actuellement, les lignes de travail de l'ITC s'orientent vers l'intégration des micro-générations dans les réseaux existants (principalement au diesel), aussi bien de petite taille par l'intégration de génération photovoltaïque en mini-réseaux diesel que par l'intégration massive de micro-sources renouvelables dans les réseaux conventionnels sous la forme de UDM's (Utility Distribution Microgrids).



IMAGE 5. VUE PARTIELLE DE LA CENTRALE DU MICRO-RÉSEAU DE VALE DA CUSTA (SOURCE: RICAM)

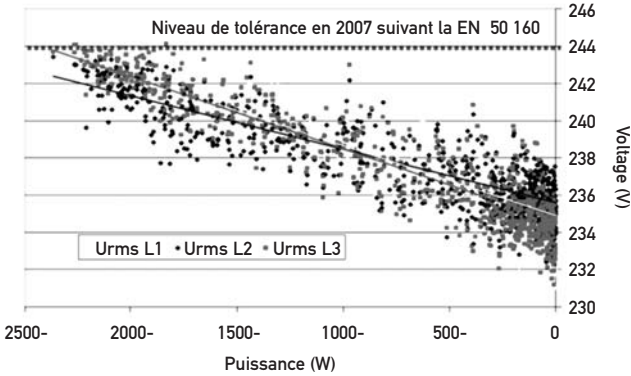
2. MICRO-RÉSEAUX ÉLECTRIQUES RACCORDÉS AUX RÉSEAUX DE DISTRIBUTION (UDM'S)

L'incorporation de sources de micro-génération distribuées dans les réseaux électriques africains, principalement d'origine photovoltaïque, représente un véritable défi technique puisque, jusqu'à présent, les réseaux sont des réseaux électriques unidirectionnels. Dans les réseaux conventionnels, il existe des centrales de génération (normalement diesel), plus ou moins éloignées des zones de consommation, dans lesquelles se génère l'énergie électrique qui est transportée et distribuée ensuite au consommateur final.

Le défi de l'interconnexion de ces sources de génération renouvelable est que la proportion de génération soit la plus grande possible sans que la qualité de l'approvisionnement électrique en soit affectée. Et plus encore, en améliorant si possible les réseaux les plus faibles. Comme le montre le risque que suppose l'intégration massive de génération distribuée dans une ligne à basse tension, on peut remarquer dans le graphique suivant, l'effet des niveaux de tension dans une branche de la ligne à basse tension en fonction de la puissance injectée en Allemagne [5]. On peut observer comment on arrive presque à une tolérance maximale permise par la EN 50160 dans ce cas.

FIGURE 1

VOLTAGE À LA FIN D'UNE LIGNE D'ALIMENTATION COMME FONCTION DE L'ÉNERGIE FOURNIE PAR INVERSEUR

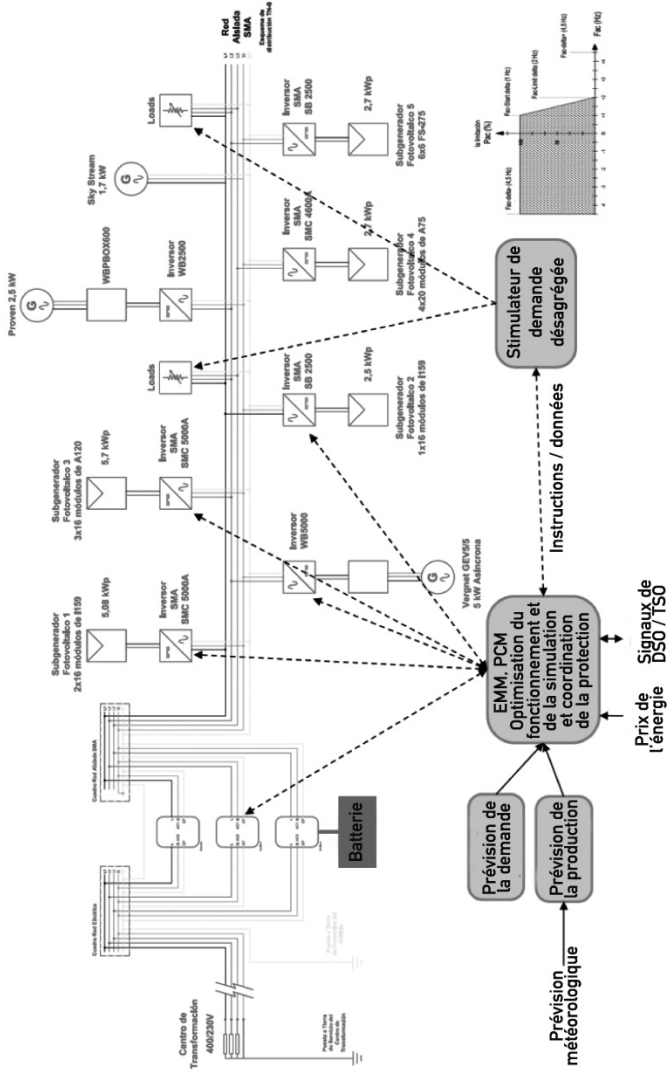


SOURCE: [5]

Les UDM's (Utility Distribution Microgrids) sont une solution à l'intégration des sources de micro-génération renouvelables dans les réseaux de distribution, fondamentalement dans les réseaux à basse tension, dont l'objectif est de réduire la complexité de la gestion et du contrôle en regroupant les installations de génération, de charges et de stockage connectées au réseau à basse tension.

Ce type de micro-réseaux peut être défini comme des réseaux électriques de petite taille conçus pour fournir de l'électricité (et de la chaleur) aux charges d'une petite communauté comme par exemple une zone périurbaine, une zone commerciale ou un emplacement industriel. Du point de vue opérationnel, les sources de micro-génération doivent être équipées d'interfaces électroniques de puissance et de systèmes de contrôle [6] qui offrent la flexibilité nécessaire pour assurer l'opération du micro-réseau comme s'il s'agissait d'un seul système agrégé et pour maintenir la qualité de l'approvisionnement. C'est-à-dire, le système de contrôle du micro-réseau doit pouvoir faire en sorte que le micro-réseau soit vu de l'opérateur du réseau auquel il se connecte comme un système unique se comportant comme une charge agrégée, capable de fonctionner de manière isolée si nécessaire.

FIGURE 2. COMPOSANTS DE GESTION ÉNERGÉTIQUE ET DE CONTRÔLE DE PROTECTION POUR LES MICRO-RÉSEAUX



SOURCE: ITC.

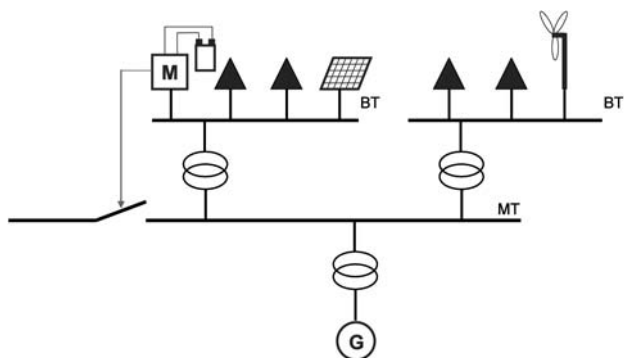
Les aspects sur lesquels doivent se baser la gestion des UDM's sont variés. Depuis 2010, à l'ITC, un modèle de gestion a été développé qui tient compte des différents facteurs afin d'atteindre un fonctionnement le plus optimal possible: la prévision de la génération renouvelable du micro-réseau, la prévision de la demande, la gestion du système de stockage, la gestion de la demande (parmi elles de possibles charges rechargeables comme les usines de dessalement ou les systèmes de pompage) et le contrôle de flux d'énergie dans le point d'interconnexion comme le réseau électrique conventionnel.

L'ITC travaille depuis quelques années dans la recherche du contrôle de ce type de systèmes. Il prend part actuellement à plusieurs projets:

- *Micro-réseau intelligent de l'Île de La Graciosa* (Microrred Eléctrica Inteligente de La Graciosa): Il est actuellement en phase préliminaire d'étude et d'analyse des données. Il s'agit d'un projet qui est mis en place conjointement avec ENDESA (compagnie espagnole de distribution et de production d'électricité) dans la petite île canarienne de La Graciosa. On projette d'y installer des petites sources de génération photovoltaïque de manière massive et distribuée dans le réseau à basse tension en les faisant fonctionner de manière coordonnée afin de maximiser la pénétration des renouvelables dans l'île. Cela permettra également de garantir la qualité de l'approvisionnement et d'offrir les services complémentaires au système électrique principal connecté par un câble sous-marin de 1,5 km.
- *Projet SINGULAR*. Projet cofinancé par le 7ème Programme Cadre de l'Union européenne dans lequel plusieurs outils font l'objet de recherches (opération de système, gestion du stockage, etc.). Ces outils permettront l'intégration massive de la génération distribuée dans les réseaux insulaires, entre autres les micro-réseaux.
- *Projet TAKATONA 2*. Projet cofinancé par le Programme de Coopération Transfrontalier FEDER (POCTEFEX). Il a pour but d'étudier la viabilité technique et économique des

micro-réseaux intelligents raccordés au réseau électrique de l'ONEE dans les zones rurales du Maroc.

FIGURE 3
SCHÉMA GÉNÉRAL D'UN DES SCÉNARIOS DANS L'ÉTUDE POUR L'ÎLE DE LA GRACIOSA



SOURCE: ITC.

3. CONCLUSIONS

Ce nouveau concept de micro-réseau raccordé au réseau électrique conventionnel (UDM) est une opportunité, qui cependant doit faire l'objet de plus amples recherches, pour parvenir à une intégration de la micro-génération de sources non gérables dans les réseaux de distribution à basse tension. Ce concept permettra le contrôle de ce type de sources sans qu'elles supposent un amoindrissement de la qualité de l'approvisionnement et réduiront le coût du kWh généré par les centrales conventionnelles en Afrique. Cela permettra également une démocratisation de la production d'énergie. Sans aucun doute, dans les prochaines années, il faudra mettre en place des cadres spécifiques de régulation qui permettront d'intégrer ce type de systèmes dans les réseaux déjà existants.

RÉFÉRENCES

- [1] The Off-Grid Market - a Land of Opportunities Michael Wollny Alliance for Rural Electrification. 6th European Conference on PV-Hybrids and Mini-Grids.
- [2] S. Szabo, K. Bodis, T. Huld, M. Moner-Girona, Energy solutions in rural Africa: mapping electrification costs of distributed solar and diesel generation versus grid extension, Environ. Res. Lett. 6 (2011), 2011.
- [3] PV Hybrid Mini-Grids: Applicable Control Methods for Various Situations (IEA-PVPS T11-07:2012) (<http://www.iea-pvps.org/>).
- [4] IEA-PVPS T11-06:2011 Design and operational recommendations on grid connection of PV hybrid mini-grids. (<http://www.iea-pvps.org/>).
- [5] PVUpScale Project WP4. Deliverable: 4.3 (<http://www.pvupscale.org/>).
- [6] Proyecto Microgrids y MoreMicroGrids (<http://www.microgrids.eu>).

AUTEUR

Daniel Henríquez-Álamo. Département de l'énergie renouvelable de ITC.

www.itccanarias.org

POTENTIEL BIOÉNERGÉTIQUE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

BAH F. M. SAHO
CEREEC

En Afrique de l'Ouest, la demande énergétique se caractérise par une dépendance élevée vis-à-vis de la biomasse conventionnelle. Les défis à relever sont donc liés à un accès à des services énergétiques propres, efficaces et modernes, en particulier pour l'énergie de cuisson. L'utilisation massive de bois-énergie (bois de chauffage et charbon) extrait des forêts naturelles de façon largement non durable constitue une autre question à résoudre. Selon le bilan énergétique de la région (2010), près de 78% de la demande énergétique, sur l'ensemble du mix énergétique global de la plupart des pays, provient de la biomasse traditionnelle. En outre, plus de 90 % de la population utilise le bois et le charbon pour la cuisson domestique.

L'exploitation non durable et inefficace des ressources en bois contribue à la destruction des forêts naturelles, à l'apparition de problèmes sanitaires liés à la fumée et aux défis globaux en matière d'environnement auxquels la région est confrontée. Une autre conséquence des récoltes et de l'utilisation des ressources forestières non durables, conduisant à une déforestation et autres problèmes environnementaux, est l'effet direct sur la production d'aliments affectant négativement la sécurité alimentaire.

Au cours de ces dernières années, plusieurs gouvernements ont mis en œuvre diverses stratégies d'intervention visant à réduire

la dépendance élevée des populations vis-à-vis de la biomasse traditionnelle: i) par la promotion de fours efficaces, tant pour le bois que pour le charbon; ii) par la mise en œuvre de projets de plantation et de lots boisés pour compléter les besoins en bois des populations, tant pour le secteur de la construction que de la cuisson; iii) par la promotion de combustibles de cuisson alternatifs, notamment le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le kérosène; et iv) par la promotion des ressources d'énergies renouvelables, comme le biogaz, la biomasse provenant des déchets agro-industriels et les espèces de plantes invasives comme le "typha australis". Par le passé, les interventions nationales avaient produit des résultats très mitigés. De plus, certains des progrès réalisés avaient été mis à mal par la croissance de la population, en particulier dans les zones urbaines, ce qui avait entraîné l'augmentation de la demande en bois-énergie.

L'un des obstacles majeurs reconnus à la promotion d'une production durable et efficace et à l'utilisation de la bioénergie moderne réside dans les approches ponctuelles et non planifiées. La plupart des pays de la région ne disposent ni de cadres politiques ni de principes directeurs lorsqu'il s'agit de planifier et de mettre en œuvre l'offre et la demande en biomasse. Néanmoins, des opportunités existent de produire et d'utiliser des produits et des services de bioénergie durables et efficaces.

Les approches stratégiques ci-dessous résument les possibilités de production et d'utilisation des bioénergies:

1. Production et utilisation de services provenant de bioénergies durables (en particulier par l'utilisation de fours efficaces, la production de briquettes et la production viable de biocarburants) pour soutenir l'augmentation de la production d'aliments, etc.;
2. Une gestion et une extension améliorées des ressources forestières naturelles pour soutenir le développement socio-économique dans les zones rurales et périurbaines à travers des techniques de gestion durable;
3. Encourager l'augmentation de la production et de la transformation des aliments apportant de la valeur ajoutée pour la création d'emplois et la génération de revenus à travers une production

- agricole accrue et efficace, l'utilisation de produits pour faire de la sécurité alimentaire une priorité ;
4. Utilisation des résidus agricoles/alimentaires pour leur transformation en biocarburants, afin d'étendre l'accès à l'énergie et atténuer la pauvreté, notamment la pauvreté énergétique ;
 5. Favoriser la production de cultures énergétiques non alimentaires sur des terres préalablement identifiées et faisant l'objet d'un accord, compte tenu des sites identifiés pour la production d'aliments, d'aliments pour animaux et de fibres, de la biodiversité et d'autres questions liées à l'environnement ;
 6. Encourager, si possible, l'efficacité de l'ensemble de la chaîne de valeur relative à la production reposant sur la biomasse et les biocarburants et les dispositifs, ainsi que leur utilisation.

Les potentialités bioénergétiques de la région peuvent donc être synthétisées dans le programme d'activités suivant:

- *Promotion de combustibles de cuisson et de foyers améliorés plus propres, alternatifs et efficaces:* foyers et combustibles nouveaux, efficaces et modernes, notamment le bioéthanol, le méthanol, le biogaz, les briquettes et des fourneaux de cuisine améliorés et très efficaces. Les combustibles et les foyers améliorés offrent des opportunités en termes de production, transformation et commercialisation pour une transformation socio-économique et la création d'emplois, surtout dans les zones rurales. Le gaz de pétrole liquéfié (GPL) n'est pas un biocarburant, mais peut être utilisé comme substitut de la biomasse traditionnelle, en raison de sa propreté et de son efficacité.
- *Production et utilisation efficaces des ressources énergétiques:* production plus efficace et durable des ressources en bois et biomasse comme le charbon et leur utilisation pour des résultats optimisés.
- *Déchets agro-industriels:*
 - Agglomération et carbonisation des déchets agro-industriels plus faciles à transporter et à utiliser. Plusieurs procédés sont utilisés, notamment la carbonisation, puis l'agglomération et vice-versa. Des exemples de déchets agro-industriels sont les coques d'arachide, les tiges de coton et même une plante invasive appelée "typha australis".

- Biogaz: la production de biogaz à partir de déchets animaux ou humains offre des possibilités encore à exploiter. L'utilisation de déchets municipaux liquides pourrait également servir à la production de biogaz. Les possibilités sont immenses et non seulement dans le secteur domestique, mais également dans les secteurs institutionnel, commercial et industriel, pour la cuisson, la production d'énergie et l'éclairage.
- *Déchets municipaux solides (DMS)*: l'utilisation de ces déchets en tant que source d'énergie n'a pas été exploitée. Aucun projet n'a pu aboutir dans la région, en raison de plusieurs facteurs liés à leurs caractéristiques: la qualité (non triée) et la quantité de déchets. Malheureusement, les habitants des municipalités paient pour la collecte des déchets uniquement pour leur élimination ou leur enfouissement, avec des conséquences négatives pour la santé, la société et l'environnement. Cependant, la technologie a évolué vers la transformation de tout type de déchets en énergie. Ces procédés pour produire de l'énergie à partir des déchets comportent de multiples avantages pour le consommateur: un environnement plus propre et plus sain, un accès à l'énergie et des économies de combustible.
- *Meilleure gestion forestière*: le concept de gestion forestière doit être renforcé pour l'exploitation efficace et durable des ressources forestières. Plusieurs concepts de gestion forestière ont été élaborés et testés depuis les années 1990, notamment la *Community Forestry* (foresterie communautaire), la *Joint Forest Park Management* (gestion conjointe des forêts) et la *Community Controlled State Forest* (gestion communautaire des forêts d'État). La participation active des communautés rurales à une gestion des forêts durable et efficace est cruciale. L'élaboration de réformes institutionnelles, légales et organisationnelles pour la diffusion de ces concepts est néanmoins nécessaire pour faire respecter et mettre en œuvre une meilleure gestion forestière. Les ressources forestières de la région, mieux gérées, peuvent fournir un approvisionnement durable en bois-énergie.
- *Production de biocarburants, biodiesel et bioéthanol*: la culture et la production de biocarburants permettent aux communautés rurales d'obtenir des combustibles modernes et efficaces.

Cependant, la question de la durabilité en termes de production et d'utilisation, en particulier s'agissant de cultures uniquement destinées à l'énergie, est un facteur critique. La stratégie bioénergétique de la CEDEAO encourage la production de cultures bios uniquement sur des terres approuvées et au moyen de cultures autorisées dans les pays. Dans le cadre de la production et de la transformation des cultures, il convient de tenir compte de certains aspects liés à l'eau, à la terre et autres environnements naturels au moyen des indicateurs de durabilité du Partenariat mondial sur les bioénergies (GBEP), des outils d'aide à la prise de décisions du PNUE et de la FAO, etc.

La stratégie bioénergétique de la CEDEAO encourage l'augmentation de la production d'aliments et l'utilisation de résidus (agricoles/alimentaires) pour la production de bioénergies.

- *Biodiesel pour les plates-formes multifonctionnelles (PTMF)*: la PTMF est un dispositif à plusieurs usages alimenté par un moteur diesel, destiné à réaliser des fonctions multiples simultanément. Ce dispositif produit de l'énergie électrique susceptible d'être employée à des fins de production, tout en pompant de l'eau, rechargeant des batteries et broyant des céréales. La PTMF est actuellement utilisée dans certains pays pour offrir un accès à l'énergie aux communautés rurales de la région de la CEDEAO. L'utilisation de biodiesel/huile végétale pure (HVP) comme source de combustible pour la PTMF pousse certaines communautés à produire leurs propres combustibles pour fournir des services énergétiques.
- *Production de bioélectricité*: la production d'électricité à partir de la biomasse à des échelles allant de quelques kilowatts pour des villages ruraux à quelques mégawatts, offre la possibilité d'augmenter l'accès à l'énergie à des taux raisonnables. Dans certains pays, les résidus de la biomasse sont énormes et permettent de développer ce genre de services.

L'élaboration et la mise en œuvre d'un programme de bioénergie demandent néanmoins une approche stratégique. À cet égard, la CEDEAO, en collaboration avec le Partenariat Mondial

sur les Bioénergies (GBEP) et d'autres partenaires, a organisé un *Forum régional sur les bioénergies* à Bamako, au Mali, en mars 2012 pour débattre des questions liées à la mise en place du programme bioénergétique dans la région. Le forum a adopté un cadre stratégique régional pour mettre en œuvre le programme. Des détails de ce cadre stratégique sont disponibles à l'adresse www.ecreee.org.

L'objectif général du cadre stratégique est de fixer des actions prioritaires pour donner la possibilité aux citoyens de la région de la CEDEAO de produire et d'utiliser une bioénergie moderne de manière durable, grâce à la création d'un environnement favorable. Le cadre stratégique régional sur la bioénergie vise à favoriser et à promouvoir les investissements nationaux et étrangers destinés à résoudre la pauvreté énergétique qui prévaut dans la région parmi les populations périurbaines ou rurales, sans pour autant nuire à la sécurité alimentaire et à l'environnement. La mise en œuvre du cadre stratégique doit tenir compte de la production locale de composants/dispositifs et de combustibles capables de stimuler le développement socio-économique à travers la création de valeur ajoutée et d'emplois.

AUTEUR

Bah F. M. Saho. Expert en énergies renouvelables.

www.ecreee.org

POTENTIEL ET PERSPECTIVES DE LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO

MAHAM KAPPIAH
CEREEC

MARTIN LUGMAYR
CEREEC-ONUDI

RÉSUMÉ

Selon la définition de la CEDEAO, la production d'une centrale de petite hydroélectricité est inférieure à 30 MW. Cette approche permet une harmonisation de tous les pays de la région, la compilation et le suivi des progrès en matière de petite hydroélectricité peuvent être réalisés au niveau régional. Dans le cadre de la Politique en matière d'énergies renouvelables de la CEDEAO (PERC) récemment adoptée, on estime que la petite hydroélectricité pourrait contribuer à hauteur de 787 MW (33%) en 2020 et 2 449 MW (32%) en 2030 aux objectifs régionaux en matière d'énergies renouvelables. Pour atteindre ces objectifs, le présent article décrit comment le potentiel de la petite hydroélectricité inexploité peut l'être en surmontant plusieurs obstacles à son développement dans la région de la CEDEAO.

Mots clés: petite hydroélectricité, CEDEAO.

1. CONTEXTE

1.1. DÉFINITION DE LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ DE LA CEDEAO

L'hydroélectricité, avec d'autres solutions à faible intensité carbone, constitue un outil approprié pour relever les défis liés à la sécurité énergétique, l'accès à l'énergie et l'atténuation du changement climatique dans la région de la CEDEAO, de manière simultanée et durable. Quelle que soit sa taille, l'hydroélectricité peut contribuer de manière significative à satisfaire les besoins en électricité des zones urbaines et périurbaines, mais aussi ceux des zones rurales isolées. Sa production peut être injectée dans les réseaux principaux ou dans les systèmes hors réseau pour approvisionner un ou plusieurs villages, y compris pour les utilisations productives dans les zones isolées. Les différentes catégories d'installations hydroélectriques dans la région de la CEDEAO sont définies ci-dessous :

TABLEAU 1
DÉFINITIONS DE L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE DE LA CEDEAO

TERMES	CAPACITÉ INSTALLÉE
Pico hydroélectricité	< 5 kW
Micro hydroélectricité	5 – 100 kW
Mini hydroélectricité (" MCH ")	100 – 1 000 kW (= 1 MW)
Petite hydroélectricité (normalement " PCH ")	" Petite hydroélectricité " 1 MW – 30 MW (!)
Moyenne hydroélectricité	30 MW – 100 MW
Grande hydroélectricité " GCH "	> 100 MW

En général, la limite supérieure de la "petite hydroélectricité" est 10 MW. Le présent programme applique une limite supérieure de 30 MW, car il entend inclure tous les "projets de petite hydroélectricité de la région ayant besoin d'appui". De nombreux sites potentiels en Afrique de l'Ouest d'une capacité supérieure à 10 MW ne sont pas développés pour plusieurs raisons, notamment, le manque d'accès au financement, et ont donc besoin d'aide. En raison des économies d'échelle, les projets de grande hydroélectricité sont

souvent rentables et peuvent donc facilement attirer les capitaux privés. Les petits projets d'hydroélectricité (sans réservoir) offrent l'avantage d'impacts environnemental et social souvent moins importants, mais en revanche, demandent davantage de promotion et d'assistance pour surmonter les obstacles, comme entre autres, un coût d'investissement plus élevé. Par conséquent, le programme sur la petite hydroélectricité est surtout, mais pas seulement, axé sur des projets d'une capacité inférieure à 30 MW. Néanmoins, si des projets de moyenne hydroélectricité (MCH), jusqu'à 100 MW, ont besoin d'appui, ils pourront en bénéficier. En parlant de "petite hydroélectricité" et en fixant une limite de 30 MW, il ne faut pas oublier que cette définition couvre une large gamme de systèmes différents:

- Systèmes "simplement" raccordés au réseau (en général dans la catégorie > 100 kW environ et plus souvent dans la catégorie du MW) qui injectent toute l'électricité produite dans un réseau plus important (national). Ils sont habituellement basés sur un contrat d'achat d'électricité garantissant que toute l'électricité produite peut être vendue à un tarif d'achat précisément défini. Ce fait, entraînant des facteurs de charge élevés, permet généralement d'exploiter une centrale de manière rentable. Cependant, étant donné les risques politiques, techniques et autres existants, de tels projets n'ont pas accès au financement (prêt ou capital) et ont donc besoin d'une aide pour leur mise en œuvre. Ce type de centrale fournissant de l'électricité au réseau national existant améliore fortement l'approvisionnement en électricité des foyers déjà raccordés. Excepté dans le cas où le réseau national est réellement étendu à de nouveaux consommateurs suite à une augmentation de la capacité de production. Mais, cela ne va pas toujours de soi.
- Systèmes de petite hydroélectricité "isolés" ne fournissant au réseau national qu'un excédent d'électricité. Cette situation survient généralement lorsqu'un système de petite hydroélectricité isolé à l'origine, fournissant de l'électricité à de nombreux foyers raccordés à un réseau isolé, est raccordé par la suite au réseau national dans le but de fournir l'excédent d'électricité qui N'EST PAS consommée localement. Ou encore, lorsque le propriétaire du

système convient dès le début d'alimenter les foyers ruraux à proximité AVANT de vendre un quelconque excédent. Le succès de ce système dépend du tarif payé par les foyers locaux comparé au tarif de rachat. Une forme très particulière, mais très efficace de réduire la pauvreté est un système raccordé au réseau détenu par la communauté. Dans ce cas, les gains issus de l'alimentation en électricité reviennent à cette même communauté.

- Systèmes (réellement) isolés (souvent dans la catégorie < 100 kW) fournissant de l'électricité à un mini-réseau isolé. Ces systèmes souffrent le plus souvent d'un facteur de charge relativement faible, car les foyers ruraux consomment surtout de l'électricité en soirée. Par conséquent, comparées au coût élevé de l'investissement, ces centrales isolées ne sont rentables qu'à long terme, si elles le sont un jour. Le facteur de charge peut être sensiblement amélioré si cette électricité est utilisée pour la production des industries à petite échelle, etc. Compte tenu du fait qu'ils sont destinés à approvisionner des foyers (ruraux) supplémentaires et probablement des industries de petite et moyenne taille, leur permettant de se libérer des prix souvent exorbitants du carburant pour les génératrices diesel, ces systèmes ont très souvent un impact réel sur la réduction de la pauvreté.

1.2. PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT POUR LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ

Au cours des décennies précédentes, les sociétés d'électricité de la CEDEAO se sont principalement intéressées à la grande hydroélectricité, plutôt qu'à la petite ou à la moyenne. Par conséquent, les capacités dans ces secteurs ont évolué de manière inégale. Le portefeuille des projets prioritaires de Système d'échange d'énergie en Afrique de L'Ouest (l'EEEOA) met l'accent exclusivement sur l'énergie hydroélectrique plus grande et plus compétitive. La petite hydroélectricité n'est pas prise en compte dans ses projections. L'EEEOA envisage de mettre en exécution 21 grands projets hydroélectriques d'une capacité globale de 7 GW d'ici 2020. Aussi, à l'échelle nationale, des pays comme le Ghana ou la Guinée se sont concentrés davantage sur le développement des grands sites

et les bailleurs de fonds internationaux, banques de développement et fonds d'investissement par exemple, ciblent les projets de grande capacité. Dans de nombreux cas, le minimum requis pour l'investissement exclut les projets de petites centrales hydroélectriques. En raison de l'impact environnemental et social important des grandes centrales hydroélectriques, la Petite Hydroélectricité (PH) a reçu une plus grande attention dans le contexte de l'effort pour favoriser l'accès universel aux services énergétiques dans les zones périurbaines et rurales. Le Livre blanc de la CEDEAO pour l'accès à l'énergie dans les zones périurbaines et rurales et la politique en matière d'énergies renouvelables de la CEDEAO (PERC) incluent l'utilisation du réseau et des solutions énergétiques renouvelables décentralisés dans leurs scénarios. Plus concrètement, la politique en matière d'énergies renouvelables de la CEDEAO vise à atteindre les objectifs suivants:

- Porter la part des énergies renouvelables (grandes centrales hydroélectriques incluses) dans l'ensemble du réseau de production d'électricité de la région de la CEDEAO à 35 % en 2020 et 48 % en 2030.
- Porter la part des "nouvelles énergies renouvelables", notamment l'éolien, le solaire, la petite hydroélectricité et la bioélectricité (sans les grandes centrales hydroélectriques) à 10% en 2020 et à 19% en 2030. Ces objectifs vont se traduire par l'installation de plus de 2 425 MW de capacité de production de sources renouvelables d'ici 2020 et de 7 606 MW à l'horizon 2030. On estime que la PH pourrait contribuer à hauteur de 787 MW (33%) en 2020 et 2 449 MW (32%) en 2030 dans ce supplément de capacités à installer.
- Pour fournir un accès universel aux services d'énergie, la PERC vise une fourniture en électricité à 75% de la population des zones rurales à travers des extensions du réseau et à 25% environ avec des énergies renouvelables provenant de mini-réseaux et de systèmes autonomes hybrides en 2030.
- En 2020, l'ensemble de la population de la CEDEAO aura accès à des appareils de cuisson plus perfectionnés, soit à travers des

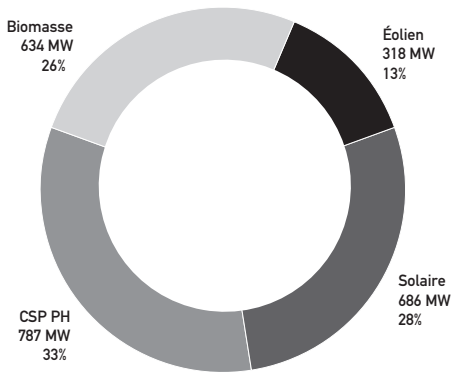
foyers améliorés ou le remplacement des combustibles par d'autres formes d'énergie modernes, comme le Gaz Liquéfié du pétrole (GLP).

- En 2030, près de 50% des centres de santé, 25% de tous les hôtels et des industries agroalimentaires ayant des besoins en eau chaude seront équipés de systèmes thermiques solaires.

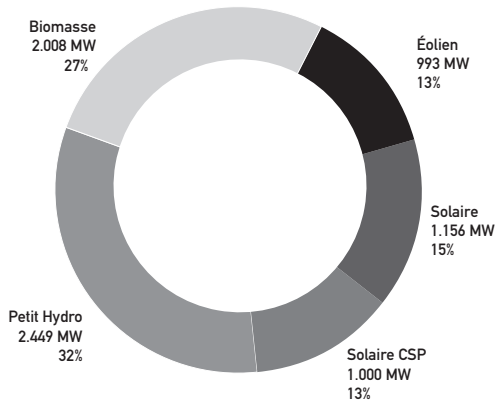
FIGURE 1

PETITE HYDROÉLECTRICITÉ ET RACCORDEMENT AU RÉSEAU DANS LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE EN MATIÈRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES DE LA CEDEAO

1.1. Capacité en énergies renouvelables installée en 2020
2.424 MW



1.2. Capacité en énergies renouvelables installée en 2030
7.606 MW



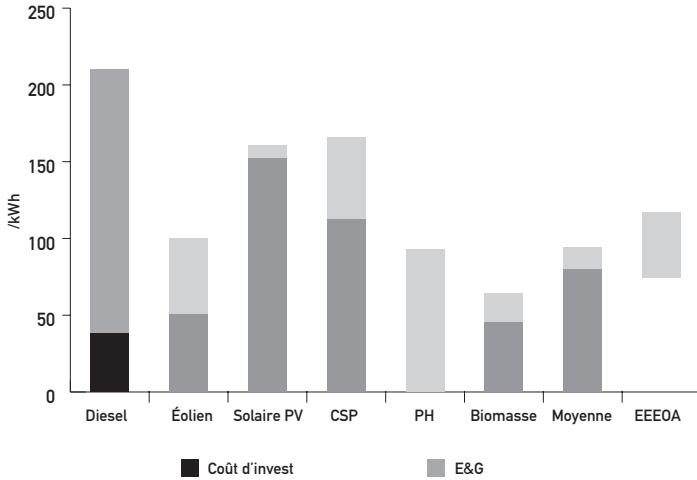
Une estimation des coûts dans le scénario de la PERC a démontré que la PH continue de figurer parmi les solutions d'énergies renouvelables les plus économiques. De plus, la technologie a fait ses preuves, est fiable et en mesure de fournir des capacités de production pour la charge de base dans certaines circonstances. La PH peut jouer un rôle important, en particulier dans les pays qui sont dépendants du diesel pour leur production d'électricité. Elle représente une solution pour contribuer à renforcer la sécurité énergétique des pays et à compléter leur approvisionnement, avec les importations par le biais du marché régional de l'EEEOA. Dans des conditions de prêts très concessionnels comme ceux de l'aide publique au développement (longues périodes de remboursement de 25 à 40 ans, faibles taux d'intérêt de 1,5 à 2 % et 5 à 10 ans de période de grâce), la PH peut s'avérer plus compétitive que l'électricité importée par l'intermédiaire du système de l'EEEOA.

Quelques pays de la CEDEAO, comme la Sierra Leone et Liberia, ont le potentiel pour devenir exportateurs d'électricité grâce à un développement de leurs potentiels hydroélectriques de petite et moyenne capacité.

FIGURE 2

LCOE POUR LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES EN 2020 DANS DES CONDITIONS DE FINANCEMENT

2.1. Coûts résultant de la production d'ER raccordées au réseau – Conditions commerciales



2.2. Coûts résultant de la production d'ER raccordées au réseau – Conditions de prêt à taux réduit

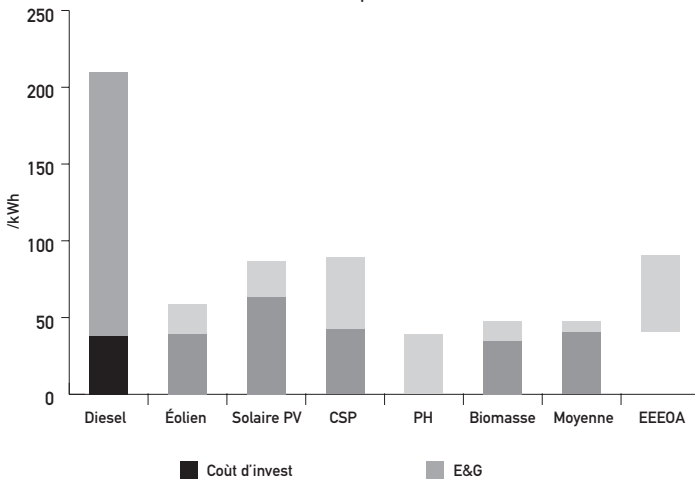
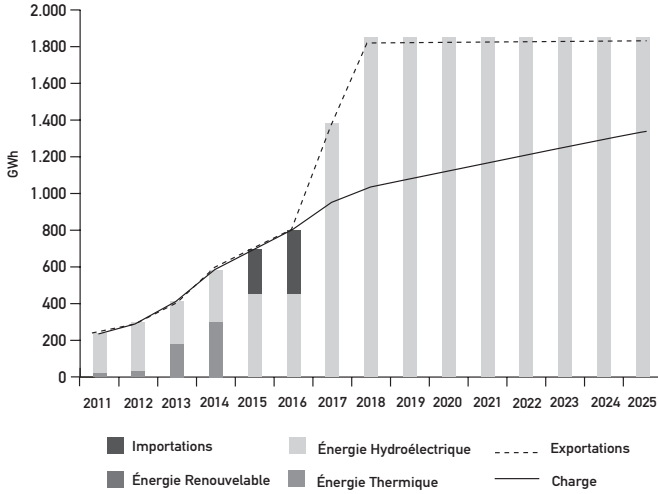
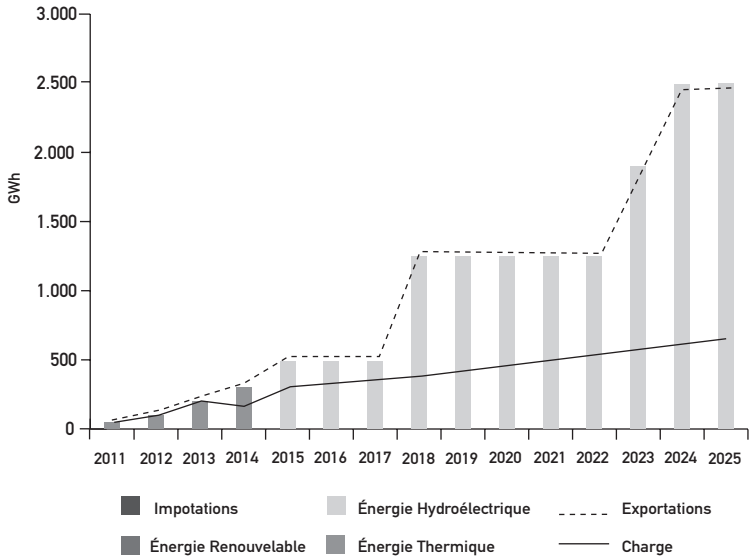


FIGURE 3
EXPORTATEURS D'HYDROÉLECTRICITÉ POTENTIELS DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO EN 2025

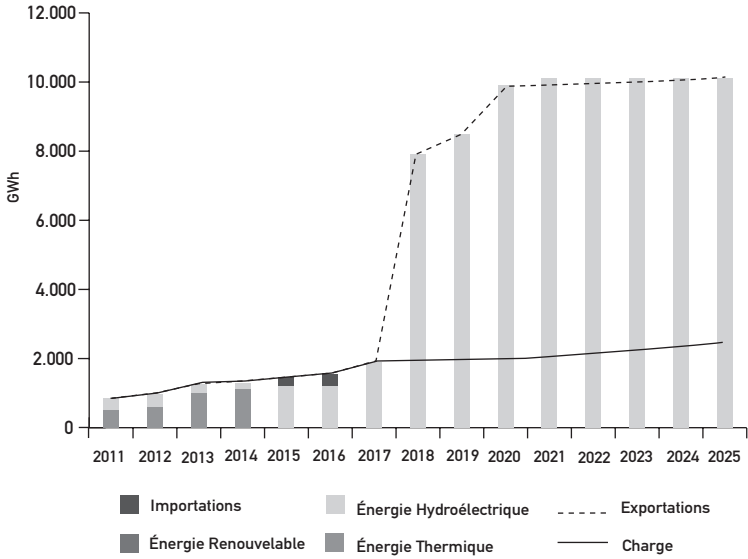
3.1. Sierra Leone



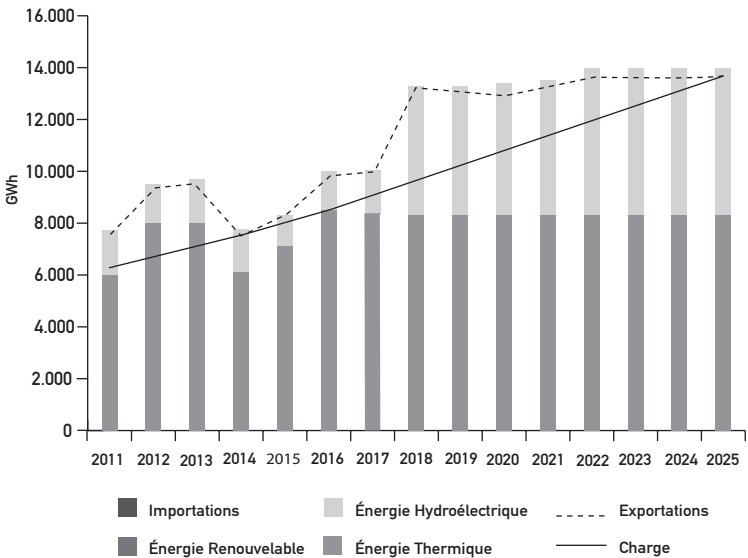
3.2. Liberia



3.3. Guinée

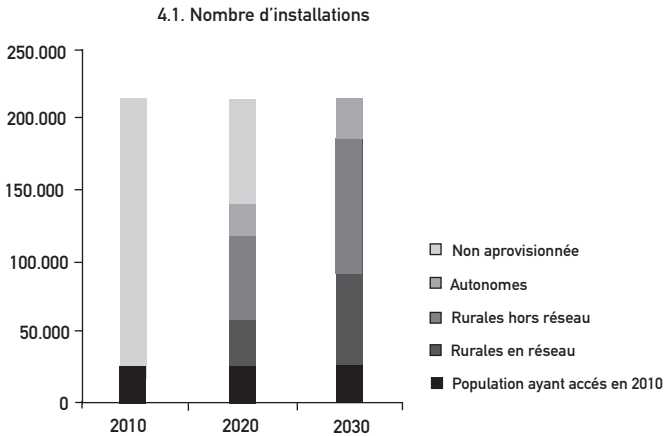


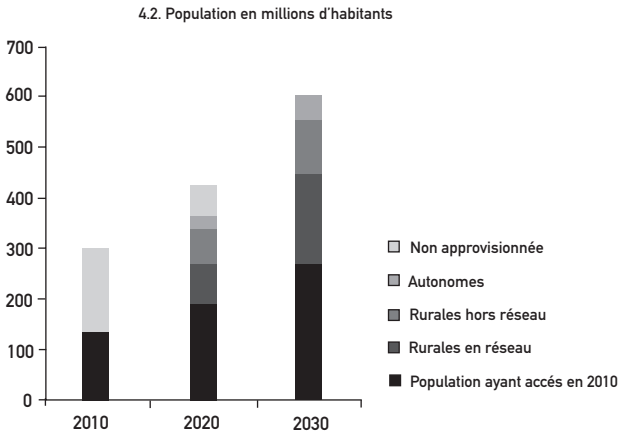
3.4. Côte d'Ivoire



La PH peut jouer un rôle important pour atteindre les objectifs de l'accès à l'énergie dans les zones isolées. La PERC vise une fourniture en électricité à 25% de la population des zones rurales en 2030 avec des solutions énergétiques décentralisées (les mini-réseaux et les systèmes autonomes). La politique prévoit l'installation de 60 000 mini-réseaux autonomes d'ici 2020 et 68 000 entre 2020 et 2030. Une partie des mini-réseaux pourrait être alimentée par des systèmes PH d'une façon rentable (par rapport à des générateurs diesel et d'autres options renouvelables).

FIGURE 4
SCÉNARIOS DE LA DISTRIBUTION CENTRALISÉE ET DÉCENTRALISÉE DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LA RÉGION CEDEAO





1.3. CADRE INSTITUTIONNEL NATIONAL ET RÉGIONAL

Dans de nombreux pays de la CEDEAO, le domaine de compétences et le cadre institutionnel de la PH ne sont pas très clairs. De nombreux problèmes sont soulevés en raison du chevauchement des mandats et des conflits de compétences entre différents ministères et intervenants (consulter les présentations et les rapports des pays). Au niveau régional, le mandat du Système D'Échanges D'Énergies Électriques Ouest-Africain (EEEOA) couvre le développement de la grande hydroélectricité (> 100 MW) dans le contexte de la création d'un marché régional d'électricité. Au cours des années suivantes, deux institutions régionales, qui intègrent la PH dans leurs mandats ont été créées:

- En 2006, le centre de l'ONUDI pour le Développement de la Petite Hydroélectricité a été établi à Abuja, au Nigéria.
- En 2010, le Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et L'Efficacité Énergétique de la CEDEAO (CERECEC) a été créé par la Commission de la CEDEAO avec l'appui des Gouvernements autrichien et espagnol, et le soutien technique de l'ONUDI.

Le CEREEC, en coopération avec l'ONUDI, devrait prendre l'initiative pour la mise en œuvre du Programme PH de la CEDEAO. Le Centre de L'ONUDI pour le Développement de la Petite Hydroélectricité, situé à Abuja, connaît actuellement une évolution qui en fera un prestataire privé de services d'hydroélectricité, qui pourrait fournir une assistance technique pour la mise en œuvre du programme PH. Concernant l'évaluation du potentiel de la petite hydroélectricité, une coopération avec l'ESMAP (Programme D'Assistance à la Gestion du Secteur Énergétique) est prévue.

1.4. LES OBSTACLES AU DÉVELOPPEMENT DE LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO

À ce jour, les pays de la CEDEAO tirent peu avantage des opportunités techniques et économiques de leur potentiel hydroélectrique. Ceci est particulièrement vrai dans le cas de la petite hydroélectricité. Les développeurs de PH sont confrontés à de multiples défis dont la plupart sont le reflet des obstacles à l'adoption des technologies d'énergies renouvelables dans la région. Les principales contraintes au développement de la PH dans la CEDEAO peuvent être résumées ainsi:

- *Les obstacles politiques et institutionnels*: il y a un manque de politiques énergétiques et de réglementations en cohérence avec les allocations budgétaires pour créer un environnement propice à l'investissement et aux affaires dans la PH. La plupart des pays de la CEDEAO n'insistent pas assez sur l'importance de la PH dans leurs politiques énergétiques nationales et leurs stratégies d'électrification rurale. Dans certains des pays, la PH n'est pas prise en compte dans les dispositions réglementaires en faveur du développement de l'hydroélectricité. Les autres contraintes sont le rôle monopolistique des compagnies d'électricité nationales et les incertitudes pour les producteurs privés indépendants (PPI). Il n'existe aucune politique particulière de soutien à la PH. Des équipements de mauvaise qualité entrent dans le marché en raison de l'absence de normes de qualité et de certification.

- *Les obstacles financiers*: il existe très peu de modèles de financement adaptés aux particularités des projets PH, c'est à dire des coûts élevés de l'investissement initial et des coûts faibles de maintenance et de fonctionnement. Une autre contrainte à l'investissement dans les petites centrales hydroélectriques (PCH) est le manque de volonté et de moyens des populations dans les zones rurales pour payer le service fourni. Le plus petit des ouvrages de PH, réalisable avec quelques milliers d'euros, devient un projet coûteux pour les populations démunies. En raison de la nature complexe de la PH, une expérience dans la planification et la mise en œuvre des projets est nécessaire pour éviter la perte de temps et de ressources durant la phase de construction. Les risques techniques, commerciaux et politiques ont un impact certain sur la viabilité financière des projets de PH. Les organismes de crédit locaux et les banques de développement, en général, ne fournissent pas de prêts à long terme et demandent des garanties élevées (les projets de PH avec de telles garanties sont encore très rares). Les grandes centrales hydroélectriques qui alimentent le réseau en électricité et qui ont souvent des coûts d'investissements standards ont moins de difficultés à attirer des capitaux d'investissement. Pour les systèmes de PH, les financements carbone (par exemple MDP) sont difficilement accessibles et l'évaluation du risque-capital dans les études de faisabilité est rare.
- *Les obstacles techniques*: la plupart des sites PH de bonne qualité sont situés dans des zones reculées. Les contraintes d'infrastructure, notamment l'accès aux routes et aux lignes de transport rendent ces sites difficiles à développer. Les risques techniques incluent également les incertitudes hydrologiques et géologiques ainsi que les impacts imprévisibles des changements climatiques. La faible demande en électricité dans les zones rurales est un défi technique à prendre en compte dans les ouvrages de PH hors réseau (facteur de charge faible). Enfin, les pays de la CEDEAO ont des difficultés à accéder à des technologies de qualité, adaptées à leur environnement, notamment dans les catégories pico, micro et mini-centrales hydroélectriques. Il y a un besoin de transfert de technologie.
- *Les obstacles au renforcement des capacités*: les institutions publiques telles que les ministères, les instances réglementaires et

les administrations de district disposent souvent de compétences insuffisantes pour concevoir, mettre en œuvre et réviser les politiques et réglementations en matière de PH. Au niveau technique, les capacités à planifier, à construire et à gérer des projets de PH sont très faibles. La plupart des pays ne disposent pas de spécialisation pour réaliser des études de faisabilité de qualité (la conception détaillée et l'analyse financière des avantages et des coûts des projets de PH, par exemple). La plupart des pays de la CEDEAO ne disposent pas de fabriques de turbines, y compris les petites, ou de pièces essentielles à la maintenance des structures. Les organismes de crédit locaux et les investisseurs sont réticents, car ils manquent d'expertise pour évaluer les projets de PH.

- *Les obstacles à la gestion de connaissance et à la sensibilisation*: un autre défi important est la non-disponibilité des connaissances et le manque de sensibilisation sur les coûts des projets de PH, les potentialités et les avantages de l'électrification rurale. Les services publics sont plus focalisés sur la grande hydroélectricité que sur les systèmes plus petits qui sont plus coûteux. Les données publiques sur les ressources et les sites de projet de PH ne sont pas toujours disponibles. Ce manque de données de base solides (données hydrologiques, géographiques, géologiques, saisonnières par exemple, et à long terme des données plus conséquentes) est un obstacle majeur pour les investisseurs privés dans le secteur. Dans la plupart des cas, des cartes détaillées et Système D'information Géographique (SIG) ne sont pas disponibles et les stations de jaugeage manquent. Le changement climatique, la déforestation, l'avancée de l'érosion et la faible capacité de stockage des zones de captage rendent également plus risqué l'investissement dans des systèmes hydroélectriques.

1.5. POTENTIEL DE LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ DANS LES PAYS DE LA CEDEAO

Outre d'importantes ressources en combustibles fossiles (notamment, pétrole et gaz) les pays de la CEDEAO peuvent compter sur un large éventail de sources énergétiques renouvelables encore inexploitées et sur un potentiel en économies d'énergie dans divers secteurs:

- Il existe un bon potentiel pour toutes les formes de bioénergie dans la région de la CEDEAO. La biomasse traditionnelle constitue déjà la principale source d'énergie pour la majorité des populations démunies et compte pour 80 % de l'énergie totale consommée à des fins domestiques;
- Certains pays de la CEDEAO disposent également d'autres sources énergétiques renouvelables au potentiel considérable comme le vent, l'énergie marémotrice, l'énergie thermique des mers et des vagues;
- La région dispose d'un vaste potentiel en énergie solaire avec des moyennes de rayonnement très élevées allant de 5 à 6 kWh/m², constantes sur toute l'année;
- Il est possible d'améliorer de manière significative l'efficacité au niveau de la demande et de l'offre énergétique dans plusieurs secteurs et domaines d'activités (le bâtiment, l'industrie, les appareils électroménagers, la production et le transport d'énergie, etc.). Dans le secteur de l'énergie, les pertes d'ordre techniques et commerciales (le vol, les opérateurs illégaux, etc.) se situent entre 20 et 40% (en comparaison des 7% à 10% en Amérique du Nord et Europe de l'Ouest). Selon les estimations, en Afrique de l'Ouest, environ 30% de la production totale d'électricité sont consommés par le secteur du bâtiment.

Le potentiel global hydroélectrique (petite, moyenne et grande capacité) des quinze pays de la CEDEAO est estimé à environ 25 000 MW dont environ 16% seulement sont exploités. Près de la moitié du potentiel en grande hydroélectricité existant (environ 11,5 GW) a été évalué techniquement et économiquement, dans le cadre de l'élaboration du Plan Directeur 2011 du Système D'Échanges D'Énergie Électrique Ouest Africain (EEEOA). Enfin, un portefeuille de 21 grands projets hydroélectriques d'une capacité totale de 7 GW a été approuvé pour exécution par l'EEEOA. Il est prévu que l'hydroélectricité comptera pour 25% de la capacité électrique totale installée dans la région CEDEAO en 2025 et pour 29% à l'horizon 2030. La mise en œuvre du portefeuille de projets de l'EEEOA, avec les lignes d'interconnexions nécessaires, facilitera le

commerce énergétique régional et abaissera les coûts de production de l'électricité et les tarifs pour les usagers finaux, spécialement dans les pays fortement dépendants du diesel, qui est très couteux.

FIGURE 5

PORTEFEUILLE DE PROJETS DE GRANDE HYDROÉLECTRICITÉ DE L'EEEOA

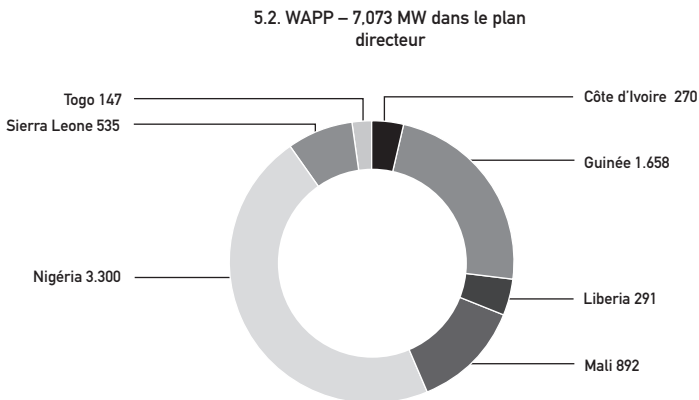
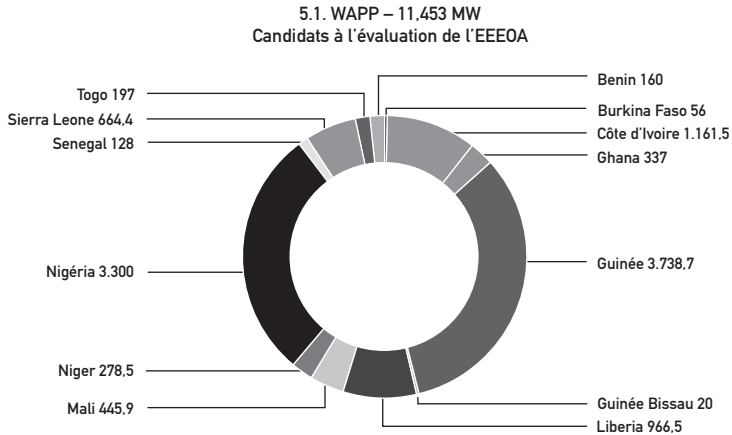


TABLEAU 2

POTENTIEL DES SITES DE PH DANS LES PAYS DE LA CEDEAO

	SITES ≤ 30 MW	
	Nombre de sites	Capacité [MW]
Togo	9	206
Bénin	99	305
Burkina Faso	<70	52-138
Niger	4	5
Mali	16	117
Nigéria	97	414
Ghana	85	110
Sierra Leone	17	330
Gambie	?	?
Côte d'Ivoire	5	59
Guinée Bissau	2-4	about 48
Guinée	18	107
Sénégal	-	-
Liberia	30	86
Total	483	1.882

Les estimations du potentiel de petite hydroélectricité (jusqu'à 30 MW) dans la région de la CEDEAO diffèrent selon les sources et manquent de fiabilité. Elles se situent entre 1 700 MW et 5 700 MW pour le potentiel exploitable. L'estimation inférieure tient compte des données fournies par les pays de la CEDEAO lors de l'inventaire fait par le CEREED en préparation de l'atelier. Le tableau ci-dessous fournit un aperçu du potentiel de la "petite hydroélectricité" (≤ 30 MW) et du potentiel global dans les pays de la région. Dans la catégorie ≤ 30 MW, seuls sont pris en compte les sites figurant dans plusieurs études et rapports des pays.

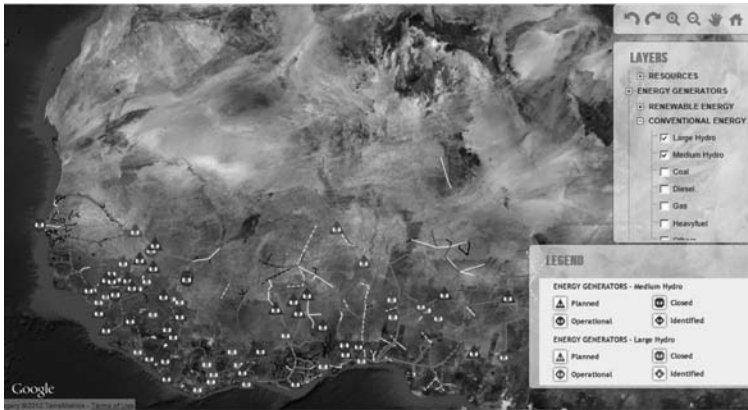
IMAGE 1

PORTEFEUILLE DE PROJETS DE GRANDE HYDROÉLECTRICITÉ DE L'EEEOA



IMAGE 2

CARTE SIG AVEC DES SITES DE PH CHOISIS DANS LA RÉGION DE LA CEDEAO



En raison de l'absence des données hydrologiques des pays, il est difficile de donner un aperçu complet de la situation actuelle. Dans de nombreux pays, les inventaires réalisés au cours des décennies passées n'ont jamais été mis à jour et les stations de jaugeage n'existent plus. La plupart des évaluations de ressources

ont été réalisées au cours des années 1970, 1980 et 1990 par des consultants étrangers (par exemple la société Électricité de France dans les pays francophones) et même si l'expertise régionale est présente, il y a des lacunes à combler en matière d'évaluation des ressources hydroélectriques.

De nombreux pays de la CEDEAO disposent d'un potentiel de petite hydroélectricité raisonnable, mais très largement inexploité. Le programme de la petite hydroélectricité doit être orienté sur la mise en œuvre de mesures concrètes visant à fomentier l'utilisation générale des ressources inexploitées pour l'électrification rurale, dans le but ultime de réduire la pauvreté. Pour ce faire, toute activité doit être évaluée en fonction de sa contribution à une valeur ajoutée locale: augmentation des capacités et des compétences locales, électrification de foyers ruraux supplémentaires et de petites industries, possibilité de planification, mise en œuvre et exploitation de la PH par des spécialistes locaux, etc. Les chapitres suivants présentent de façon détaillée la situation spécifique de chaque pays de la CEDEAO en matière de petite hydroélectricité.

1.6. LEÇONS APPRISSES

Les conclusions et les leçons apprises suivantes ont été rédigées à l'issu du débat dans le cadre de l'atelier de validation organisé du 16 au 20 avril 2012 à Monrovia, au Liberia, et du rapport de référence sur la petite hydroélectricité. Elles ont été intégrées à la conception du programme.

Le succès du développement de la petite hydroélectricité dépend d'un approvisionnement en eau fiable. Pour lancer le développement de ce type de système sur les sites les plus prometteurs (avec un ruissellement fiable tout au long de l'année), une bonne base de données hydrologique est nécessaire. C'est pourquoi un nombre suffisant de "scouts hydro" bien formés et dotés d'un bon équipement de mesure et d'un savoir-faire sur le traitement et l'évaluation des données doit être prêt à "être en service" dès que possible. L'analyse des divers documents et les débats au cours de l'atelier sur la PH à Monrovia ont clairement montré que plusieurs

sites identifiés devront être réévalués. Une campagne de recensement exhaustive pour la collecte des données a été mise en place et un renforcement global des capacités (formation pratique sur la façon de mesurer le ruissellement et la charge d'eau) sera nécessaire.

1. La sensibilisation sur la protection de bassin versant est une question cruciale pour éviter une nouvelle détérioration des régimes de ruissellement et la désertification.
2. L'accès au financement est souvent considéré comme une contrainte dans la planification et la mise en œuvre des systèmes hydroélectriques. Cependant, l'accès à l'emprunt et au capital, ainsi que l'accès aux subventions demandent des propositions de projets convaincantes qui présentent les informations cruciales, formulées de façon concise. Beaucoup de descriptions de projet analysées pour le présent rapport manquent d'informations très importantes. Une norme pour l'évaluation/pré faisabilité du site, mais aussi les études de faisabilité doit être établie (en fonction de l'ampleur du projet), expliquée et diffusée pendant les sessions de formation.

La plupart des études disponibles, à l'exception du Nigéria et, dans une certaine mesure, du Ghana, ont été élaborées par des organisations/sociétés internationales. De la même façon, de nombreuses centrales déjà en place ont été mises en œuvre par des sociétés étrangères. Ce manque de planification locale et de capacité de mise en œuvre constitue l'un des principaux obstacles au développement de la petite hydroélectricité dans la région de la CEDEAO et doit être abordé par le programme. La meilleure façon de transmettre les connaissances en matière de planification, mise en œuvre et fonctionnement de systèmes de petite hydroélectricité est la réalisation commune de quelques centrales pilotes favorisant le véritable "enseignement par l'objet".

3. Les analyses ont montré que certaines centrales hydroélectriques sont en mauvais état et nécessitent une rénovation. Pour un fonctionnement durable, le renforcement des capacités sur les questions tant techniques que de gestion est de la plus haute importance et devrait faire partie du programme sur la petite hydroélectricité. Un autre problème à résoudre est la disponibilité des pièces de rechange et l'accès à des services de réparation réalisés par des professionnels. Un réseau régional d'ateliers professionnels

bien formés, notamment sur la fabrication de turbines, la réparation et la production de pièces de rechange doit être mis en œuvre par la formation du personnel des ateliers mécaniques.

4. Les sessions de formation et de renforcement des capacités devraient être liées à l'élaboration de directives et de manuels appropriés, adaptés aux conditions locales et au niveau de compréhension des groupes cibles respectifs (lesquels varient très probablement d'un pays à l'autre).

Une évaluation des besoins en capacités effectuée pour le compte du CEREEC en 2012 a révélé que dans de nombreux pays, les établissements d'enseignement ont déjà inclus les énergies renouvelables dans leurs programmes. Lors de plusieurs entretiens avec des parties prenantes, celles-ci ont insisté sur le fait que les formations, les ateliers, etc. quels qu'ils soient devraient intégrer particulièrement les écoles de formation professionnelle dans les pays de la région de la CEDEAO et que le principe de la "formation des formateurs" devait être respecté. Concernant le renforcement des capacités, le Centre Régional de l'ONUDI pour la Petite Hydroélectricité, à Abuja, et d'autres centres de formation nationaux (notamment *KNUST*, *zie*) pourraient jouer un rôle important. Le Centre Régional de l'ONUDI pour la Petite Hydroélectricité pourrait travailler en tant que prestataire de services en étroite collaboration avec le CEREEC dans ce contexte.

5. Compte tenu de l'absence générale de savoir-faire et d'expérience dans le domaine de la petite hydroélectricité, il est important de fixer des objectifs réalistes pour le programme sur la petite hydroélectricité. En ce qui concerne les compétences en matière de planification et de mise en œuvre techniques, le renforcement des capacités devrait se limiter aux systèmes inférieurs à environ 500 kW et distinguer clairement entre les centrales isolées et celles raccordées au réseau (puisque les deux requièrent des normes techniques relativement différentes). En ce qui concerne le renforcement des capacités sur les aspects juridiques et réglementaires, notamment les conditions des concessions, des contrats et la formulation d'AAE, le renforcement des capacités devrait également couvrir les systèmes de petite hydroélectricité dans la catégorie au-delà de 500 KW jusqu'à environ 30 MW.

6. Les barrières linguistiques doivent impérativement être prises en compte pour toutes les activités en vertu du programme de petite hydroélectricité.

L'échange d'expériences entre les pays de la CEDEAO doit être une valeur ajoutée claire de "l'approche régionale". Même si un pays donné ne dispose pas du nombre critique de systèmes hydroélectriques qui justifie le démarrage d'un atelier de turbine, il doit pouvoir bénéficier de la disponibilité des compétences dans les pays voisins de la CEDEAO. Le programme sur la petite hydroélectricité devrait faciliter l'échange d'expériences non seulement sur les questions techniques, légales et politiques, mais aussi sur l'échec et la réussite des systèmes de gestion différents (notamment, les coopératives communautaires villageoises au Burkina Faso). Les institutions spécialisées dans l'électrification rurale qui existent déjà dans plusieurs pays (AMADER/Mali, ABERME/Bénin, etc.) pourraient devenir des points focaux d'échange d'informations. Dans plusieurs cas, l'échec des systèmes hydroélectriques est dû aux difficultés politiques au niveau national. Dans de telles situations, le fonctionnement décentralisé et la gestion des systèmes de petite hydroélectricité réalisés par une équipe locale constituent la solution la plus "solide", car elle garantit une certaine indépendance.

7. La plupart des pays ont déjà libéralisé le secteur de l'énergie, mais l'absence de responsabilités claires, d'un organisme de réglementation solide et de procédures simplifiées pour le développement de la petite hydroélectricité demeure toujours un obstacle. En particulier, la définition des limites de capacité en deçà desquelles des procédures simplifiées peuvent être appliquées est cruciale pour le développement de systèmes isolés de très petites dimensions. Le cadre juridique et réglementaire doit être adapté au développement de la petite hydroélectricité de différentes tailles.
8. L'analyse a montré que les conditions-cadres sont très différentes dans plusieurs pays de la CEDEAO (identification des sites, expérience dans l'hydroélectricité, niveau moyen d'instruction, conditions légales et réglementaires, développement du secteur privé, accès au financement, etc.). L'ensemble des activités

- prévues dans le cadre du programme de PH devrait tenir compte, autant que possible, de ces différences.
9. Bien que certains pays et déjà d'un cadre légal et réglementaire (théoriquement) bien établi, la volonté politique pour sa mise en œuvre est encore absente. Par conséquent, une sensibilisation aux différents niveaux politiques est une activité importante qui doit être prise en compte.
 10. En particulier pour les systèmes de petite hydroélectricité isolés qui ont un facteur de charge relativement faible et NE Sont Donc PAS Rentables, la subvention totale du coût d'investissement est indispensable. En règle générale, le régime tarifaire appliqué (pour les systèmes isolés) devrait au moins couvrir les coûts d'exploitation et de gestion (E&G). Même si l'investissement est subventionné, ces coûts NE Doivent PAS être aidés, dans le but d'assurer une exploitation durable et indépendante. Le programme PH devrait prendre en compte une telle subvention du coût d'investissement.

AUTEURS

Mahama Kappiah. Directeur exécutif en CEREEC.

Martin Lugmayr. Expert en énergies renouvelables dans le CEREEC/ONUDI.

www.ecreee.org

www.unido.org

LE PROGRAMME DE LA CEDEAO SUR LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ (SSHP) (2013-2018)

MAHAMA KAPPIAH
CEREEC

MARTIN LUGMAYR
CEREEC-UNIDO

Le Programme de la CEDEAO sur la Petite Hydroélectricité a été adopté en octobre 2012 par les Ministres de l'Énergie de la CEDEAO et sera mis en œuvre sur la période 2013-2018. Ce programme a pour but de contribuer à un accès étendu à des services énergétiques modernes, abordables et fiables, à la sécurité énergétique et à l'atténuation des effets négatifs externes des réseaux énergétiques (notamment, les émissions de gaz à effet de serre et la pollution locale) par la mise en place d'un environnement favorisant les investissements et les marchés dans le secteur de la petite hydroélectricité dans la région de la CEDEAO. Le programme constitue une action prioritaire dans le cadre de l'initiative SE4ALL pour l'Afrique de l'Ouest et recherchera des synergies pour le Programme Stratégique du Fonds pour L'Environnement Mondial pour l'Afrique de l'Ouest.

Le programme sur la petite hydroélectricité contribue aux objectifs de la politique de la CEDEAO en matière d'énergies renouvelables visant à porter la part de ces dernières (sauf la grande hydroélectricité) dans la production globale d'électricité à 10% en 2020 et 19% en 2030. Ces objectifs devraient se traduire par l'installation d'une capacité supplémentaire à partir d'énergies renouvelables de 2425 MW en 2020 et 7606 MW en 2030. Selon les estimations, la contribution de la petite hydroélectricité à cette

capacité supplémentaire devrait s'élever à 787 MW (33%) en 2020 et 2449 MW (32%) en 2030. Le programme sur la petite hydroélectricité contribue également aux objectifs fixés dans le Livre blanc de la CEDEAO sur l'accès aux énergies dans les zones périurbaines et rurales. Il est prévu qu'en 2030, près de 25% de la population rurale soit approvisionnée par des mini-réseaux alimentés par des sources d'énergie renouvelable, totalement ou en partie. Le programme sur la petite hydroélectricité constitue le complément du Plan Directeur du WAPP, essentiellement axé sur l'expansion de la ligne de transport et de la production à partir de gaz naturel et de grande hydroélectricité.

Les quatre objectifs majeurs visés par le programme de la CEDEAO sur la petite hydroélectricité sont les suivants:

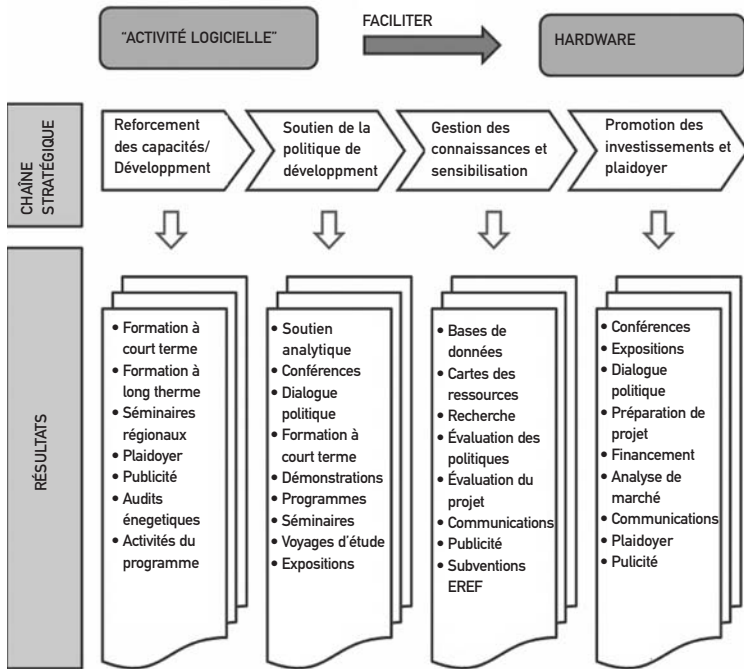
- a) Renforcement des cadres politique et réglementaire du programme sur la petite hydroélectricité.
- b) Renforcement et mise en œuvre des différents catalyseurs du marché.
- c) Renforcement de la gestion des connaissances et de la sensibilisation sur la base du programme sur la petite hydroélectricité.
- d) Promotion des investissements et des entreprises dans le cadre du programme sur la petite hydroélectricité.

En 2018, les résultats du programme seront les suivants:

- a) En 2018, au moins 35 projets (nouveaux projets ou réaménagements) dans plusieurs types de capacités jusqu'à 30 MW se trouvent au stade de l'étude de faisabilité et au moins 5 au stade de la clôture financière. Les projets seront identifiés à travers des appels d'offres annuels du Fonds pour les Énergies Renouvelables de la CEDEAO.
- b) Au moins 5 projets liés à la petite hydroélectricité (<100 kW) sont en exploitation et – au cours de leur planification et mise en œuvre – ont servi de projets de démonstration pour le renforcement des compétences.
- c) Au moins 2 projets de réaménagement (<200 kW) sont identifiés et réalisés.

- d) Au moins 10 sociétés ont commencé à fournir plusieurs services liés aux programmes sur la petite hydroélectricité (planification, exploitation, réparation, etc.).
- e) Les obstacles liés à la mise en œuvre et à l'exploitation du projet sur la petite hydroélectricité, aux cadres politiques et juridiques actuels et aux rôles et défaillances des parties prenantes principales sont compris et des recommandations visant à appliquer des améliorations sont élaborées et débattues.
- f) Les pays de la CEDEAO ont effectivement amélioré leur cadre légal (réduction de la pauvreté, impact du programme sur la petite hydroélectricité clairement établi dans le cadre légal, tarifs de rachat définis, procédure d'obtention des licences transparente, etc.) et le programme sur la petite hydroélectricité est devenu une partie intégrante des documents de planification de la CEDEAO/WAPP.
- g) Une stratégie relative à la capacité de développement est élaborée et les initiatives et projets liés au programme sur la petite hydroélectricité reposent sur une expertise locale des secteurs public et privé (avec une aide internationale limitée).
- h) Des directives relatives à la qualité sont présentées au cours des formations et sont généralement appliquées pour le développement et la mise en œuvre des projets du programme sur la petite hydroélectricité.
- i) Partage facilité des connaissances liées aux aspects du programme sur la petite hydroélectricité à travers l'Observatoire pour les Énergies Renouvelables et L'Efficacité Énergétique de la CEDEAO (ECOWREX). Les outils et les contenus fournis sont utilisés.
- j) Une base d'information sur les ressources et les sites pertinents pour le programme sur la petite hydroélectricité est créée et facilite le développement et la mise en œuvre de programmes et de projets dans ce domaine.
- k) Une stratégie de communication visant à la diffusion des progrès et à la sensibilisation sur les opportunités dans le cadre du programme sur la petite hydroélectricité est élaborée et mise en œuvre.
- l) Le CEREEC est établi en tant que centre d'excellence dans le secteur de la petite hydroélectricité.

FIGURE 1
RÉSULTATS DU PROGRAMME SUR LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ DE LA CFDEAO

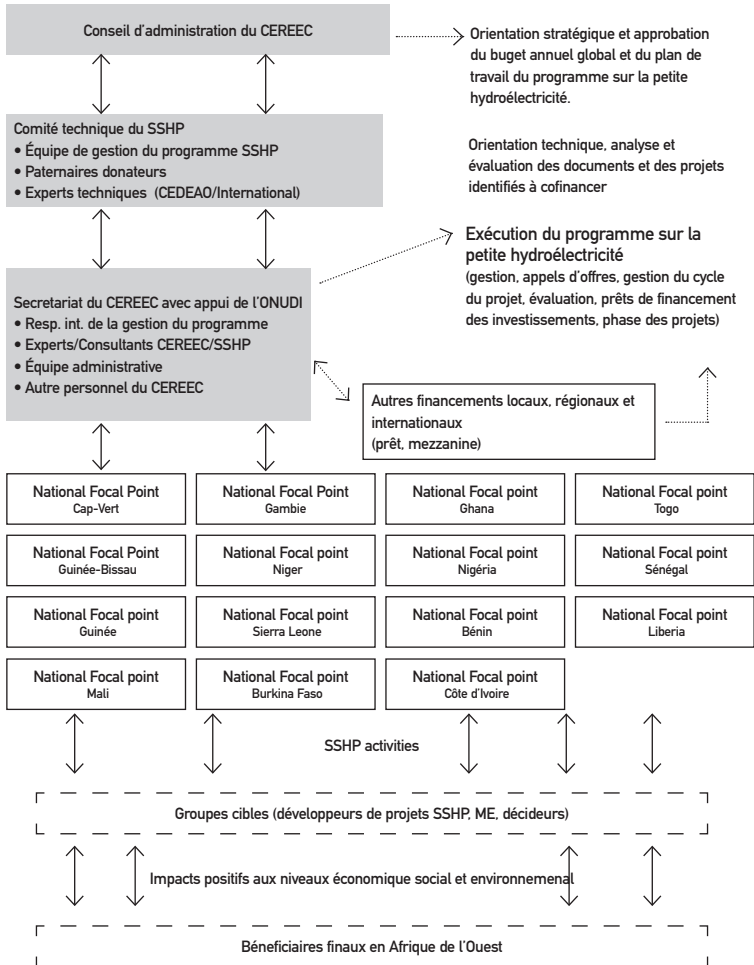


Le programme sur la petite hydroélectricité sera géré par le secrétariat du CERECC en étroite collaboration avec L'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI). Celle-ci générera des synergies pour les projets de mini-réseaux du programme sur la petite hydroélectricité dans le cadre du Programme Stratégique du Fonds pour L'Environnement Mondial pour L'Afrique de L'Ouest (SPWA). D'autres partenaires sont invités à les rejoindre. Ils seront responsables de la gestion du programme (par ex., gestion du cycle du projet, évaluation et garantie de qualité des projets soutenus, responsabilité financière). L'équipe de gestion du programme, constituée d'un responsable international, d'experts techniques locaux et d'assistants administratifs, mettra en œuvre les activités conformément au document du projet et aux

plans de travail annuels. Afin de stimuler le marché, la plupart des activités seront exécutées par des personnes privées, recrutées par des appels à la concurrence ou des appels d'offres.

FIGURE 2

MISE EN ŒUVRE DE LA STRUCTURE DU PROGRAMME SUR LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ



Le programme sur la petite hydroélectricité est régi par le Conseil d'administration (CA) du CEREEC et un Comité technique spécial (CT) constitué d'experts nationaux et internationaux du programme. Les organismes seront chargés de la révision et de l'approbation des plans annuels, du suivi des budgets et des rapports financiers liés au programme. De plus, une orientation stratégique et une assistance technique pour les projets soutenus seront fournies. Le programme sur la petite hydroélectricité bénéficiera pleinement du réseau établi par le CEREEC d'institutions nationales de référence (INR) dans tous les pays de la CEDEAO et le Centre International sur la Petite Hydroélectricité de l'ONUDI (IC-SHP) basé à Abuja, au Nigéria. Les besoins financiers pour la mise en œuvre de la première phase du programme sur la petite hydroélectricité du CEREEC sont estimés à 15,5 millions d'euros pour la période 2013-2018.

AUTEURS

Mahama Kappiah. Directeur exécutif en CEREEC.

Martin Lugmayr. Expert en énergies renouvelables dans le CEREEC/ONUDI.

www.ecreee.org

www.onudi.org

PROJET ÉOLIEN DE SANTO ANTÃO – LE PREMIER IPP AU CAP VERT

DANIEL GRAÇA
ELECTRIC

RÉSUMÉ

Le Parc Éolien de Santo Antão est relié à un système électrique isolé et de petite dimension, ce qui pose des problèmes spécifiques d'exploration. Sa performance opérationnelle, le long des premiers douze mois de fonctionnement, a été satisfaisante, bien qu'elle puisse encore s'améliorer. La performance financière a été également positive tant pour le pays, que pour le Promoteur et pour la compagnie électrique.

1. CONCEPTION ET MONTAGE DU PROJET

Le Cap Vert étant un pays composé de neuf îles habitées, le promoteur du projet a établi comme stratégie fondamentale se diriger vers les îles avec des systèmes électriques de moindre ampleur, lesquelles, jusqu'à maintenant, n'ont pas éveillé l'intérêt des grands investisseurs internationaux. L'Île de Santo Antão a été choisie, mais, dans un futur proche, on prévoit d'étendre ce projet à d'autres îles ayant une population similaire. Ce projet prétend aussi créer et consolider une capacité technique nationale en ce qui concerne la conception, l'implémentation et la

gestion opérationnelle des Parcs Éoliens de petite et moyenne dimension.

Le projet du Parc Éolien de Santo Antão a été cofinancé par le gouvernement du Royaume des Pays-Bas dans le cadre du Programme PSOM/PSI, dont l'objectif est de promouvoir les partenariats entre les hommes d'affaires néerlandais et les entrepreneurs des pays émergents. Une société de joint-venture de droit cap-verdien, avec une entreprise cap-verdienne et une hollandaise, a été constituée pour l'exécution et l'exploitation du Projet. Cette dernière a obtenu un Permis d'Établissement de Producteur d'Énergie Indépendant (IPP). Avant l'entrée en fonctionnement, on a établi et signé un contrat d'achat et de vente d'énergie électrique produite par le Parc Éolien, fixant des prix inférieurs au tarif national en vigueur.

Le Parc Éolien est connecté à un réseau isolé de l'Île de Santo Antão, fourni par une Central Diesel, avec 4 petits groupes diesel, totalisant une puissance installée de 3 800 kW. En 2010, avant l'entrée en fonctionnement du Parc Éolien, la pointe de consommation enregistrée à la centrale électrique était de 1 700 kW. Le système électrique dessert une population d'environ 26 000 habitants, dont 6 680 clients-consommateurs. Il y a sur l'île de Santo Antão un autre réseau isolé, qui fournit à 3963 clients.

Le Parc Éolien sera réalisé en deux phases. Dans cette première phase, ont été installés 2 aérogénérateurs MICON type M530-250/50 kW; 1 poste de sectionnement MT avec compteur de puissance bidirectionnel et une section de 6,3 km de Réseau de Moyenne Tension. Dans un deuxième temps, une fois reliés les deux réseaux isolés de l'île, 2 autres unités de 250 kW seront installées.

2. PRODUCTION DU PARC ÉOLIEN

Le Parc Éolien a enregistré 12 mois de fonctionnement en mars 2012, et sa production est illustrée dans le tableau 1. Ce sont des valeurs satisfaisantes, pour la première année d'exploitation.

L'unité WT2 n'est pas loin de la production attendue (860 000 kW/h), mais l'unité WT1 accuse un certain retard. Plusieurs raisons

ont contribué à cet écart de production, quelques unes dues à des arrêts par anomalies, d'autres à des arrêts programmés.

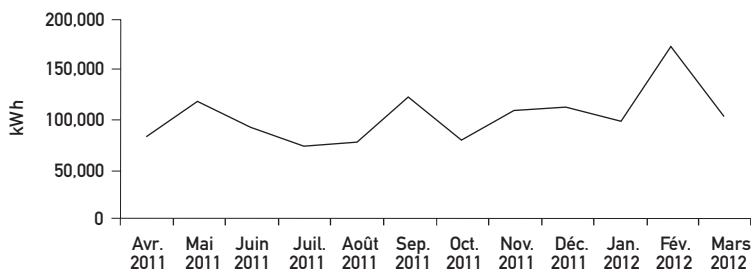
TABLEAU 1
PRODUCTION ET DISPONIBILITÉ DU PARC ÉOLIEN

	PRODUCTION (KW/H)	FONCTIONNEMENT (HEURES)	MOYENNE HEURE (KWH)	FACTEUR DE UTILISATION (CAPACITY FACTOR)	DISPONIBILITÉ RÉSEAU ET ÉOLIENNE
WT1	526.270	5.500	96	38%	63%
WT2	738.740	6.812	108	43%	78%

Il a été constaté que, même dans des périodes de fonctionnement normal, la production de la WT2 est presque toujours supérieure à celle de la WT1, probablement pour des raisons de meilleures conditions de vent. Il est prévu que, au cours de la deuxième année d'activité, la production augmente significativement.

La disponibilité technique semble faible (environ 70%), mais, comme on peut le constater (voir plus loin), une grande partie des indisponibilités techniques est liée au réseau ou à la centrale électrique. Le facteur d'utilisation des unités est bon, illustrant le potentiel éolien de ce lieu.

FIGURE 1
PRODUCTION MENSUELLE DE VENT

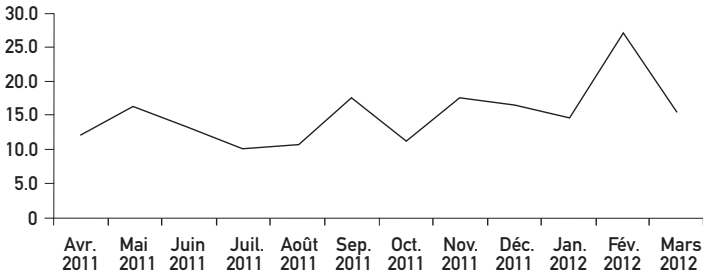


La figure 1, présente la variation de la production mensuelle, qui suit normalement la variation de l'intensité du vent tout au long

de l'année. Au Cap-Vert, il y a une période de faible intensité de vent, de juillet à octobre, et une période d'une plus grande intensité, de novembre à juin. À cause d'une indisponibilité du Parc Éolien d'environ 30% (dûment enregistrée), la courbe d'évolution de la production mensuelle n'explicite pas, avec clarté, ces deux périodes distinctes.

La contribution éolienne, dans l'ensemble du système électrique auquel il est lié, a été de 15%. Les mois de juillet, août et octobre ont enregistré une pénétration de vent plus faible (10% - 11%), alors qu'en février 2012, elle a atteint la valeur de 27% (figure 2).

FIGURE 2
PÉNÉTRATION DE VENT



3. LES ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT DES AÉROGÉNÉRATEURS

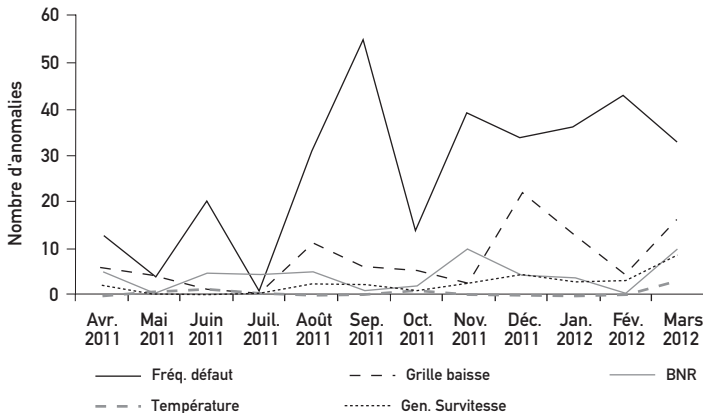
Le nombre d'anomalies a été de 306 dans l'unité WT1, et de 211 dans l'unité DT2, c'est-à-dire, une moyenne de 0,71 erreurs par jour/unité, ce qui semble être très élevé.

L'anomalie "Erreur de fréquence" a été la plus fréquente (62%) et presque toujours associée à des situations de forte intensité du vent. La faible puissance de la centrale électrique, dans la période de 0h00/6h00, en conjonction avec l'insuffisante capacité d'autorégulation du paramètre fréquence dans quelques groupes de la centrale électrique ont été les causes de ce type de

dysfonctionnements. Ceci est en fait le principal problème d'un parc éolien connecté à un système électrique de petite dimension.

L'anomalie "Grid Drop" /('Baisse de Tension du Réseau') est le deuxième type de difficulté en termes de fréquence (17%) et intéressent uniquement des problèmes du réseau public, sur lesquels nous n'avons aucune possibilité de contrôle. Il faut souligner que chaque problème du réseau entraîne deux anomalies simultanées (une dans la WT₁ et une autre dans la WT₂)

FIGURE 3
DYSFONCTIONNEMENTS DANS LE PARC ÉOLIEN



D'autres anomalies enregistrées n'ont de rapports qu'avec la performance des aérogénérateurs: "Break Not Released" /('Pause Non Libérée'), principalement dans l'unité WT₁, ce qui peut être lié aux dépôts de sel à l'intérieur de la nacelle, créant des résistances mécaniques supplémentaires à la reprise de la rotation des pales, dans des situations de faible intensité du vent ; "Température Élevée", seulement dans la WT₁, mais qui a été dépassée avec la régulation de la température d'activation de l'alarme à une valeur plus élevée ; "Survitesse", qui se produit durant les périodes de forte intensité du vent.

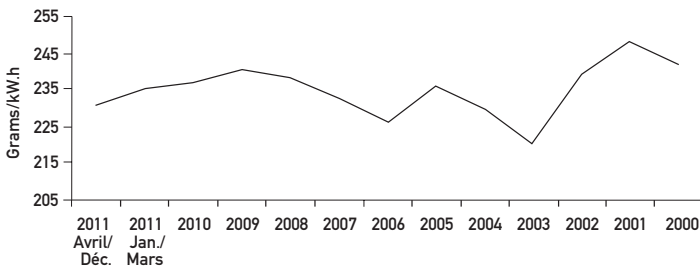
4. IMPACT DU PARC ÉOLIEN SUR L'EXPLOITATION DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE DE RIBEIRA GRANDE

Il y a toujours la crainte qu'un parc éolien puisse produire un impact négatif sur le fonctionnement d'une centrale électrique de petite dimension, notamment sur l'augmentation des valeurs de consommation de carburant et de production d'énergie réactive, ainsi que sur l'augmentation des situations de perturbations du bon fonctionnement du système électrique, tels que *black-out*, fluctuations de fréquence et de tension. En réalité, le Parc Éolique de Santo Antão a réussi à bien s'intégrer dans le système électrique, n'ayant pas occasionné une baisse de performance de la Centrale.

4.1. CONSOMMATION DE CARBURANT

La figure 4 présente l'évolution de la consommation spécifique annuelle moyenne de carburant, au cours des 11 dernières années. Il s'avère que la consommation spécifique de la centrale électrique, d'avril 2011 à décembre 2011, indique la valeur la plus faible des 5 dernières années et est la troisième meilleure valeur sur une période de 12 ans.

FIGURE 4
CONSOMMATION SPÉCIFIQUE DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE DE RIBEIRA GRANDE

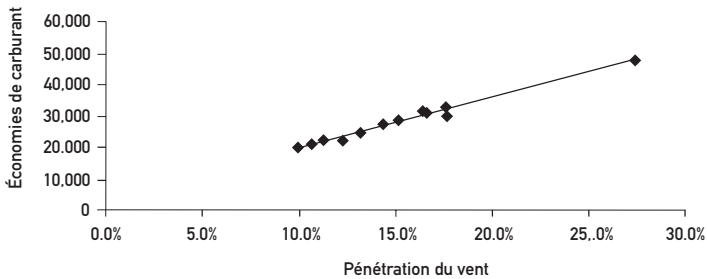


Même en limitant notre analyse uniquement à l'année 2011, il s'avère que la consommation spécifique moyenne dans la période janvier-mars (avant l'entrée en service du Parc Éolien) est supérieure

à la consommation après le démarrage du Parc. Comme aucune action de maintenance, qui pourrait refléter une amélioration de la performance des groupes de la Centrale Électrique, n'a été accomplie, on peut donc conclure que l'exploitation du Parc Éolien a permis le fonctionnement des groupes de la centrale avec un plus haut niveau de bénéfice.

D'autre part, la Figure 5 montre que la production éolienne accrue, signifie une plus grande économie de carburant. Ainsi, dans les circonstances actuelles de fonctionnement, le Parc Éolien a permis une économie de carburant notable.

FIGURE 5



4.2. BLACK OUTS

Le nombre de pannes, survenues au cours de la période en analyse, a été de 15, ce qui n'est pas très différent du nombre relatif à 2010, qui a été de 14 (cf tableau 2). On conclut, donc, que l'exploitation du Parc Éolien n'a eu aucun impact négatif au niveau du nombre de pannes.

TABLEAU 2
NOMBRE DE BLACK OUTS

AVRIL 11 - MARS 12	ANNÉE 2010	ANNÉE 2009	ANNÉE 2008
15	14	14	9

4.3. PUISSANCE RÉACTIVE ET FACTEUR DE PUISSANCE

En ce qui concerne le Facteur de Puissance, il n'existe pas non plus une variation significative de sa valeur. Même s'il y a une tendance à la baisse de la valeur du facteur puissance dans la centrale électrique, ceci ne signifie pas une plus grande production de réactifs, ceci peut être le résultat d'un plus petit apport d'énergie active par la centrale, car une partie de cette énergie est fournie par le Parc Éolien. En plus, la législation cap-verdienne établit que le facteur de puissance par turbine ne doit pas être inférieur à 0,85. La valeur réelle enregistrée pour l'ensemble des deux aérogénérateurs a été de 0,91.

4.4. PERTES D'ÉNERGIE DANS LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE

On ne constate pas une aggravation des pertes (techniques et non techniques) relatives aux années précédentes et, on peut considérer que le Parc Éolien a un impact positif à ce niveau, puisqu'il injecte de l'énergie dans un des extrémités du réseau (tableau 3).

TABLEAU 3
PERTES DANS LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE

ANNÉE	2008	2009	2010	2011
Pertes	29,1%	23,7%	23,1%	22,9%

4.5. FRÉQUENCE ET TENSION

En ce qui concerne la stabilité de la fréquence et de la tension, on note simplement de légères fluctuations dans les appareils de mesure de la centrale électrique, par vents avec turbulences. On a constaté également qu'il existe des groupes dans la centrale qui permettent une meilleure autorégulation de ces paramètres; donc, les situations d'instabilité éventuelle sont plutôt associées à la performance des groupes opérant dans la Centrale. Toutefois, la fréquence et la tension de l'alimentation sont des puissances électriques qui

doivent être surveillées par des analyseurs de réseau, afin de faire une évaluation correcte de l'impact du Parc Éolien à ce niveau.

5. IMPACT FINANCIER ET ENVIRONNEMENTAL DU PARC ÉOLIEN DE SANTO ANTÃO

Le bilan financier et environnemental des douze premiers mois d'exploitation du Parc Éolien montre des gains positifs à tous les niveaux (tableau 4):

1. l'entreprise Electric Wind a fermé le compte de résultat d'exploitation de l'année 2011 avec un résultat positif ;
2. la société Electra, SA (service public) atteint un coût évité avec le prix du carburant supérieur au prix d'achat du kWh d'origine éolienne ;
3. le pays économise des sorties de devise avec l'importation de carburant ;
4. l'environnement bénéficie d'une diminution d'émissions de gaz.

TABLEAU 4
IMPACT FINANCIER ET ENVIRONNEMENTAL

PRODUCTION (KW/H)	ÉCONOMIE EN CARBURANT (LITRE)	ÉCONOMIE EN DEVISES (EURO)	ÉCONOMIE FINANC. P/ ELECTRA (EURO)	ÉCONOMIE D'ÉMISSIONS DE GAZ (TON)
1.265.010	340.000	335.000	186.000	960

Cet impact financier et environnemental est significatif, car il s'agit d'un petit parc relié à un système desservant 26 000 habitants. Dans l'avenir, avec le doublement de la capacité installée, l'impact sera assez considérable.

6. CONCLUSION

Ce projet, qui découle d'une joint-venture entre deux entreprises privées et avec un cofinancement du gouvernement néerlandais, montre que le secteur privé national peut jouer un rôle dans l'effort national pour parvenir à une production importante d'électricité d'origine renouvelable. Les douze premiers mois d'activité montrent que, techniquement, l'exploitation du Parc Éolien ne perturbe pas le fonctionnement d'une centrale électrique de petite dimension, pourvu que le projet soit correctement ajusté. La part de l'énergie éolienne dans la production d'électricité a été de 15%, mais elle peut encore augmenter avec l'amélioration de la performance du système.

Au niveau financier, il est particulièrement important de prendre en compte que le Parc Éolien, n'ayant profité d'aucun mécanisme de subventions, a présenté des résultats positifs tant pour les Promoteurs que pour la compagnie électrique et pour le pays, sans oublier l'impact environnemental positif.

AUTEUR

Daniel Graça. PDG de ELECTRIC.

RÉSUMÉ

Malgré des efforts faits dans le passé pour la production d'énergies renouvelables, le mix énergétique du Cap-Vert a été jusqu'à présent dominée par les combustibles fossiles. La volonté d'accroître de manière drastique la part de l'énergie éolienne (compte tenu des excellentes conditions) a conduit à la création du projet *Cabeólica* – le premier projet de parc éolien à l'échelle commerciale fondé sur un partenariat public-privé en Afrique subsaharienne. Durant les premiers mois de 2012, le projet a contribué à des taux de pénétration de l'énergie éolienne de 20 à 40 % par mois, sur les quatre îles où ont été installés les parcs éoliens. La capacité d'énergie éolienne installée, comparée à la capacité totale en électricité, a fait du Cap-Vert l'un des pays possédant des taux de pénétration de l'énergie éolienne les plus élevés du monde.

Mots clés: énergie éolienne, production d'énergie, partenariat public-privé.

1. INTRODUCTION

Le Cap-Vert est un archipel de dix îles au large des côtes de l'Afrique de l'Ouest, avec une population d'environ 500 000 habitants et un PIB de 1,5 milliard de dollars [1]. Le pays ne dispose d'aucune ressource naturelle importante et dépend du monde extérieur dans de nombreux domaines, notamment, celui de l'énergie. Le Cap-Vert a toujours importé la totalité de ses produits pétroliers pour satisfaire ses besoins en électricité. Cette situation a eu un immense impact sur l'économie fragile du pays. Au cours des dernières décennies, la pénurie d'électricité est devenue chronique, car la demande a dépassé l'offre et la situation des sociétés de services publics ne leur a pas permis de réaliser les investissements nécessaires et d'effectuer la maintenance des générateurs et des réseaux d'énergie. Cela s'est traduit par des pannes fréquentes, en particulier dans la capitale au cours des mois d'été, lorsque le pays connaît des pics de demande électrique. Il faut ajouter à cela, le fait que le pays produit près de 92 % de son eau potable à partir du dessalement de l'eau de mer, une activité à haute intensité énergétique [2].

Jusqu'à présent, le système de production électrique a été presque exclusivement dominé par des ressources extérieures non renouvelables. Il s'agit d'un étrange paradoxe, car ce pays se trouve sur le corridor des alizés de l'océan atlantique et bénéficie de vents constants et monodirectionnels à des vitesses de 10 m/s pendant la plus grande partie de l'année [3]. Le régime des vents du Cap-Vert réunit certaines des meilleures conditions au monde pour la production d'énergie.

Malgré il y a eu déjà une petite production d'énergie solaire et éolienne. le pays a besoin d'un projet susceptible de contribuer de manière plus significative à l'aventure ambitieuse consistant à redéfinir le mix énergétique du pays, afin de disposer d'une quantité importante d'énergie produite à partir d'une source renouvelable peu coûteuse.

La volonté du gouvernement du Cap-Vert d'augmenter la pénétration de l'énergie éolienne, cominé par les besoins en investissements étrangers et en savoir-faire technique et commercial, a abouti en 2008 à la création d'un partenariat public/privé (PPP).

L'un des principaux objectifs de ce PPP est la création d'une société locale pour développer, financer, construire, détenir et exploiter les quatre parcs éoliens d'une capacité installée totale de 25,5 MW. Cette puissance est distribuée sur quatre îles stratégiquement sélectionnées en fonction de la demande d'énergie: Santiago (9,35 MW), sur laquelle réside la moitié de la population du pays et où se trouvent la plupart des infrastructures industrielles et administratives; S. Vicente (5,95 MW), la seconde île la plus habitée; Sal (7,65 MW) et Boa Vista (2,55 MW), les deux îles qui connaissent l'afflux de touristes le plus important.

2. LE PPP

Après de nombreuses années et plusieurs procédures d'appels d'offres infructueuses dans le but d'augmenter la pénétration de l'énergie éolienne à hauteur de 4,8 MW, le gouvernement du Cap-Vert a conclu un partenariat avec *InfraCo Limited* (une société de gestion privé financée par les donateurs spécialisés dans les infrastructures et le développement) pour élaborer et promouvoir le projet. Des études approfondies ont suivi, notamment des études sur la demande et la stabilité du réseau. Elles ont permis de constater qu'il était possible d'augmenter sensiblement la pénétration de l'énergie éolienne. *InfraCo* a recommandé au gouvernement du Cap-Vert un projet permettant d'augmenter la capacité d'énergie éolienne en installant près de 28 MW supplémentaires, car il était réalisable, viable et plus attractive pour les investisseurs.

Le PPP *Cabeólica*, le premier du Cap-Vert, mais aussi le premier dans le secteur de l'énergie à échelle commerciale dans l'Afrique subsaharienne, a été initialement conclu entre *InfraCo*, le gouvernement du Cap-Vert (à travers le ministère du Tourisme, de l'Industrie et de l'Énergie) et *Electra, S.A.R.L.* (la société de services publics locale). Par la suite, le partenariat a été rejoint par l'*Africa Finance Corporation* (une institution panafricaine de financement du développement basée au Nigéria) et le *Finnish Funds for Industrial Cooperation* (une institution finlandaise pour le développement). Le PPP a constitué un facteur clé pour attirer des investissements pour

le projet, lequel est basé sur un plan de financement avec un ratio d'endettement de 30 % - 70 %, dont 20 millions d'euros garantis par les investisseurs privés et 45 millions d'euros obtenus à travers des prêts octroyés par la Banque Européenne D'Investissement et la Banque Africaine de Développement.

TABLEAU 1

MÉCANISME DE FINANCEMENT DU PROJET D'INVESTISSEMENT CABEÓLICA

TYPE	RATIO	ENTITÉS	MONTANT
		Investisseurs privés	€ 20 millions (environ)
		AFC	
	30 %	Finnfund	
		InfraCo	
Participation			
		Banques de développement	€ 45 millions (environ)
	70 %	BEI	
Prêt		BAD	
Total			€ 65 millions (environ)

Le PPP, entre autres avantages, garantit la participation de partenaires publics et privés solides et de haut niveau. En outre, il facilite la constitution d'un accord d'enlèvement à long terme avec la société de services, permettant d'établir des projections de flux de trésorerie transparentes et prévisibles.



Afin d'assurer un degré d'exécution du projet le plus élevé possible, de nombreux spécialistes de haut niveau ont été recrutés, notamment *RISØ*, les leaders mondiaux de l'analyse éolienne et de la recherche en énergie éolienne, et *Sinclair Knight Merz*, leader dans le conseil et l'ingénierie de projets. Les quatre parcs éoliens ont été construits en vertu d'un contrat clé en main d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction (EPC) conclu avec *Vestas*, le leader mondial de la fabrication d'éoliennes. L'EPC prévoyait la construction de quatre parcs éoliens, comprenant l'installation des 30 éoliennes *Vestas V52-850 kW* fournies; la construction et l'installation d'environ 30 km de lignes de transport pour le raccordement de chaque éolienne au réseau de l'île correspondant; la construction de près de 15 km de voies d'accès internes et externes et une station de contrôle sur chaque parc éolien. Afin d'assurer une maintenance et une disponibilité adéquate des éoliennes, un accord de service sur 5 ans a été conclu avec *Vestas*.

3. DÉFIS À RELEVER

La phase de développement s'est étendue sur cinq ans, le temps nécessaire pour finaliser l'ensemble des études préliminaires, accords, concessions des terres, les permis et licences, et autres documents juridiques et contractuels nécessaires pour un projet de cette ampleur.

La mise en œuvre du projet a constitué un vrai défi, en raison de difficultés techniques survenues au cours des phases de conception et de construction. La plupart de ces difficultés étaient liées au fait que le pays dispose de réseaux électriques petits et isolés, comme c'est le cas dans la plupart des nations insulaires. C'est pourquoi une analyse de la dynamique de la puissance des quatre réseaux électriques totalement différents, chacun d'eux présentant des problèmes complexes, a dû être réalisée pour évaluer les limitations et l'intégration de l'énergie éolienne. Un autre défi majeur a été le transport des 30 éoliennes et leur répartition sur les quatre îles, avec un certain nombre de limitations liées aux ports. Les aménagements logistiques pour livrer l'équipement sans encombre ont nécessité une analyse exhaustive et détaillée. Un autre défi à relever

était l'absence de main-d'œuvre spécialisée et de l'équipement nécessaire pour la construction et l'assemblage des éoliennes de 55 mètres de haut, ainsi que le manque de matériaux de qualité certifiés et de ressources. Par conséquent, la majorité des équipements, des véhicules spéciaux, des matériaux et de la main-d'œuvre a dû être importée.

Comme il fallait s'y attendre, la phase initiale d'exploitation (toujours en cours) a également présenté de nombreux défis. Le pays ayant vécu une transition soudaine du tout diesel vers un système éolien-diesel raccordé au réseau, certains problèmes sont apparus, liés à la stabilité du réseau, la distribution d'électricité générée par différentes sources et aux compétences du personnel. Par conséquent, des efforts conjoints ont été réalisés par *Cabeólica*, *Electra* et *Vestas* pour surmonter ces difficultés grâce à la mise en œuvre de quelques mesures techniques et opérationnelles et la formation d'opérateurs pour le parc éolien et le réseau.

4. RÉALISATIONS ACTUELLES ET PRODUCTION ATTENDUE

Le projet a été conçu pour desservir 80% de la population. Sur les quatre îles, le système électrique est à acheteur unique, ce qui constitue un cadre de travail clair pour assurer le niveau de consommation et les tarifs. La société de services utilise le système à distance *SCADA* de *Cabeólica* pour accéder aux parcs éoliens et contrôler la production d'énergie éolienne à envoyer vers les centres de distribution, conformément aux besoins et aux limitations.



En septembre 2011, le premier parc éolien (Santiago) est entré en fonctionnement et tout au long de l'année, alors qu'il se trouvait encore en période de mise en service, il a contribué avec une pénétration mensuelle moyenne de 20 %. Le parc éolien de São Vicente a commencé à fonctionner en octobre de la même année et a contribué avec une pénétration mensuelle moyenne en période de mise en service de 25% environ. Le parc éolien de Sal a été mis en service en novembre avec une pénétration mensuelle moyenne de l'ordre de 21 %. Au cours des premiers mois de 2012 jusqu'à aujourd'hui, ce qui représente la période de production commerciale initiale, les quatre parcs éoliens ont contribué avec 20% et 40% de pénétration mensuelle d'énergie éolienne, des pourcentages variant d'une île à l'autre, comme le montre le tableau ci-dessous. Aux mois de mai et juin, sur l'île de São Vicente, le taux de pénétration quotidienne de l'énergie éolienne a été supérieur à 50%. En d'autres termes, au cours de cette période, plus de la moitié de la demande d'électricité totale a été couverte par l'énergie éolienne.

TABLEAU 2

POURCENTAGE DE PÉNÉTRATION AU COURS DE LA PÉRIODE DE PRODUCTION COMMERCIALE INITIALE (ESTIMATIONS 2012) [4]

ÎLE	CAPACITÉ INSTALLÉE	PÉNÉTRATION MENSUELLE MOYENNE
Santiago	9.35 MW	20-25 %
S. Vicente	5.95 MW	35-40 %
Sal	7.65 MW	30-35 %
Boa Vista	2.55 MW	25 %
Total	25.5 MW	20-40 %

L'objectif ambitieux de *Cabeólica* dans un futur proche est de maximiser les taux de pénétration de l'énergie éolienne de l'ordre de 30% à 50% sur les quatre îles. Pour réussir à atteindre ces objectifs, des améliorations sont nécessaires au niveau technique pour les systèmes de communication et de contrôle, ainsi qu'en matière de coopération avec l'opérateur du réseau et de fiabilité élevée des éoliennes. L'optimisation de la distribution et de la



réserve tournante sera développée par la suite et des systèmes de gestion côté demande et de stockage d'électricité devront être mis en place. Le taux de pénétration atteint dépendra également de facteurs économiques et liés à la population sur les différentes îles, ainsi que de la consommation et des conditions climatiques.

En attendant, le Cap-Vert peut se prévaloir de posséder l'un des taux de pénétration d'énergie éolienne les plus élevés au monde. Le pays a été classé au troisième rang mondial pour l'énergie éolienne totale installée en fonction du PIB et il dispose de la puissance éolienne installée la plus élevée par rapport à la capacité électrique totale installée à la fin de l'année 2011. Le Cap-Vert a dépassé de nombreux pays connus pour leur position de leaders dans le secteur de l'installation d'énergie éolienne, notamment l'Allemagne, le Portugal, l'Espagne et le Danemark [5].

5. CONCLUSION

Le projet *Cabeólica* a contribué de manière significative à la capacité de production énergétique du Cap-Vert. Le pays connaît une augmentation rapide de la demande en électricité et peut ainsi réduire la pression sur le secteur public, principal responsable du financement de la croissance énergétique du pays par le passé. Le projet a aidé le gouvernement du Cap-Vert à garantir que 25% de la production d'énergie locale est renouvelable [6].

La production d'énergie par les parcs éoliens doit permettre de diminuer de plusieurs tonnes les importations de pétrole, ce qui se traduira par une réduction importante des coûts associés, lesquels seront utilisés par le gouvernement pour répondre à des priorités plus pressantes aux niveaux économique et social. De plus, l'électricité fournie par *Cabeólica* est près de 25% moins coûteuse que d'autres options disponibles dans le pays.

Le projet a également permis au pays de respecter ses engagements environnementaux au niveau international et d'atteindre ses objectifs en matière de développement durable. La production d'énergie du projet devrait permettre de déplacer une moyenne de plus de 60 000 tonnes d'émissions équivalent CO₂ chaque année [7].

Le projet *Cabeólica* a été récompensé en tant que meilleur projet d'énergie renouvelable en Afrique lors des *Africa Energy Awards* à Johannesburg. Il a été distingué comme étant la première initiative de ce type dans la région. Il est actuellement étudié par d'autres pays africains et dans d'autres parties du monde comme exemple à suivre.

Ces facteurs positifs, associés à l'acquisition continue de savoir-faire, placent la société dans une position stratégique pour aider le gouvernement du Cap-Vert à atteindre son objectif de satisfaire 50% de la demande totale en électricité à partir d'énergies renouvelables en 2020 [8].

RÉFÉRENCES

- [1] BCV, 2012. Boletim de Estatísticas 1^o trimestre 2012. Banco de Cabo Verde (BCV), Praia, 2012.
- [2] MECC, 2008. Política Energética de Cabo Verde. Ministério da Economia Crescimento e Competitividade (MECC), Praia, 2008.
- [3] SKM, 2009. *Wind Resource and Energy Yield Analysis*. Sinclair Knight Merz (SKM), Reino Unido, 2009.
- [4] Cabeólica, 2012. Internal Operation Reports (from January to September except for Boa Vista Island which is from April to August). Praia, 2008.
- [5] GWEC, 2012. Global Wind Report: Annual Market Update 2011. Global Wind Energy Council (GWEC), Bruxelles, 2011.
- [6] MECC, 2008. Política Energética de Cabo Verde. Ministério da Economia Crescimento e Competitividade (MECC), Praia, 2008.

- [7] Cabeólica, 2012. Clean Development Mechanism Project Design Document Form (CDM-PDD) - Bundled Wind Power Project Cape Verde. Cabeólica, Praia, 2012.
- [8] MECC, 2008. Política Energética de Cabo Verde. Ministério da Economia Crescimento e Competitividade (MECC), Praia, 2008.

AUTEUR

Ana Monteiro. Chef du département environnemental, social et administratif de Cabeólica S.A.

www.cabeolica.com

PARC EOLIEN DE LA REGION DE SAINT LOUIS : DU VIRTUEL AU RÉEL ?

MOUHAMADOU LAMINE NDIAYE
C3E

RÉSUMÉ

Le projet de parc éolien de la région de Saint Louis est situé sur la façade occidentale de la république du Sénégal et dans sa partie NORD dans ce qui est géographiquement appelé la région de Saint-Louis. Dans cette partie du pays le gisement éolien est intéressant et la vitesse moyenne enregistrée est supérieure à 6m/s. Il s'agit d'un parc de 50MW de puissance installée dont la production est essentiellement destinée à être versée sur le réseau de la Société Nationale d'Électricité du Sénégal (SENELEC). La production est assurée par des aérogénérateurs dont la gamme de puissance est comprise entre 850 kW et 1 MW et sera de l'ordre de 94.5 GWh annuelle. Le projet s'étend sur 2 sites, 15 MW à Gantour et 35 MW à Mboye. Le projet a été développé par la Compagnie Eau Energie Environnement (C3E) avec l'assistance de CEGE-LEC TOULOUSE sur le plan technique, la région de Saint Louis, la région Midi Pyrénées et l'Agence Française de Développement (AFD) sur le plan financier. Un comité de pilotage d'envergure nationale, regroupant l'ensemble des acteurs de la filière et présidé conjointement par le Ministère de l'énergie et la région de Saint Louis a validé l'ensemble

des travaux de développement depuis le choix du site jusqu'à la détermination du productible. Le projet fait partie des trois projets Energie nouvelle et renouvelable (EnR) retenus par le gouvernement du Sénégal pour figurer sur la lettre politique de développement du secteur de l'énergie. Le projet a fait l'objet de nombreuses présentations au niveau de bailleurs et/ou investisseurs potentiels comme, le PROPARCO, le FMO, la KFW, etc., qui ont tous montré un grand intérêt pour son accompagnement financier. Aujourd'hui, en fin de développement, le projet attend de potentiels investisseurs.

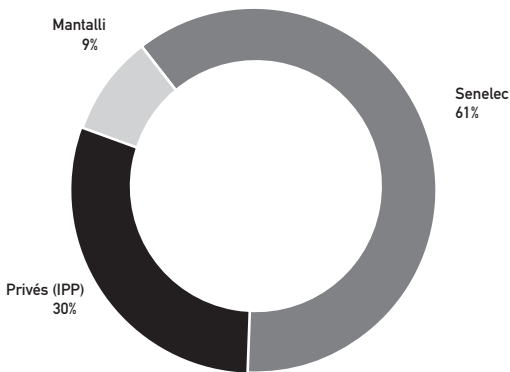
Mots clés : energie renouvelable, énergie éolienne.

1. SITUATION DU SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ AU SÉNÉGAL

1.1. LA PRODUCTION

La puissance totale installée du parc de production est de plus de 670 MW compte tenu du plan "takkaal" (location de groupes électrogènes pour compenser le déficit de production dans le cadre du

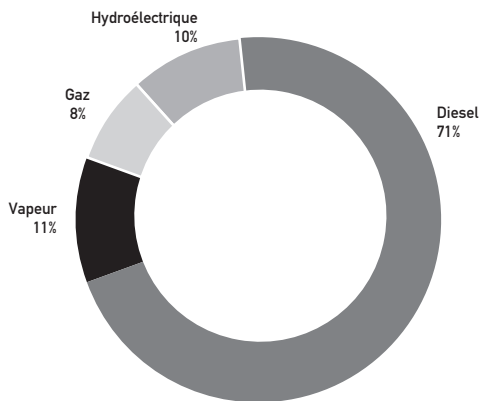
FIGURE 1
RÉPARTITION DE LA PRODUCTION SELON L'ORIGINE



plan de restructuration et de relance du secteur de l'énergie) survenu en 2011. Aujourd'hui, la production est assurée par SENELEC pour 60%; des sociétés privées (IPP) en assurent les 30% et le reste provient du barrage de MANANTALLI fruit d'une coopération sous régionale entre le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Cette production est interconnectée à 80% et est d'origine thermique pour 90% et seules les 10% sont d'origine hydroélectrique. Est clair la " tyrannie du pétrole " dans la production énergétique du Sénégal. La production d'origine énergie propre est très faible et ne concerne que quelques sites isolés seulement.

FIGURE 2

RÉPARTITION DE LA PRODUCTION SELON LA SOURCE D'ÉNERGIE



1.2. LE TRANSPORT

La fonction du réseau de transport est d'acheminer l'électricité en haute tension (90 et 225 kV) des centrales où elle est produite vers les centres de consommation. Au Sénégal, le réseau de transport comprend un réseau national et un réseau supranational.

Le réseau national comprend 327,5 kms de lignes 90 kV et 8 postes de transformation 90/30 kV d'une puissance installée totale de 1127 MVA. Quant au réseau supranational, il comprend les

945 kms de la ligne 225 kV Manantali – Matam – Dagana – Sakal - Tobène. Il alimente le poste 225/90 kV de Tobène (2x75 MVA) et les postes 225/30 kV.

1.3. LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Il est alimenté à partir des postes HT/MT et MT/MT, ces réseaux diffusent l'électricité vers les autres utilisateurs: particuliers, administrations, industries et commerces. Les transits entre la production et les points de consommation constituent un processus complexe du fait de l'impossibilité de stocker l'électricité et de la nécessité de faire face à une demande variable à tout instant. Au cœur de ce processus se trouve le dispatching de Hann, véritable centre d'aiguillage de l'électricité qui, 24 heures sur 24, veille au maintien de l'équilibre production-consommation. Le Dispatching est assisté par le Bureau Central de Conduite qui veille en permanence sur le réseau MT de Dakar.

Au vu de ce qui précède, il apparaît que la situation énergétique (électricité surtout) du Sénégal est caractérisée par :

- Une prépondérance des centrales thermiques et surtout une importance sensible des centrales fonctionnant au diesel, entraînant une faible maîtrise des coûts de production du kWh.
- Une demande de loin supérieure à l'offre entraînant de fréquentes ruptures dans la distribution.
- Une marginalisation des énergies renouvelables même si le Sénégal dispose d'un bon gisement éolien comme solaire pour ne citer que ceux-là.

Développer les énergies renouvelables devient un itinéraire incontournable pour pallier voire atténuer la dépendance vis-à-vis des énergies fossiles dont le stock au niveau mondial devient de plus en plus bas. Le Sénégal, dans sa politique de promotion des EnR a décidé que 15% de l'énergie consommée dans le pays sera d'origine propre d'ici 2025. C'est dans un tel contexte qu'il faut situer le projet de parc éolien de Saint louis.

2. LE PARC ÉOLIEN DANS SON APPROCHE

Cette présente note a été réalisée pour faire le bilan de l'ensemble des actions menées pour permettre la mise en place du parc éolien de la région de Saint Louis. Notre propos dans les parties qui suivent n'est pas de présenter dans les détails les travaux réalisés mais juste en donner un aperçu. Nous insisterons d'avantages sur les contraintes qui ont retardé la réalisation du parc et les perspectives pour la mise en place de ce projet combien important pour le Sénégal en général et la région de Saint Louis en particulier. Nous donnerons en ce document deux grandes indications techniques, les vitesses moyennes de vent enregistrées et l'atlas éolien accompagné du micrositting du projet que nous avons réalisé afin de mieux intéresser un éventuel investisseur.

2.1. BUT DU PROJET

La promotion des ressources naturelles locales de la région de Saint Louis est inscrite dans le plan de développement intégré régional depuis très longtemps. Beaucoup d'actions sont menées dans ce sens et c'est dans ce cadre qu'il faut situer ce projet de parc éolien. Il s'agit dans un espace bien délimité de mettre en place des installations qui, à partir de l'énergie cinétique du vent permettent de produire de l'électricité destinée au réseau national SENELEC. Les installations permettront donc de produire de l'électricité à partir d'une énergie locale, propre et renouvelable: le vent, pendant environ 22 ans.

2.2. OBJECTIFS

Sur la frange occidentale de l'espace régionale, le projet envisage de mettre en place une centrale éolienne de 50MW composée pour l'essentielle de 50 à 59 aérogénérateurs dont la puissance nominale est comprise entre 850 kW et 1 MW. Ces machines seront complétées par un certain nombre d'équipements: une piste d'accès, des postes de transformation, des lignes de transport pour emmener l'énergie produite au poste de SAKAL, etc. Sur le plan technologique,

il s'agira d'aérogénérateurs à axe horizontal avec une hauteur de nacelle comprise en 55 et 70 mètres et un diamètre de rotor entre 55 et 62m. Selon l'outil d'analyse de projet EnR RETScreen, avec de telles machines, la production annuelle d'électricité attendue sera de l'ordre de 94.500MWh et devra permettre l'évitement de 71.482 tonnes de CO₂.

2.3. LES ACTEURS

2.3.1. LA SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT

Le projet a été développé par C3E en relation étroite avec CEGELEC Toulouse qui a mis en place un expert pendant plus d'une année mais a également assumé l'assurance qualité à partir de ses bureaux basés en Toulouse en France. D'autres sociétés françaises (EQUITAO, ENERGIE DU VENT) spécialisées dans des domaines spécifiques intéressant directement le projet ont également eu à intervenir.

2.3.2. AU NIVEAU LOCAL ET RÉGIONAL

La région de Saint Louis représentée par le conseil régional et les communautés rurales de Gandon et Fass Ngom sont les partenaires locaux du projet. La région a déployé et continue de le faire un important travail de lobbying pour faire la promotion du projet tant au niveau national qu'international tandis que les communautés rurales ont pris des décisions d'affectations de terrain au projet (une convention de concession des terres donne l'exclusivité pour le développement de projet dans la zone pendant 25 ans).

2.3.3. AU NIVEAU NATIONAL

Les travaux ont été réalisés sous la supervision d'un comité de pilotage qui a validé toutes les étapes franchies par le projet lors des réunions organisées à Dakar ou à Saint Louis. Ce comité de pilotage est composé de l'ensemble des acteurs de la filière: Ministère de l'Énergie; Direction de l'Énergie; Conseil Régional de Saint Louis, Agence Régionale de Développement, Direction

de l'Environnement, SENELEC; Commission de Régulation du Secteur de l'Energie (CRSE), SPIDS (Syndicat des Professionnels de l'Industrie et des Mines du Sénégal, SOCAS, etc.

2.3.4. AU NIVEAU INTERNATIONAL

Le projet a bénéficié du financement de la région Midi Pyrénées en France et de l'AFD, en total 130.000 EURO. Il a fait l'objet de nombreuses présentations au niveau de bailleurs et/ou investisseurs potentiels comme, le PROPARCO, le FMO, la KFW etc...qui ont tous montré un grand intérêt pour son accompagnement financier.

D'une initiative privée et locale, nous sommes arrivés à une adhésion nationale avec l'accompagnement de l'international. La résultante de tout ceci est que le projet de parc éolien de Saint Louis est inscrit dans le plan de développement du secteur de l'énergie du Sénégal.

2.4. COÛT ET RENTABILITÉ DU PROJET

Évalué à 1600 euros le kW installé, le coût du parc de la région de Saint Louis est estimé à 80 millions d'euros soit un peu plus de 50 milliards de francs CFA. Le logiciel RETScreen détermine le taux de rentabilité interne du parc autour de 29% avant impôt et avec un délai de récupération du capital de huit (8) ans.

Le coût de revient du kWh est de 53 FCFA (0,081 EURO) et pourrait être rétrocédé à SENELEC autour de 80 FCFA (0,122 EURO).

2.5. RETOMBÉES POUR LA RÉGION

Le parc éolien procurera d'importantes retombées directes et/ou indirectes à la région de Saint Louis. Financièrement c'est plus de 60 millions de francs CFA (91.600 EURO) calculés sur la base de 1250 FCFA/kW installé que la région recevra annuellement du promoteur en guise de dédommagement pour la concession des terrains. Cette manne financière servira à financer des projets de développement locaux. Une ligne d'électrification rurale

pourra également être tirée afin qu'une partie de l'énergie produite soit consommée sur place. L'installation du parc va entraîner la réalisation d'infrastructures routières qui vont contribuer au désenclavement de la zone traversée par le projet. En plus de créer des emplois lors de la phase d'érection du parc, une ou des boutiques pourront être érigées autour du parc et permettre aux visiteurs éventuels de repartir avec quelques souvenirs.

Nous rappelons que les études techniques ont porté sur les aspects ci -dessous :

- Études de vent :
 - Atlas de l'énergie éolienne (image 1 et 2). Il ressort de l'atlas éolien que plus on s'éloigne de la bordure occidentale (côté océan atlantique) moins les vitesses de vent sont importantes.
 - Sélection de 2 sites.
 - Mesures pendant 12 mois (tableau 1).
 - Micrositting et détermination du productible (image 3 et 4).



IMAGE 1. ATLAS DES VITESSES MOYENNES (À 40 M DU SOL)

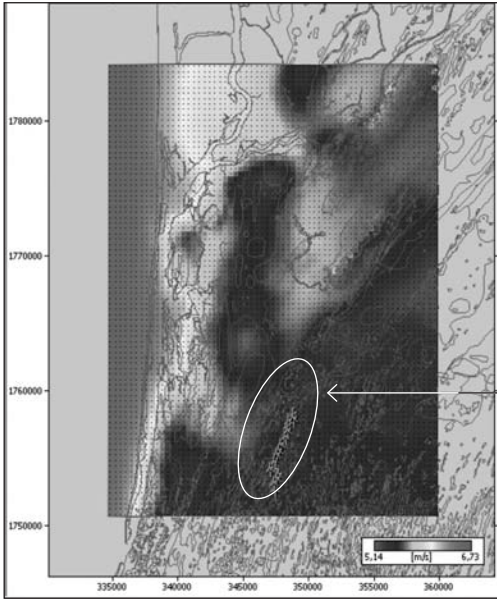
- Étude géotechnique :
 - Sondages
 - Pré-dimensionnement fondations
- Risques environnementaux :
 - Étude ornithologique
 - Étude des risques liés à la nature du sol
- Autres travaux menés

Parallèlement à la réalisation de ces travaux, C3E a étudié avec SENELEC le mode d'injection de l'énergie produite dans son réseau ainsi que le design électrique du projet et le tout est consigné dans un document intitulé convention de raccordement électrique. Toujours avec SENELEC, un contrat d'achat d'énergie a été rédigé et les négociations autour du prix du kWh entamées. L'analyse de l'impact environnemental du projet a aussi été faite ainsi que la note d'identification du projet en vue de son éligibilité au MDP.

L'ensemble de la documentation relative aux études ci-dessus citée est disponible.



IMAGE 2. ATLAS DES DENSITÉS DE PUISSANCE (À 40 M DU SOL)



Site principal :
projet de
Gandiole, près de
Gantour

IMAGE 3. SITE PRINCIPAL

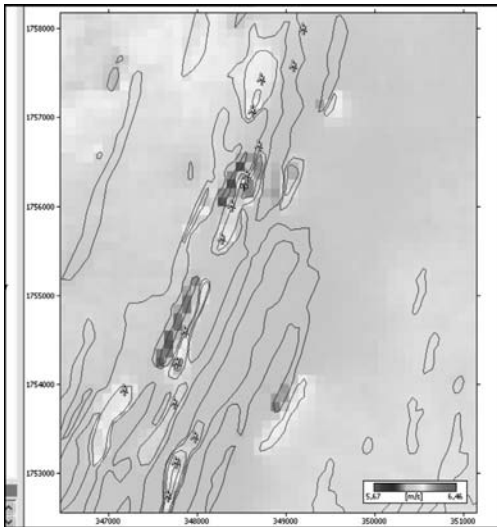


IMAGE 4. DÉTAIL DU
MICROSITTING

TABLEAU 1

VITESSES MOYENNES MESURÉES (M/S) À 40M DE HAUTEUR À GANTOUR ET MBOYE, ET À 39 M À GANDON

	FÉV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN
Gandon 2004/2005	5,7	5,6	5,8	5,4	5,1	5	4,8	4,3	4,7	5,4	5,1	5,9
Gandon 2007/2008	/	6,4	5,7	5,5	5,2	5	4,47	3,17	4,65	5,43	5,76	6,52
Gantour 2007/2008	7,06	7,06	6,25	6,15	5,73	5,58	4,89	4,12	5,16	6,10	6,44	7,17
Mboye 2007/2008	/	/	/	6,3	5,9	5,6	4,89	4,08	5,22	6,28	6,57	7,34

De ces études, il ressort que rien ne s'oppose techniquement à la réalisation du projet de parc éolien dans la région de Saint Louis. Les contraintes étaient ailleurs et ce jusqu'en 2010. À partir de cette date, l'environnement du projet est beaucoup plus favorable comme nous le montrerons dans les parties ci-dessous.

2.6. CONTRAINTES À LA RÉALISATION DU PROJET ENTRE 2003 ET 2010

Le développement du parc a duré plus que la normale entre 2003 et 2010. Cette longueur est liée à plusieurs facteurs :

- Absence de situation de référence : le parc éolien a été le premier du genre étudié au Sénégal. Cette situation fera qu'à la sortie de la première campagne de mesure de vent, il était impossible de corréler nos mesures avec des données existantes. Il a fallu une deuxième campagne pour valider l'information recueillie.
- Cadre législatif pas adapté à la stratégie du départ qui était " l'autoproduction via le réseau " (Vous investissez où vous voulez, Nous transportons et vous consommez où vous voulez est le slogan utilisé par l'ONE au Maroc). En effet la loi 98 29 du 14 Avril 1998 relatif au secteur de l'électricité interdit l'auto-production en dehors de ses périmètres de consommation,

alors que nous avons réussi à fédérer autour du projet beaucoup d'industriels sénégalais qui avaient l'intention d'investir dans le parc, faire transporter leur propre énergie par SENELEC et le consommer dans leur unité de production situé à Dakar ou ailleurs. La loi de 98 ne le permettait pas. Nous sommes revenus à la formule IPP classique.

- Absence de cadre réglementaire pour situer les EnR dans le mode d'achat de SENELEC: l'acheteur unique qu'est SENELEC n'était pas obligé d'introduire un pourcentage d'énergie propre dans l'énergie distribuée au Sénégal.
- Absence de politique de développement clairement affirmé définissant les types d'énergies renouvelables à produire (quoi produire: solaire, éolien, biomasse) dans l'espace (où) les quantités à atteindre (combien), pour quel prix du kWh et dans quel horizon temporel.
- Absence de cadre incitatif/attractif pour le développement de grands projets EnR
- Acheteur unique : SENELEC, qui fait face à des difficultés financières,

Cet ensemble de contraintes est liée au fait que nous étions les pionniers dans le développement de parc éolien et qu'il nous a fallu batailler ferme pour emmener le législateur sénégalais à revoir sa position. Le résultat s'est fait sentir à partir de 2011 conférant ainsi au parc des perspectives plus attrayantes.

3. LES PERSPECTIVES À PARTIR DE 2011: UN NOUVEAU CADRE RÉGLEMENTAIRE

D'importants changements institutionnels sont advenus à partir de Décembre 2010.

1. La promulgation de la loi sur les EnR : Al'instar des autres pays du monde, le Sénégal s'est engagé, depuis maintenant quelques années, dans une politique hardie et ambitieuse de développement des énergies renouvelables. Cet engagement du Gouvernement est

dicté par la nécessité de prendre en charge, dans le cadre de ses stratégies de développement énergétique, des préoccupations d'ordre politiques, socio-économiques, et environnementales. Du point de vue politique, le développement des énergies renouvelables vise la recherche d'une plus grande sécurité d'approvisionnement énergétique, et d'une moindre dépendance aux importations de combustibles fossiles pour la production d'électricité. Au plan socio-économique, il s'agit de prendre un certain nombre de mesures tendant à encourager le secteur privé à investir dans les énergies renouvelables. Ces mesures portent sur l'octroi de facilitations, tant en ce qui concerne les conditions de production, de vente, de rémunération de l'électricité produite, et de la priorité au raccordement sur le réseau, que dans l'acquisition de matériels et d'équipements destinés à la production, l'exploitation, l'autoconsommation, et la recherche-développement. Au niveau environnemental, les énergies renouvelables vont contribuer au développement durable, par leur caractère propre, puisque n'émettant pas de gaz à effet de serre, et préservant la nature et l'environnement. C'est ainsi que pour assoir sa politique, le Sénégal va promulguer la loi n°2010 – 21 du 20 décembre 2010, portant loi d'orientation sur les énergies renouvelables, s'inscrivant dans la mise en place d'un cadre législatif et réglementaire.

2. Adoption des décrets d'application. Pour rendre opération cette loi, deux décrets d'application sont adoptés en Décembre 2011. Nous en donnons quelques indications ci-dessous.

a) 21/ Decret n°211-213 portant application de la loi d'orientation sur les énergies renouvelables et relatif aux conditions d'achat et de remuneration de l'électricité produite par des centrales a partir de sources d'énergie renouvelable ainsi que les conditions de leur raccordement au reseau. Le décret précise de façon claire entre autres :

- les modalités de fixation du prix du kWh ;
- a détermination du taux de rentabilité ;
- le mode de choix des futurs producteurs: appels d'offre ;
- l'obligation faite à SENELEC de permettre la connexion au réseau: "art 9: L'Exploitant de réseau est tenu de connecter

en priorité les centrales à énergie renouvelable à son réseau pour prélever et rémunérer toute l'énergie offerte par les producteurs si les conditions de stabilité du réseau sont préservées”;

- le contrat d'achat d'électricité: art 13 “ L'Exploitant de réseau et le producteur signent un contrat d'achat d'électricité qui détermine les droits et obligations de chaque partie”.
- b) 22/ Decret 2011-2014 portant application de la loi d'orientation sur les énergies renouvelables relatif aux conditions d'achat et de rémunération du surplus d'énergie électrique d'origine renouvelable résultant d'une production pour consommation propre
- On relève à l'article 6 : *Achat du surplus d'énergie*, l'Exploitant de réseau achète et transporte le surplus d'électricité d'origine renouvelable produite par l'installation d'un auto-producteur conformément à l'article 24 de la loi 98-29 du 14 avril 1998, et dans la limite de la puissance maximale indiquée, sous réserve de la nécessité de préserver le bon fonctionnement du réseau

Le nouveau cadre réglementaire en vigueur a levé l'ensemble des contraintes qui pesaient sur le projet du parc éolien et lui permet ainsi d'évoluer dans un cadre beaucoup plus favorable pouvant augurer dans un proche avenir sa concrétisation.

AUTEUR

Mouhamadou lamine Ndiaye. Gérant de la Compagnie Eau Énergie Environnement, une SARL.

www.compagnie3e.com

HISTOIRES DE DÉVELOPPEMENT: MINI-RÉSEAU AU SÉNÉGAL GRÂCE À L'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE (PV) ET AU PROJET MACSEN-PV

MÓNICA ALONSO LÓPEZ
ITER

RÉSUMÉ

L'ITER (*Instituto Tecnológico y de Energías Renovables. Institut technologique et d'énergies renouvelables*) est un centre de recherche sur l'énergie avec 20 ans d'expérience dans ce domaine. Au cours des dernières années, l'ITER a installé des centrales électriques photovoltaïques produisant plus de 45 MW sur l'île de Tenerife, en fabriquant ses propres panneaux et inverseurs. Conscient de l'importance des îles Canaries en tant que point de jonction entre l'Afrique et l'Europe, et de l'importance de la coopération technique pour stimuler de manière efficace les SER dans les pays africains, l'ITER a mis en œuvre plusieurs projets dans différents pays et plus spécifiquement au Sénégal.

D'une part, le projet pilote "Mini-réseau au Sénégal grâce à l'énergie photovoltaïque dans le village de Fourdou (Ranérou), au nord du Sénégal" qui compte sur la collaboration de l'ASER (Agence sénégalaise d'électrification rurale), se distingue dans le domaine de l'électrification rurale.

D'autre part, l'ITER dirige le projet *MACSEN-PV*, dont l'objectif est de soutenir la mise en œuvre de systèmes d'énergie renouvelable (PV) pour l'approvisionnement

électrique à Tenerife et au Sénégal, avec des actions destinées à améliorer les compétences des décideurs publics et des techniciens locaux. Ce projet compte également avec la participation des institutions suivantes: l'Agence insulaire de l'énergie de Tenerife (AIET), et pour le Sénégal, l'ASER et le CERER (Centre d'études et de recherches sur les énergies renouvelables). Une centrale PV pilote de 3 kW destinée à être raccordée au réseau est en cours de construction au siège du CERER (Dakar).

Mots clés: photovoltaïque, mini-réseau, Sénégal, transfert de technologie, renforcement des compétences, énergies renouvelables, approvisionnement électrique

1. INTRODUCTION

La situation énergétique du Sénégal, comme la plupart des pays africains, se caractérise par un faible pourcentage d'électrification rurale et l'impossibilité d'implanter des infrastructures traditionnelles de production et de transport d'énergie dans certaines zones. De plus, la plupart des pays dépendent énormément de d'énergie extérieure, possèdent un très grand nombre de générateurs diesel et présentent un coût élevé de l'électricité.

Depuis quelques années, la plupart de ces pays travaillent sur la mise en œuvre de nouvelles politiques susceptibles de fournir à la population un accès général à l'électricité et de déboucher sur le remplacement à long terme des combustibles fossiles par des sources d'énergies renouvelables. Nous nous trouvons donc à un point d'inflexion pour les nouvelles politiques et les nouveaux projets directement liés à l'utilisation de ressources d'énergies propres (renouvelables), visant à assurer le développement socioéconomique des pays africains, en particulier dans les zones rurales, de manière durable, tout en contribuant à relever le défi du changement climatique.

Dans ce contexte, les Îles Canaries constituent un lien entre l'Afrique et l'Europe, en jouant un rôle important en termes de

transfert de technologie et de renforcement des compétences. L'ITER, une référence technologique en matière d'énergies renouvelables dans les Îles Canaries, est activement impliqué dans divers projets basés sur la coopération technique, et en particulier au Sénégal.

2. MINI-RÉSEAU AU SÉNÉGAL GRÂCE À L'ÉNERGIE PV – PROJET DE RANÉROU

Le projet est né de l'intérêt du gouvernement du Sénégal pour la conception de systèmes d'énergies renouvelables permettant l'électrification de zones rurales reculées. Il a ensuite été communiqué au *Cabildo de Tenerife* (gouvernement insulaire), lequel a chargé l'ITER d'élaborer la mise en œuvre d'un projet pilote répondant à ces caractéristiques dans le cadre de la coopération "Tenerife con Senegal", compte tenu de sa vaste expérience dans le domaine.

Une fois le projet lancé, le village bénéficiaire a été identifié et les principales caractéristiques définies. Le gouvernement du Sénégal a proposé le village de Fourdou, dans la région de Ranérou (au nord-est du Sénégal), en raison de son isolement et de son faible développement économique. L'objectif principal du projet était de garantir un accès à l'énergie électrique d'origine solaire photovoltaïque, avec une priorité pour l'école et les équipements communautaires.

En novembre 2008, les techniciens de l'ITER se sont rendus à Fourdou, afin de présenter le projet à la communauté locale, sonder leurs attentes en matière de besoins essentiels et décider sur place la conception la plus adaptée pour l'installation.



IMAGE 1. VISITE TECHNIQUE À FOURDOU.
NOVEMBRE 2008

La première conception de l'installation était axée sur les utilisations éducatives, avec le système photovoltaïque installé sur le toit de l'école. Cette conception incluait également le montage d'un petit aérogénérateur et d'un système de communication par satellite, plus trois ordinateurs pour l'école. Néanmoins, après plusieurs réunions avec les représentants locaux de l'État sénégalais, la proposition initiale a subi d'importantes modifications. D'une part, l'éolienne a été écartée en raison de la difficulté à en assurer la maintenance et il a été décidé que l'installation fournirait également de l'énergie pour le centre sanitaire et l'éclairage public. D'autre part, l'installation d'un système de communication par satellite s'avérait inutile en l'absence d'opérateurs de réseaux mobiles dans la zone. La région dispose pourtant d'une couverture téléphonique GSM, mais ne permet que des transmissions de données à bande étroite. Par conséquent, le système de communication et les ordinateurs, inutiles sans possibilités de connexion, ont été exclus du projet. De plus, le gouvernement du Sénégal a exprimé le besoin d'une nouvelle salle de classe dans l'école de Fourdou, celles existantes étant endommagées. Le projet a donc inclus ce nouveau travail d'édification.

Les axes définitifs du projet ont été la mise en œuvre d'un plan de formation des techniciens locaux, la construction d'une nouvelle salle de classe pour l'école, l'installation d'un système photovoltaïque de 1,150 W et le câblage électrique du village pour l'approvisionnement électrique destiné aux utilisations communautaires.

L'une des premières activités du projet a consisté à élaborer un programme de formation. Ce dernier était initialement destiné à la formation des techniciens locaux pour l'installation et les tâches de maintenance, néanmoins, le gouvernement du Sénégal a suggéré que la formation soit redirigée vers l'ASER (Agence Sénégalaise D'Électrification Rurale). Cette dernière est l'organisme compétent au Sénégal pour les tâches concernant l'électrification rurale et ses techniciens disposent d'une vaste expérience dans le domaine des énergies renouvelables. C'est la raison pour laquelle le programme de formation a été revu et enrichi d'un contenu plus spécialisé, comme le raccordement aux réseaux de grands systèmes photovoltaïques ou



IMAGES 2 ET 3. TECHNICIENS DE L'ASER EN FORMATION À L'ITER. OCTOBRE 2009

le cadre réglementaire et administratif photovoltaïque. Le programme de formation s'est finalement déroulé en octobre 2009 et tant les Sénégalais que les techniciens de l'ITER l'ont considéré comme une expérience très satisfaisante et ont établi les liens nécessaires pour la poursuite du projet.

L'implication de l'ASER dans le projet, lors des différentes étapes de la conception de l'installation, ainsi que pour son lancement et sa validation, a été cruciale pour son déroulement. L'ASER a apporté sa connaissance de l'environnement local et son expérience dans les programmes de développement de l'électrification rurale au Sénégal, offrant ainsi la garantie d'un système adapté aux besoins réels de la population, mais aussi durable et reproductible.

La première phase comprenait également la construction de la nouvelle salle de classe pour l'école. Les propositions de trois sociétés locales contactées ont été examinées. La société *Germany Senegal Cooperation* (GSC) a finalement remporté le marché. En novembre 2009, les techniciens de l'ITER et de l'ASER se sont rendus à Fourdou pour constater l'avancement des travaux et se réunir une nouvelle fois avec les chefs de la communauté. Une fois sur place, ils ont constaté que les travaux ne se déroulaient pas selon les indications fournies et qu'ils étaient effectués par erreur dans la capitale, Ranéroù. Malgré ce contretemps, les travaux ont repris sur l'emplacement correct, le village de Fourdou, maintenant que Ranéroù était déjà connecté au réseau. La salle de classe a été finalement construite à Fourdou, en décembre 2009.

La visite de novembre 2009 a également été mise à profit pour décider du meilleur emplacement pour l'installation photovoltaïque,

correspondant au mieux aux besoins du village, avec des coûts et des pertes d'énergie minimums. L'ASER a élaboré un schéma général de l'installation et de ses utilisations. En se basant sur ce schéma et sur les exigences définies, l'ITER a pu concevoir la structure de support des panneaux photovoltaïques et acquies les différents équipements, les structures et les modules photovoltaïques étant de fabrication propre. L'installation finale est constituée des éléments suivants:

- 12 modules PV ITER ST125P et ST130P (9 installés, 1 pour les tests et 2 modules de rechange).
- 6 batteries 2 V de 731 Ah C100.
- 1 inverseur de 1 000 W.
- 1 contrôleur de charge.
- 5 réverbères, 25 lampes.
- Structure de support des panneaux photovoltaïques et instructions de montage.

Le montage de l'installation a été confié à une société locale, *Sol Treize*. L'ITER a rédigé les documents du projet de montage



IMAGE 4. PV INSTALLATION ET LOCAL TECHNIQUE. FOURDOU

détaillées, afin de garantir une installation correcte correspondant aux spécifications de conception. La structure a été entièrement montée dans les locaux de l'ITER, avant son expédition au Sénégal. Par ailleurs, les différentes pièces ont été marquées pour faciliter leur identification et s'assurer que le montage serait réalisé dans l'ordre adéquat. L'installation a été achevée en octobre 2010, date à laquelle le personnel technique de l'ASER s'est rendu sur place pour une visite technique de vérification et confirmer à l'ITER que l'installation était correcte et que l'équipement fonctionnait parfaitement.

En octobre 2011, après un an de fonctionnement, le personnel technique de l'ITER et de l'ASER s'est rendu à Fourdou une fois de plus pour vérifier les installations. Au cours de cette visite, les techniciens ont constaté que l'installation fonctionnait correctement et se trouvait en parfait état, notamment le système d'éclairage communautaire et l'approvisionnement électrique du centre de santé. Le local technique et son contenu ont également été contrôlés pour s'assurer que tout l'équipement prévu s'y trouvait, notamment les



IMAGE 5.
ÉQUIPEMENT À
L'INTÉRIEUR DU
LOCAL TECHNIQUE.
FOURDOU

batteries, le contrôleur de charge, l'inverseur, le compteur électrique fourni par l'ASER, un tableau électrique pour 220 Vca avec 4 interrupteurs et une minuterie pour le système d'éclairage de la place. Ont été également vérifiés, l'acide des batteries, le bon fonctionnement des panneaux photovoltaïques et le compteur électrique indiquant 300 kWh pendant l'année de fonctionnement. L'ensemble de l'école constituée de cinq salles de classe avait également été équipée d'un système d'éclairage, d'interrupteurs, de prises et d'ampoules à basse consommation.

La visite a également été l'occasion de rencontrer certaines des parties prenantes locales, dans le but de déterminer leur niveau de satisfaction par rapport à l'installation (le chef du village, le maître d'école, le président du comité de gestion de l'installation et le technicien responsable de la maintenance). En général, l'installation a reçu une évaluation très positive en raison des changements apportés à la vie du village. En particulier, le chef du village a mis l'accent sur l'éclairage de la place et du centre de santé. Le directeur de l'école a déclaré qu'à présent les enfants pouvaient continuer à étudier plus tard, tant sur la place que dans la salle de classe.

Concernant la maintenance préventive de l'installation, le technicien en charge de cette tâche, résident de Fourdou et sans formation antérieure, a été formé par l'ASER. Parmi ses tâches figurent le nettoyage des panneaux photovoltaïques et du local technique, la vérification et le remplissage du niveau d'eau des batteries. Il doit aussi informer et contacter l'ASER en cas de défaillance. Au cours de l'entretien, il a déclaré que jusqu'à la visite, le système n'avait connu aucune défaillance et il s'est montré très intéressé d'approfondir sa formation afin de mieux comprendre le système et être capable de résoudre de futurs incidents.

Le projet d'installation photovoltaïque initial est donc consolidé et fait partie intégrante de la communauté, améliorant les conditions de vie des habitants du village de Fourdou.

Il convient de souligner que ce type de projet doit être ouvert à des modifications et tenir compte des suggestions émises par les contreparties locales et issues des visites techniques destinées à s'assurer que l'installation finale répond à des besoins concrets et résout les problèmes éventuels susceptibles de survenir au cours de



IMAGES 6 ET 7. EXTÉRIEUR DE LA SALLE DE CLASSE CONSTRUITE À FOURDOU ET RENCONTRE AVEC LE TECHNICIEN DE MAINTENANCE. VISITE DE CONTRÔLE DU PROJET EN OCTOBRE 2011

sa mise en œuvre. L'installation n'est pas très grande et n'est pas la première à être réalisée au Sénégal, mais le projet comprend d'autres valeurs ajoutées pour sa reproduction, notamment l'étroite collaboration avec la contrepartie locale (ASER), le recrutement de sociétés locales, le programme de formation et le fait que l'installation sera utilisée pour générer des revenus destinés à assurer sa maintenance. Le comité de gestion de l'installation offre un service de recharge de téléphones mobiles au prix de 150 francs CFA par chargement, compétitifs par rapport au tarif de 200 francs CFA pratiqué dans la ville proche de Ranérou, la capitale du département. L'argent collecté est utilisé pour la maintenance de l'installation.

3. PROJET MACSEN - PV – PROMOTION DES SYSTÈMES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES RACCORDÉS AU RÉSEAU À TENERIFE ET AU SÉNÉGAL



Le Projet MACSEN - PV, lancé dans le cadre du programme européen PCT-PAC 2007 – 2013, est une plate-forme pour la coopération technique dans le domaine de l'intégration des énergies renouvelables aux réseaux électriques aux Canaries et au Sénégal. Son objectif



IMAGE 8. RÉUNION TRANSNATIONALE DU MACSEN-PV DANS LES LOCAUX DE L'ASER, DAKAR, OCTOBRE 2010

principal est d'améliorer les compétences des décideurs publics et des techniciens locaux pour soutenir la mise en œuvre des énergies renouvelables dans l'approvisionnement électrique de ces régions. Son principal résultat attendu est la mise en place d'une nouvelle législation et planification de l'énergie permettant de contribuer au développement socioéconomique des régions participantes, à la réduction de la dépendance vis-à-vis de l'énergie extérieure et des combustibles fossiles, et à la consolidation des réseaux électriques. Par ailleurs, le projet contribuera à la formation de ressources humaines locales, pour qu'elles puissent fournir, concevoir, installer et entretenir de telles installations. De plus, il sera reproductible et servira d'exemple à suivre pour les régions voisines. Comme résultat concret, un système PV de 3 kWc raccordé au réseau a été installé dans les locaux du CERER (Dakar).

L'ITER est chargé de l'exécution de ce projet, auquel participent les partenaires suivants: AIET (Agence Insulaire de L'Énergie de Tenerife), ASER (Agence Sénégalaise D'Électrification Rurale) et CERER (Centre D'Étude et de Recherches sur les Énergies Renouvelables). Le projet a débuté en octobre 2010 et s'achèvera en décembre 2012.

Bien qu'il s'agisse de deux régions différentes, les caractéristiques des systèmes électriques des Îles Canaries et du Sénégal présentent certaines similitudes en termes d'isolement et de dépendance vis-à-vis de sources extérieures, ce qui pourrait les rendre vulnérables à une augmentation des prix ou à des problèmes d'approvisionnement.

Le projet se divise en phases séquentielles qui permettent de contrôler son évolution et de le gérer correctement:

1. Analyse de l'environnement. Rédaction de plusieurs rapports destinés à définir les principaux besoins existants et les problèmes concernant l'intégration au réseau des systèmes d'énergies renouvelables et les options disponibles pour les régler. Ces études serviront de point de départ pour les phases suivantes du projet.
2. Renforcement des compétences des institutions publiques concernées pour l'établissement d'un cadre législatif favorable.
3. Renforcement des compétences des ressources humaines locales, grâce au transfert de technologie vers les entités de formation des régions participantes.
4. Installation d'un système photovoltaïque pilote de 3 kWc connecté au réseau électrique dans les locaux du CERER (Dakar).

Le projet inclut également des activités de gestion et de diffusion visant à établir des liens de coopération technique entre les partenaires, et à amplifier son impact et reproductibilité.

Les rapports techniques ont déjà été réalisés conjointement par les partenaires participants (ITER, AIET, ASER et CERER). Ils ont permis d'identifier les ressources disponibles, les prévisions de croissance de la demande énergétique, la législation existante, les principaux besoins du marché de l'électricité et les carences en matière de formation dans ce domaine dans les régions participantes. Les rapports sont disponibles en téléchargement sur le site Internet du projet, en espagnol et en français.

Des supports et des outils pédagogiques destinés aux techniciens des institutions publiques compétentes et aux formateurs ont été élaborés sur la base des conclusions de ces rapports préalables. Plus concrètement, MACSEN-PV a conçu un "Guide du gestionnaire public pour l'intégration des énergies renouvelables dans l'approvisionnement du réseau électrique et les applications isolées" et plusieurs "documents de support pour les enseignants des lycées et des collèges". Ces matériaux ont été spécifiquement



IMAGE 9. ATELIER TECHNIQUE MACSEN-PV POUR LES ENSEIGNANTS. DAKAR. 10 NOVEMBRE 2012

distribués à des groupes cibles bénéficiaires des actions qui se sont déroulées lors de séminaires techniques du projet, organisés tant à Tenerife qu'au Sénégal. Ils peuvent également être téléchargés sur le site Internet du projet, en espagnol et en français. En outre, ce site Internet comprend un bureau consultatif en ligne qui propose des documents, des liens et des outils d'intérêt liés à la planification énergétique, l'enseignement et la formation, et aux opportunités d'emploi dans le secteur.



IMAGE 10. TECHNICIEN DE LA SOCIÉTÉ D'INSTALLATION LOCALE TRAVAILLANT SUR L'UNITÉ DE 3 KWC AU CÉRER. NOVEMBRE 2012

Le projet s'achève par l'installation d'une unité photovoltaïque de 3 kWc raccordée au réseau, au siège du CERER à Dakar. Cette installation sera inaugurée en décembre 2012 en présence des représentants du gouvernement sénégalais et de l'île de Tenerife. Ce système photovoltaïque constitue une étape clé dans le développement des énergies renouvelables au Sénégal, car il s'agit de la première installation raccordée au réseau électrique conventionnel sénégalais. Il constituera le point de départ pour élaborer l'intégration à venir des systèmes distribués de sources renouvelables dans le réseau sénégalais, destinés à constituer une solution pour le modèle basé sur les mini-réseaux isolés du Sénégal. De plus, à travers le CERER, l'installation servira de plate-forme de démonstration et de formation pour les techniciens locaux. C'est pour cette raison que sa conception a été adaptée par l'ITER en tenant compte des spécificités du réseau sénégalais et en optimisant son utilisation démonstrative et éducative.

Le site Internet <http://macsen-pv.iter.es>; la page Facebook www.facebook.com/MacsenPV et l'adresse électronique suivante: macsenpv@iter.es ont été conçues pour la publication des dernières nouvelles et des résultats principaux du projet, ainsi que pour faciliter l'interaction avec les personnes et les entités intéressées.

AUTEUR

Mónica Alonso López. Directrice de l'Agence de l'énergie de Tenerife.

www.agenenergia.org
www.iter.es

TROISIÈME PARTIE
**MARCHÉS, ENTREPRISES
ET MÉCANISMES DE FINANCEMENT
DES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

LES MARCHÉS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES POUR L'ÉLECTRIFICATION RURALE

POTENTIEL DU MARCHÉ, MODÈLES ÉCONOMIQUES ÉPROUVÉS ET DÉFIS ACTUELS POUR L'ÉLECTRIFICATION DURABLE DES COMMUNAUTÉS RURALES DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

SIMON ROLLAND
ARE

RÉSUMÉ

Un cinquième de la population mondiale n'a pas accès à l'électricité. Uniquement en Afrique, 500 millions de personnes sont dans ce cas. Pour elles, les technologies liées aux énergies renouvelables (ER) offrent des solutions idéales, en particulier lorsque l'augmentation des énergies conventionnelles représente une charge, aussi bien pour les utilisateurs locaux que pour les collectivités territoriales. L'idée dominante, selon laquelle les projets en matière d'énergies renouvelables, dans les pays en développement ne peuvent pas être rentables est fautive et doit être revue. Un grand nombre de modèles économiques couronnés de succès constituent la preuve de la viabilité économique des technologies liées aux énergies renouvelables dans ces régions. Malheureusement, leur potentiel n'a pas encore été pleinement réalisé et de nombreux défis restent à relever pour y parvenir.

La région de la CEDEAO présente des conditions propices pour la mise en œuvre de solutions d'énergies renouvelables, comme les projets d'énergie solaire, hydraulique et éolienne. Les systèmes solaires domestiques, par exemple,

sont particulièrement bien développés dans la région, alors que plusieurs formes hybrides de production d'électricité constituent également des options concrètes pour les populations locales. Certains obstacles subsistent, notamment le manque de financement, une réglementation inadéquate ou un soutien insuffisant des pouvoirs publics locaux. Cependant, si ces défis sont abordés de façon appropriée, ils peuvent être surmontés, et les communautés locales bénéficier des avantages de l'électricité, tout en attirant davantage d'investissements du secteur privé pour ces marchés rentables.

Mots clés: électrification rurale, énergies renouvelables, hors réseau, Afrique, CEDEAO, solaire, éolien, hydraulique, Alliance pour L'Électrification Rurale, renforcement des compétences.

1. INTRODUCTION

Les avantages de la technologie peuvent prendre des formes diverses et pour un petit village sur une petite île d'un petit pays africain, ils ont signifié les premières 24 heures d'électricité le 9 février 2012.

Le village de Monte Trigo se trouve à l'extrémité ouest du continent africain – le village le plus à l'ouest, sur l'île la plus à l'ouest du pays le plus à l'ouest du continent, le Cap-Vert. Le bateau est le seul moyen de communication avec la communauté de 60 familles, laquelle dépend totalement de la pêche et du commerce avec les villages des alentours. Le besoin de glace est une question de survie pour ses habitants: elle est indispensable pour conserver le poisson, ce qui explique les trajets constants de cinq heures (dans les deux sens) jusqu'à São Vicente, la grande île la plus proche pour y acheter de la glace. Cette solution est tout sauf efficace, ce précieux temps perdu pourrait être consacré à d'autres activités économiques ou sociales.

Cette dépendance du diesel exerçait une pression croissante sur la fragile économie de l'île. Ainsi, trouver une source d'énergie

propre, fiable et abordable était devenu une priorité pour la communauté. L'installation d'un système solaire hors réseau a semblé constituer la réponse à tous ces besoins.

Les collectivités locales se sont mobilisées et, avec l'aide de la Facilité ACP-UE pour l'énergie, une mini centrale électrique photovoltaïque a été installée, capable de produire une moyenne de 74 kWh par jour. Depuis, la vie de la communauté a été bouleversée en profondeur: un utilisateur a acheté son premier réfrigérateur (classe énergétique A+) et des ouvriers locaux ont apporté une machine à souder d'un village proche pour réparer une structure défaillante. Pour la première fois, des résidents ont pu utiliser de tels appareils dans le village. Finalement, il est prévu qu'avec deux machines à glace, capables de produire jusqu'à 500 kg par jour, la production d'énergie solaire supplémentaire étende les activités commerciales sur lesquelles repose l'économie du village.

Avant l'installation de la mini-centrale électrique photovoltaïque, ces 60 familles n'étaient qu'une petite fraction du 1,4 milliard de personnes sans accès à l'électricité dans le monde, dont 85% vivent dans des zones rurales des pays en développement. Uniquement dans la région de la CEDEAO, le nombre de personnes sans accès à l'électricité approche les 200 millions. Des villages comme celui de Monte Trigo offrent la preuve du potentiel des énergies renouvelables hors réseau dans les pays en développement en général et dans la région de la CEDEAO en particulier. Ils démontrent également que les qualités techniques, la fiabilité et la souplesse des énergies renouvelables hors réseau fonctionnent parfaitement dans de telles situations.

2. LE CAS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES HORS RÉSEAU DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

L'électrification des zones reculées est abordée selon trois approches. La première consiste simplement à étendre le réseau national, mais il s'agit au mieux d'un espoir à long terme pour de nombreuses régions des pays en développement. Les services publics nationaux sont souvent confrontés à des problèmes de stabilité du réseau et se

concentrent sur la croissante demande des populations urbaines. Les extensions coûteuses vers des zones rurales figurent loin sur la liste des priorités, en particulier dans les régions où les terrains sont difficiles à traverser, ce qui entraîne une augmentation considérable des coûts. L'extension du réseau peut coûter jusqu'à 15 960 dollars au Sénégal ou 19 070 dollars au Mali.

La seconde approche est basée sur des technologies hors réseau de petites dimensions et autonomes. La dispersion des localités rurales est parfaitement adaptée à ces solutions, en particulier avec des sources d'énergie renouvelables qui sont souvent moins chères que les alternatives traditionnelles dans les lieux isolés. Les systèmes domestiques d'énergies renouvelables à petite échelle, conçus pour alimenter des maisons individuelles, représentent une solution parfaite relativement abordable pour des gens à faibles revenus, et de maintenance facile.

Le potentiel pour les systèmes solaires Pico et les systèmes solaires domestiques est particulièrement remarquable. Ces petits dispositifs sont souvent à la portée des poches de la plupart des populations rurales des pays en développement et constituent des solutions immédiates et abordables pour ces communautés. De plus, lorsqu'ils sont trop coûteux pour les utilisateurs finaux, des modèles économiques matures (principalement fondés sur le microcrédit et la rémunération à l'acte) ont été mis en place pour compenser le déficit. C'est pourquoi des pays comme le Sénégal et le Mali, tous deux jouissant d'excellentes conditions naturelles présentes dans toute la région de la CEDEAO, bénéficient de ces technologies à travers des systèmes basés sur la concession et la rémunération à l'acte pour augmenter l'accès à l'énergie.

Au Mali, l'Agence Malienne pour le Développement de l'Énergie Domestique et de l'Électrification Rurale (AMADER), en collaboration avec le Centre National de l'Énergie Solaire et des Énergies Renouvelables (CNESOLER), travaillent à l'installation de systèmes solaires domestiques dans le pays. Leur objectif est de fournir près de 700 systèmes solaires à des fins communautaires et institutionnelles, et plus de 11 000 systèmes solaires domestiques pour des ménages locaux. Finalement, 70 000 personnes de plus devraient avoir accès à l'électricité en 2015.

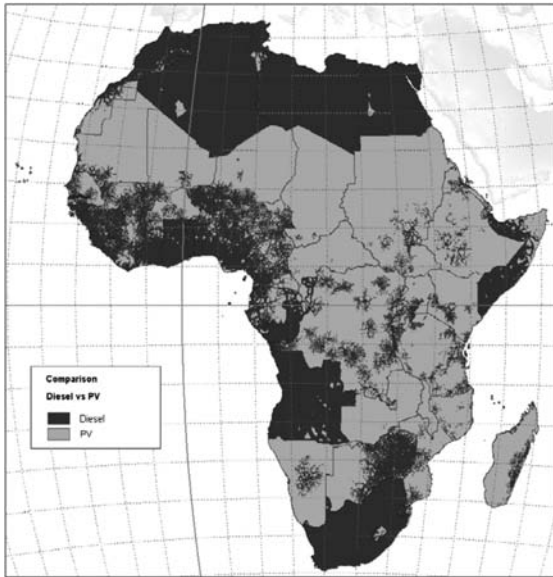


FIGURE 1. OPTIONS HORS-RÉSEAU: COMPARAISON ÉCONOMIQUE DU DIESEL PAR RAPPORT AU PV. SOURCE: "ENERGY SOLUTIONS IN RURAL AFRICA: MAPPING ELECTRIFICATION COSTS OF DISTRIBUTED SOLAR AND DIESEL GENERATION VERSUS GRID EXTENSION". JRC 2011
COMPARAISON DIESEL/PV

La FRES (Fondation pour les Services Énergétiques en Zone Rurale), l'un des opérateurs privés chargés de la gestion d'une concession au Mali, utilise également des solutions d'énergie solaire pour électrifier des communautés isolées. En 2012, la fondation a déjà installé et maintenu 85 kWc de systèmes solaires domestiques et approvisionné plus de 4 000 personnes. Pour son projet, elle emploie le modèle de rémunération à l'acte, grâce auquel les clients versent une somme mensuelle pour l'électricité fournie, selon des coûts équivalents à la source d'énergie conventionnelle locale, comme les bougies et le kérosène. Les systèmes installés sont la propriété de la FRES, par conséquent, l'investissement des consommateurs finaux est très faible et l'organisation assure également leur maintenance et leur fonctionnement efficace. Les frais mensuels allaient de 12 à 20 euros, mais après la réception d'une subvention de la part de l'AMADER, ils ont baissé de manière significative.

La troisième approche de l'électrification rurale consiste à installer et gérer des mini-réseaux alimentés par une centrale électrique centralisée ou des systèmes distribués, capables de fournir de l'électricité aussi bien aux appareils domestiques qu'aux entreprises locales.

Ils peuvent être alimentés soit par des combustibles fossiles (souvent le diesel), soit par des énergies renouvelables, ou encore par des ressources hybrides. Le diesel reste très largement utilisé en raison de l'idée persistante, souvent fautive, qu'il s'agit d'une option moins coûteuse. Cependant, avec un modèle économique solide destiné à lever les principaux obstacles – le coût d'investissement initial, la maintenance du système à long terme et un travail intense de renforcement des compétences – les mini-réseaux à énergies renouvelables ou hybrides pourraient très bien devenir une solution courante pour des centaines de milliers de villages et de communautés à travers le monde. De nombreux exemples de cette évolution existent déjà en Afrique de l'Ouest. INENSUS, une société allemande, a électrifié plus de 160 foyers au Sénégal, à travers une approche entièrement commerciale (mais durable). Grâce à son modèle économique de micro électrification, la société, en collaboration avec L'Agence de Coopération pour le Développement Allemande, a installé des systèmes hybrides éolien-solaire-diesel et atteint plus de 2 000 personnes dans les deux premiers villages pilotes. INENSUS prévoit dans les prochaines années d'électrifier 100 villages au Sénégal au moyen du même concept.

En général, les mini-réseaux d'énergies renouvelables ou hybrides constituent la solution idéale pour réduire les coûts liés aux nombreuses générateurs diesel installées dans toute la région de la CEDEAO. La simple injection d'électricité obtenue à partir d'énergies renouvelables dans les mini-réseaux basés sur le diesel peut réduire sensiblement les factures de diesel de nombreuses communautés (et, plus largement, des pays qui subventionnent souvent fortement le diesel), tout en évitant des investissements importants en matière d'infrastructures. En 2010, les pays voie développement ont reçu 4,09 milliards de dollars au titre de subventions liées à la consommation de combustibles fossiles. 8 % seulement de cette somme a atteint les 20 % des plus pauvres de ces

pays. En 2012, ces subventions devraient atteindre 630 milliards de dollars (Oil Change International, 2012). Si l'on prend l'exemple du Nigéria, la capacité installée des mini-réseaux est supérieure à la capacité nationale raccordée au réseau et ces tendances (affectant tous les systèmes, quelle que soit leur taille) sont présentes dans de nombreux pays, ce qui prouve encore une fois l'importance de l'hybridation des mini-réseaux.

Outre l'énergie solaire, l'autre technologie largement employée sur les marchés en développement est la petite hydroélectricité. Celle-ci s'avère particulièrement importante dans les zones disposant de ressources hydrauliques abondantes, notamment l'Asie du Sud-est et certaines parties de l'Afrique subsaharienne. L'Afrique de l'Ouest, du Sud et Centrale offrent le potentiel le plus important pour la petite hydroélectricité sur le continent, mais des pays comme le Nigéria et le Ghana offrent des opportunités considérables pour le secteur. Il y a quelques années, seulement au Nigéria, il existait un potentiel pour 300 nouveaux sites correspondant à plus de 734 MW. En 2011, la capacité totale des projets de petite hydroélectricité prévus dans la région de la CEDEAO s'élevait à près de 82 MW. Comparée à d'autres technologies, celle-ci peut demander un investissement initial important pour les infrastructures, mais l'électricité est produite à un prix très compétitif.

Le petit éolien, une technologie qui reste relativement inconnue dans ces régions, constitue une autre option intéressante pour l'Afrique. Selon un rapport récent publié par *Pike Research*, le marché mondial pour les technologies éoliennes à petite échelle devrait plus que doubler entre 2010 et 2015, et cette expansion concernera surtout les marchés en développement ou émergents. Il est vrai que les vitesses de vent peu élevées en Afrique de l'Ouest ne permettent pas d'installer des éoliennes partout dans la région, mais certains sites offrent tout de même des caractéristiques favorables. De plus, le petit éolien est parfaitement adapté aux systèmes hybrides dans lesquels il peut être combiné avec notamment le solaire ou le diesel, créant ainsi davantage de possibilités en termes de conception et d'application. Par exemple, la *Sun and Wind Factory*, un membre hollandais de l'ARE, a récemment installé un système hybride de pompage et de production d'électricité éolien-solaire-hydro dans

un orphelinat en Gambie. Une éolienne d'une capacité de 1,5 kW a été installée parallèlement au système énergie solaire.

Les technologies hors réseau n'offrent pas seulement une flexibilité unique leur permettant de s'adapter à des conditions sociales, économiques et géographiques diverses. Pour les communautés locales, elles offrent de multiples avantages à différents niveaux, avec un impact positif sur la santé, l'environnement local, l'égalité de genre et la croissance économique. Bien que les technologies aient atteint une maturité suffisante pour relever les défis de l'électrification, les difficultés demeurent pour attirer des acteurs et des investisseurs privés, lesquels seront critiqués pour étendre l'impact des efforts réalisés. La plupart des sociétés privées hésitent toujours à pénétrer ces marchés, pour des raisons diverses: depuis la conviction que les bénéfices seront faibles, jusqu'à des stéréotypes partiellement vrais concernant l'environnement politique et commercial de ces pays.

3. AU-DELÀ DE LA CHARITÉ, UN MARCHÉ RENTABLE

L'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), un organisme qui n'a jamais soutenu franchement les énergies renouvelables à petite échelle, a récemment confirmé le potentiel des marchés d'énergies renouvelables par mini-réseaux et hors réseau et publié des chiffres significatifs. Selon ces derniers, si l'on veut atteindre un accès universel à l'électricité en 2030, 949 TWh de production supplémentaire seront nécessaires sur les marchés en développement et émergents. 42 % de cette production additionnelle (399 TWh) devraient provenir de mini-réseaux et 18 % (171 TWh) de systèmes hors réseau isolés. Bien sûr, ces chiffres ne font que mettre en valeur un potentiel, mais ils constituent également un signe important de la part de l'une des voix les plus influentes sur les questions énergétiques. Suivant la même logique, le Centre Régional de la CEDEAO pour les Énergies Renouvelables et L'Efficacité Énergétique (CEREEC) a identifié un potentiel extraordinaire pour les mini-réseaux dans toute la région. Ces possibilités n'attendent plus que les entrepreneurs audacieux, après l'implantation des conditions préalables indispensables pour les investissements privés.

Il est faux de penser que dans les pays en développement, les énergies renouvelables ne doivent leur existence qu'aux subventions. Le financement public joue un rôle fondamental pour ce qui est d'accélérer l'accès à l'énergie, mais les énergies renouvelables hors réseau existent également sous la forme de marchés régis par des règles commerciales. Plusieurs sociétés, dont la plupart sont membres de *L'Alliance pour L'Électrification Rurale*, ont élaboré des modèles économiques sans aucune ou très peu de subventions, très rentables pour les parties prenantes impliquées, depuis les fournisseurs de technologies jusqu'aux opérateurs et aux consommateurs (voir nos études de cas), notamment dans la région de la CEDEAO.

La capacité des utilisateurs finaux à payer des services d'énergies renouvelables en Afrique est souvent signalée comme l'un des principaux obstacles au développement de ces énergies. Cependant, dans plusieurs pays, les systèmes solaires domestiques ou Pico photovoltaïques sont très fréquemment payés comptant par les consommateurs ou remboursés à l'aide d'un micro-financement à court terme. Ce type de modèle économique – micro-crédit, rémunération à l'acte et autres – permet à de nombreuses personnes des pays en développement de disposer d'ores et déjà des technologies liées aux énergies renouvelables, malgré les obstacles initiaux en matière de financement.

Ces mécanismes ont été conçus pour aider les individus à accéder à ces technologies durables et économiques. Au Kenya, la période d'amortissement d'un petit système photovoltaïque constitué d'un panneau solaire, d'une lampe et d'un chargeur de téléphone portable ne s'étend que sur quelques mois. En effet, le coût de ce type de système de petites dimensions s'élève environ à 18 dollars, alors que les habitants locaux dépensent déjà 2 dollars par mois pour recharger leurs téléphones et acheter du kérosène pour l'éclairage. De la même façon, une approche selon la rémunération à l'acte, comme celle utilisée par la FRES au Mali, permet aux consommateurs de payer environ le même montant mensuel que celui qu'ils auraient déboursé pour acheter du kérosène et des bougies.

4. MODÈLES ÉCONOMIQUES ADAPTÉS (MAIS REPRODUCTIBLES)

Le succès du processus d'électrification des pays en voie de développement repose sur le choix de modèles économiques permettant aux utilisateurs finaux d'accéder à l'électricité à des prix abordables. Le secteur privé, les gouvernements et les ONG en sont conscients, ce qui explique le nombre croissant de modèles économiques innovateurs et déjà testés et éprouvés.

Le modèle économique le plus approprié dépend en grande partie de la technologie et de la source utilisée. Aucune solution n'est parfaite. Pourtant, certaines caractéristiques peuvent être reproduites et appliquées à des cas particuliers.

En ce qui concerne les systèmes solaires domestiques mentionnés plus haut, les deux modèles économiques les plus répandus pour financer les projets en matière d'énergies renouvelables sont le microfinancement et le microcrédit. Le microfinancement correspond à deux approches différentes: le modèle "à une main" (Bangladesh/Grameen Shakti) et le modèle "à deux mains" (Sri Lanka/SEEDS). Les modèles de microcrédit, comme les rémunérations à l'acte et le bail/location, sont généralement gérés par des fournisseurs de services et, dans ce cas, le fournisseur d'énergie est propriétaire du système et fournit uniquement un service, notamment la maintenance et l'assurance qualité. Cette approche diffère du micro-financement, où le consommateur obtient la propriété du système après la période de remboursement. Dans le cas du modèle bail/location, le bailleur reste le seul propriétaire du système et est donc responsable de la maintenance et des réparations.

Dans le cas des mini-réseaux, un grand nombre de modèles économiques ont été employés sur différents continents, notamment en Afrique. Si, par exemple, le mini-réseau prévu se trouve dans une région isolée et ne parvient pas à attirer les investissements du secteur privé ou l'intérêt des services publics, le modèle basé sur la communauté peut s'y substituer. Dans ce cas, la communauté devient le propriétaire et l'opérateur du système. Elle fournit la maintenance, perçoit les paiements et est responsable des services de gestion.

D'autres types de modèles sont fondés sur le secteur privé, le secteur public, ou sont hybrides. En combinant différentes structures de propriété, comme un partenariat public-privé, ou en collaborant avec la communauté locale, cette dernière fournit des solutions adaptées au site et personnalisées. La mise en œuvre est plus difficile, mais dans la plupart des cas elle s'est avérée plus avantageuse sur le long terme.

L'utilisation croissante de ces modèles économiques conduit à une présence de plus en plus importante des sociétés privées sur les marchés des énergies renouvelables dans les pays en développement. Plus amples informations sont fournies dans l'étude de cas ci-dessous.

5. AUTRES OBSTACLES

Les solutions technologiques sont disponibles et avec des modèles économiques appropriés, elles sont à la portée des consommateurs, alors pourquoi les technologies hors réseau ne sont-elles pas plus largement répandues dans les pays en développement?

Malgré l'augmentation de la capacité hors réseau installée, la situation globale en Afrique devrait empirer – la croissance rapide de la population étant supérieure à la faible augmentation des taux d'électrification – si les défis que présentent les zones rurales ne sont pas abordés de manière adéquate. Tout d'abord, les pays en développement souffrent d'un manque d'éducation et d'information sur les énergies renouvelables à tous les niveaux. Les autorités nationales et locales n'ont pas encore pris conscience de l'importance des technologies liées aux énergies renouvelables et les banques et les agences de crédit n'ont pas totalement assimilé les structures financières spécifiques à ces technologies (coûts initiaux élevés, exploitation et maintenance peu coûteuses = retour sur investissement plus long).

D'autre part, les politiques énergétiques manquent souvent de vision à long terme et sont peu claires dans de nombreux pays. Dans le secteur de l'électrification rurale, où une approche programmatique est primordiale (par exemple dans les zones où les

systèmes de mini-réseaux ou hors réseaux devraient être prioritaires), la stabilité et une vision à long terme sont essentielles pour prendre des décisions en matière d'investissement. De plus, les décideurs ont tendance à insister sur les coûts à court terme et l'approvisionnement, laissant dans l'ombre les avantages à long terme de technologies propres moins coûteuses. Il s'ensuit que la majeure partie des investissements dans le domaine énergétique est destinée à l'extension du réseau, l'électrification urbaine, aux grandes centrales électriques hydrauliques, au gaz ou au charbon et, évidemment, aux subventions destinées au diesel.

Pour surmonter ces obstacles, les solutions sont claires: des stratégies d'électrification rurale à long terme accessibles au public, une réglementation flexible et normalisée pour encourager l'élaboration des projets et le respect des normes de qualité de tous les fabricants visant à inspirer confiance dans les technologies. Les politiques appropriées d'aide aux projets en matière d'énergies renouvelables sont encore peu nombreuses et rarement mises en œuvre. Comme pour d'autres secteurs économiques, la mise en œuvre des projets est entravée par les incertitudes, en particulier dans un secteur où les investissements doivent être réalisés sur une longue période.

La question du financement doit également être abordée de façon à augmenter la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable. Outre le micro-financement, le financement des entreprises (emprunt ou capitaux propres) reste la solution de financement la plus importante (et la plus difficile) pour favoriser le développement du marché. L'accès à un financement abordable, associé à des modèles économiques solides et reproductibles visant à assurer la durabilité des projets, constitue le levier économique clé pour l'électrification rurale. Le renforcement des capacités dans le secteur bancaire, ainsi que des instruments d'appui comme les mécanismes de garantie contre les risques, seront cruciaux pour assurer un accès étendu au financement au niveau local.

Il faut enfin reconnaître que l'électrification rurale, à elle seule, ne conduit pas à réduire la pauvreté et à augmenter le développement global des pays. En fait, si l'électrification rurale constitue

un prérequis indispensable à la croissance économique et au développement durable, elle doit avant tout être considérée comme un outil pour leur expansion. Seule la croissance économique pourra rendre l'électrification rurale réellement durable et vice-versa. Par conséquent, cette dernière doit toujours s'intégrer dans une perspective plus large du développement rural basé sur l'électricité et l'accès à cette dernière.

6. UNE POLITIQUE ACTIVE ET UNE COOPÉRATION MONDIALE

En effet, l'une des leçons fondamentales apprises depuis le début des technologies d'énergies renouvelables hors réseau, dans les années 1970, est que l'accès à l'énergie ne suffit pas à mener au développement et au progrès au niveau mondial. Cependant, il s'agit d'une étape essentielle et incontournable vers le changement social, économique et environnemental, la lutte contre les maladies, l'élimination de l'analphabétisme, l'autonomisation des femmes et l'amélioration des conditions de vie.

Les projets mis en œuvre en Afrique, en Asie et en Amérique latine peuvent s'avérer rentables, tout en améliorant la vie des millions de personnes qui habitent dans ces régions et se battent pour un avenir meilleur. Comme l'a déclaré le Secrétaire Général des Nations Unies: "Ne nous limitons pas à maudire l'obscurité. Éliminons-la, et ce faisant, créons des opportunités et de l'espoir pour tout un chacun".

RÉFÉRENCES

- [1] AIE, 2011. *World Energy Outlook 2011*. Agence Internationale de l'Énergie (AIE), 2011.
- [2] ARE, 2011. *Hybrid mini-grids for rural electrification: lessons learned*. Alliance pour l'électrification rurale (ARE), Mars 2011.
- [3] FRES, 2012. *About FRES*. Fondation pour les services énergétiques en zone rurale (FRES), 2012.

- [4] INENSUS, 2011. *Rural electrification: A public-private partnership for innovative projects in Senegal*. INENSUS, 2011.
- [5] GTZ, 2010. *Policy and regulatory framework conditions for small hydro power in Sub-Saharan Africa. Discussion paper*. Coopération technique allemande (GTZ), Juillet 2010.
- [6] CEREEC, 2011. Kappiah, Mahama. *Regional policy and potential for renewable energy development in West Africa*. Présentation lors de la conférence sur les énergies renouvelables et le genre organisée par l'AREA, à Abuja, au Nigéria. Centre régional de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (CEREEC), 30 Juin 2011.
- [7] Pike Research, 2011. *Small Wind Power. Demand Drivers and Barriers, Technology Issues, Competitive, Landscape, and Global Market Forecasts*. Pike Research, 2011.
- [8] The Sun and Wind Factory, 2012. *Water pumping system - The Gambia*. The Sun and Wind Factory, 2012.
- [9] AIE, 2011. *Generation requirements for universal electricity access, 2030*. World Energy Outlook 2010. Agence internationale de l'énergie (AIE), 2011.
- [10] Ashden, 2011. Dawson, Gloria. *Solar power in the Global South: an affordable alternative to rising kerosene prices*. The Ashden Awards for Sustainable Energy, 8 Juin 2011.
- [11] ARE, 2011. *Hybrid mini-grids for rural electrification: lessons learned*. Alliance pour l'électrification rurale (ARE), Mars 2011.

AUTEUR

Simon Rolland, Secrétaire général de l'Alliance pour l'électrification rurale.

www.ruralelec.org

LE FINANCEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE DES ÉTATS D'AFRIQUE DE L'OUEST: UN APERÇU DE LA SITUATION ET DES DÉFIS ACTUELS

PUNJANIT LEAGNAVAR
UNEP

RÉSUMÉ

Cet article donne un aperçu du financement des énergies renouvelables dans la Communauté Économique des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). L'absence actuelle de données disponibles constitue un obstacle à l'investissement privé dans la région, car elle ébranle la confiance des investisseurs et augmente le risque perçu. Un obstacle que la région doit surmonter si elle veut promouvoir et accroître les investissements financiers en matière de techniques d'exploitation des énergies renouvelables.

Mots clés: financement, CEDEAO, énergies renouvelables, politique

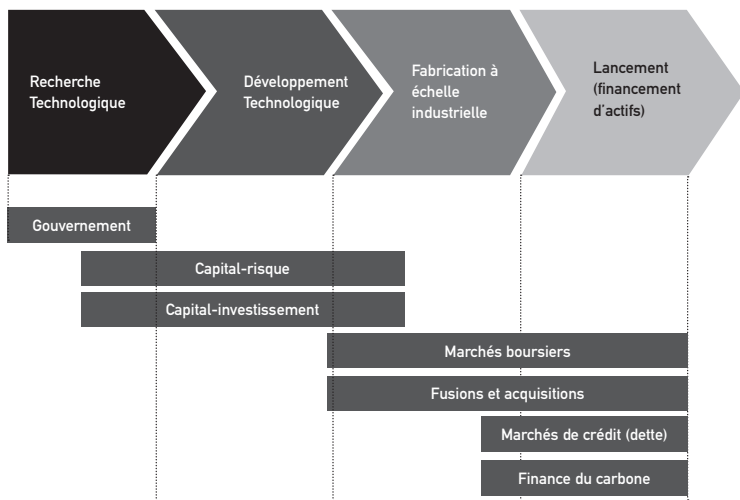
1. LE PROFIL DE LA CEDEAO: L'INVESTISSEMENT FINANCIER DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'approvisionnement en énergies renouvelables dans les pays de la CEDEAO représente non seulement une opportunité de participer à l'atténuation du changement climatique, mais aussi au développement

socioéconomique local. Malgré la grande disponibilité de ressources énergétiques renouvelables dans la sous-région, notamment de bioénergie, d'énergie solaire et éolienne, il existe encore de sérieux obstacles au développement d'un marché auto-suffisante d'énergies d'origine renouvelable.

La sous-région est confrontée à un grand défi: garantir les nouvelles capacités de production, actuelles et futures, alors que l'écart entre l'offre et la demande est supérieur à 40 %. À cela s'ajoutent une série d'entraves spécifiques à l'investissement, particulièrement prononcées dans la sous-région, telles que la compétitivité des coûts des technologies propres, l'absence de politiques d'incitation et le manque d'informations sur les énergies renouvelables pour les investisseurs. [1]

FIGURE 1
FUNDING DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE (PNUE, 2011)



Pour identifier et explorer le potentiel des énergies renouvelables, tout en soutenant la poursuite des OMD et en ouvrant la voie vers une économie verte, il est nécessaire de réaliser un investissement majeur qui soit en mesure d'assurer la mécanique de financement des énergies renouvelables. Ce chapitre passe brièvement en revue

les perspectives actuelles d'investissement financier pour la sous-région de la CEDEAO et propose des solutions prêtes à l'emploi, destinées à garantir les futurs investissements.

Jusqu'à présent, les infrastructures énergétiques de la sous-région étaient financées au moyen de fonds du secteur public. Cependant, les tendances actuelles révèlent un renversement progressif de la situation, qui se traduit par l'augmentation du financement privé dans de grands projets d'infrastructures énergétiques. Il demeure toutefois urgent de lever l'incertitude entourant les énergies renouvelables et de parer aux risques perçus par les éventuels investisseurs. Afin d'encourager cette tendance à l'investissement, la région africaine a mis au point un cadre d'action pour l'investissement. Ce cadre, défini par la Banque Africaine de Développement, décrit les principaux objectifs de sa plateforme d'investissement en énergies propres: [2]

- Accélérer la réduction de la pauvreté et de la vulnérabilité liées à l'énergie en améliorant l'accès des ménages et des petits opérateurs économiques à un approvisionnement énergétique fiable et abordable.
- Faciliter le maintien de taux élevés de croissance économique en garantissant aux opérateurs des secteurs productifs l'approvisionnement en énergie, sur la base d'une tarification réaliste.
- Contribuer à la sécurité énergétique mondiale en maintenant l'exportation de ressources énergétiques à destination du reste du monde à un niveau significatif, tout en renforçant l'autosuffisance collective des pays africains et l'interdépendance régionale dans le domaine des services et des produits énergétiques.
- Promouvoir le développement propre et contribuer aux efforts de réduction des émissions à l'échelle mondiale en accroissant constamment l'efficacité énergétique, du côté de l'offre, en encourageant la culture des économies d'énergie, du côté de la demande, en augmentant la contribution des sources d'énergie renouvelable, et en accordant une plus grande attention aux facteurs environnementaux et sociaux externes dans la production d'énergie.

L'analyse documentaire révèle qu'il est difficile de recueillir des données à l'échelle sous-régionale et nationale, malgré le fait qu'il existe des informations sur l'investissement financier en énergies renouvelables pour la région africaine. Cette absence de données constitue un obstacle à l'investissement privé dans la région, car elle ébranle la confiance des investisseurs et augmente le risque perçu. Bien qu'il soit difficile de connaître les chiffres exacts de l'Afrique de l'Ouest, l'investissement total dans toute la région africaine s'élevait à environ 3,6 milliards de dollars pour l'année 2010. Parmi toutes les régions en développement (à l'exception de la Chine, de l'Inde et du Brésil), c'est l'Afrique qui enregistre la plus forte hausse d'investissements en énergies renouvelables. L'investissement total dans l'ensemble de la région a augmenté de 384% de 2009 à 2010. Ces chiffres s'expliquent en grande partie par les importants investissements réalisés en Égypte et au Kenya dans certaines technologies (géothermique, solaire et éolienne). Parmi les pays de la CEDEAO, le Cap-Vert est celui qui a attiré le plus d'investissements en matière d'énergies renouvelables en 2010: 0,16 milliards de dollars au total dans l'énergie éolienne. Tous les autres pays ont enregistré un investissement inférieur à 0,1 milliards de dollars pour la même période. [3]

TABLEAU 1

TENDANCES DE L'INVESTISSEMENT DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE (EN MILLIARDS DE DOLLARS)

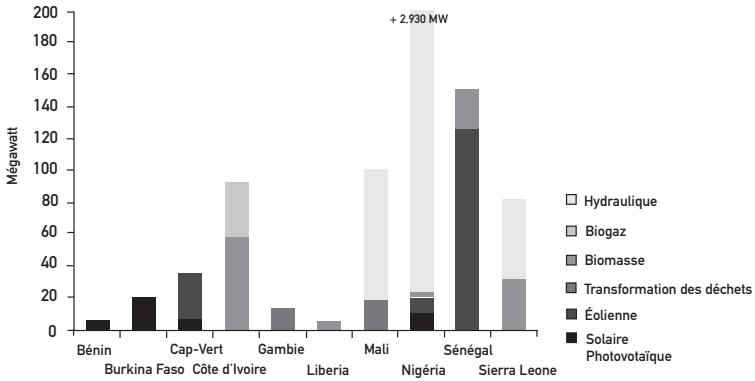
2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.1	0.6	0.7	1.1	0.7	3.6

2. L'INVESTISSEMENT DANS LES TECHNOLOGIES

Les investissements diffèrent selon la nature du placement et le type de technologie. Dans la sous-région de la CEDEAO, les investissements financiers ont concerné certaines technologies concrètes et tout particulièrement, l'énergie solaire, éolienne et la bioénergie.

FIGURE 2

INVESTISSEMENT FINANCIER DANS DES PROJETS D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DANS LES PAYS DE LA CEDEAO (PUBLIC ET PRIVÉ)

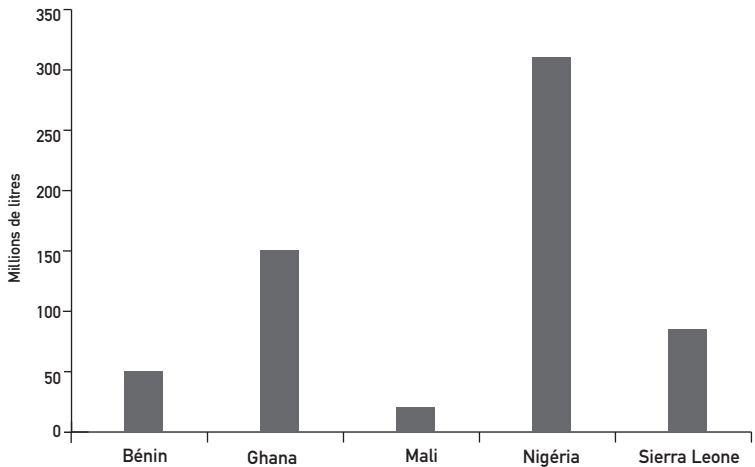


*Les données présentées ici font référence aux années entre 2008 et 2012. Les informations sur les projets doivent être prises à titre indicatif seulement. Ce tableau se réfère à une tendance générale des ressources disponibles et ne préjuge pas de la faisabilité des projets individuels. Aucune information n'était disponible pour la Guinée-Bissau et le Togo.

ADAPTATION : AGENCE INTERNATIONALE POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES, 2011. PROFILS DES PAYS D'AFRIQUE DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE

FIGURE 3

INVESTISSEMENT FINANCIER DANS LES BIOCOMBUSTIBLES DANS LES PAYS DE LA CEDEAO (CAPACITÉ ANNUELLE CUMULÉE)



ADAPTATION: AGENCE INTERNATIONALE POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES, 2011. PROFILS DES PAYS D'AFRIQUE DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Le tableau ci-dessous renseigne sur les grands projets d'énergie renouvelable mis en place dans la CEDEAO, qui ont bénéficié d'un investissement à la fois public et privé. La plupart des investissements dans l'énergie propre sont orientés vers les technologies axées sur la bioénergie, telles que les projets de combustion de biomasse et de transformation des déchets.

Les données présentées ne sont pas exhaustives et ne reflètent qu'une partie des grands projets d'investissement réalisés dans la sous-région. Outre ces investissements, il existe une production d'énergie décentralisée et distribuée à plus petite échelle (moins de 1 MW), très courante dans les pays de la CEDEAO. Même s'il est difficile d'obtenir des chiffres réels, il est raisonnable de supposer que les investissements sous-régionaux aient suivi la tendance haussière des marchés mondiaux. Avec une augmentation globale de 91% en 2010, les dépenses d'investissement dans la production d'énergie distribuée à petite échelle représentent 60 milliards de dollars, soit plus de 25% du total de l'investissement mondial en énergies renouvelables.

3. LES OBSTACLES À L'INVESTISSEMENT FINANCIER

Les obstacles à l'investissement doivent être surmontés afin de promouvoir un climat propice aux investissements dans les énergies renouvelables. Parmi les entraves auxquelles se heurte la sous-région de la CEDEAO figurent: le manque d'experts techniques locaux qualifiés, la faiblesse des structures institutionnelles des zones rurales et périurbaines, l'absence d'objectifs et de mesures incitatives liés aux énergies renouvelables et le risque associé à l'incertitude qui pèse sur le rendement des investissements en énergies renouvelables dans la CEDEAO, jugé trop élevé par les investisseurs. Le facteur qui contribue le plus à cette incertitude, et qui doit être remédié au plus vite, est l'absence de données disponibles sur les investissements en énergies renouvelables dans la sous-région. Ces informations pourraient aider les gouvernements à définir leurs priorités d'investissement. Elles permettraient également de restaurer la confiance des investisseurs, en aidant à

identifier les tendances et les perspectives qui existent sur le marché actuel des énergies renouvelables, dans différents pays de la CEDEAO.

4. LES POLITIQUES D'INCITATION À L'INVESTISSEMENT

Les principaux facteurs permettant de déterminer le niveau d'investissement sont les réglementations, les politiques et les mesures d'incitation. Afin d'encourager une plus grande mobilisation de l'investissement privé dans les pays de la CEDEAO, il est nécessaire de mettre en place certaines mesures, qui exigent un dévouement de la part des gouvernements et décideurs nationaux:

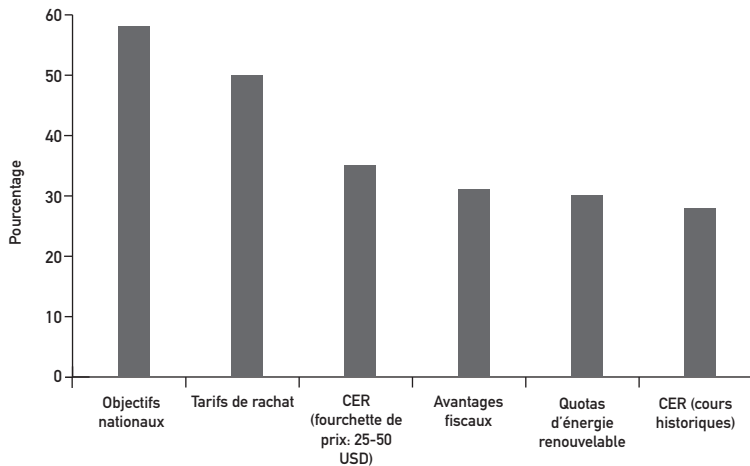
- Définir des règles de jeu équitables en termes de rentabilité entre les technologies innovantes liées aux énergies renouvelables et les technologies conventionnelles basées sur les combustibles fossiles.
- Ouvrir l'accès au marché aux acteurs du secteur privé, dans des conditions de concurrence.
- Atténuer les risques politiques et réglementaires liés aux investissements en énergies renouvelables afin de combler les attentes des investisseurs privés en matière de rendement.

Dans plusieurs pays de la CEDEAO, les actions et mesures incitatives ont amélioré le climat d'investissement et, de ce fait, augmenté l'appui au secteur des énergies renouvelables. Des pays tels que la Côte d'Ivoire, le Cameroun, le Cap-Vert, le Ghana, le Nigéria, le Mali et le Sénégal ont développé des dispositifs réglementaires de soutien ou fixé des objectifs en faveur des énergies renouvelables. Le Ghana, par exemple, a mis en place des Certificats Verts Négociables (REC) et a adopté, de même que la Gambie et le Mali, des mesures d'incitation fiscale (droits d'émission de carbone, allègements fiscaux, etc.). Ces réformes ont rendu possible l'implantation de producteurs d'énergie indépendants à travers différents modèles d'accès au réseau, et ont attiré des financements

privés sur la région. [4] D'après une étude réalisée par l'Initiative du PNUE pour le financement, les objectifs nationaux et le système de tarifs de rachat sont ceux qui contribuent le plus à mobiliser l'investissement privé. Viennent ensuite les certificats de réduction d'émissions (CER en anglais) et les avantages fiscaux (voir graphique ci-dessous).

FIGURE 4

QUELS MÉCANISMES D'INCITATION MOBILISENT LE PLUS DE FINANCEMENTS PRIVÉS POUR LE DÉPLOIEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT?



SOURCE: INITIATIVE POUR LE FINANCEMENT DU PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT, 2012

Reconnaissant l'importance de l'accès aux énergies renouvelables pour le développement durable, l'Assemblée Générale des Nations Unies a lancé l'initiative *Énergie durable pour tous*, arguant que "l'accès à des services énergétiques modernes et abordables dans les pays en développement est essentiel pour réaliser les objectifs de développement arrêtés au niveau international, dont ceux du Millénaire, et assurer un développement durable, ce qui contribuerait à réduire la pauvreté et à améliorer les conditions et le niveau de vie de la majorité de la population mondiale". [5] Afin de tirer

profit des opportunités qu'offrent les énergies renouvelables, il est fondamental que les pays de la CEDEAO développent un environnement favorable à l'investissement financier. Actuellement, il est difficile d'obtenir des chiffres exacts relatifs à l'investissement; ce manque d'informations, allié à la faiblesse des politiques d'incitation à l'investissement, ont une influence considérable sur le climat d'investissement qui règne dans la sous-région. Les études de cas et les meilleures pratiques doivent être partagées avec les pays de la CEDEAO, afin d'identifier les mesures fructueuses d'incitation à l'investissement et de déterminer les conditions dans lesquelles elles peuvent être reproduites dans d'autres pays.

RÉFÉRENCES

- [1] GTZ, 2009. *Renewable Energies in West Africa: Regional Report on Potentials and Markets – 17 country Analyses*. Consulté le 16 mai 2011 sur : <http://www.gtz.de/de/dokumente/gtz2009-en-regionalreport-westafrika-gesamtpublikation.pdf>
- [2] Banque africaine de développement, 2008. *Proposals for a clean energy investment framework for Africa: Role of the African Development Bank Group*. Consulté le 15 mai 2012 sur : <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/1000025-EN-PROPOSALS-FOR-A-CLEAN-ENERGY-INVESTMENT-FRAMEWORK-FOR-AFRICA.PDF>
- [3] Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2011. *Global Trends in Renewable Energy Investment: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy 2011*.
- [4] Initiative pour le financement du Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2012. *Financing renewable energy in developing countries: Drivers and barriers for private finance in sub-Saharan Africa*.
- [5] Nations Unies, 2012. *Sustainable Energy for All Initiative*. Consulté le lundi 21 mai 2012 sur : <http://www.sustainableenergyforall.org>

AUTEUR

Punjanit Leagnavar participe actuellement au programme d'atténuation des changements climatiques au sein du Programme des Nations Unies pour l'environnement.

www.unep.org

POSSIBILITÉS DE FINANCEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE

BANQUE AFRICAINE DE DÉVELOPPEMENT

RÉSUMÉ

En Afrique, le secteur de l'énergie est confronté à des défis majeurs en matière d'infrastructures et à un déficit de financement considérable. La résolution de ces problèmes passe par une utilisation accrue des vastes ressources en énergies renouvelables dont dispose le continent pour s'engager dans la voie d'un développement durable, capable de répondre aux besoins croissants des pays en matière d'énergie, tout en atténuant les effets du changement climatique dont l'impact est particulièrement important en Afrique. Les secteurs publics des différents pays peuvent jouer un rôle central dans ce développement en établissant la base réglementaire indispensable susceptible d'attirer en retour les investisseurs du secteur privé. Tant les partenariats public-privé (PPP) que les projets strictement privés peuvent être attirés par le secteur des énergies renouvelables, à condition que les gouvernements stimulent leur intérêt par la prise de décisions appropriées. Les banques de développement, ainsi que d'autres organisations multilatérales et bilatérales, constituent des sources de financement cruciales. Par ailleurs, des méthodes de financement

nouvelles et innovantes sont disponibles, notamment le financement carbone, les fonds d'investissement climatique, les sources propres au continent et le très récent fonds vert pour le climat. Un éventail de financements provenant de ces différentes sources peut permettre de combler le déficit et d'accroître la part des énergies renouvelables en Afrique, contribuant ainsi à la transition du continent vers une croissance plus verte et inclusive.

Mots clés: potentiel des énergies renouvelables; mobilisation des ressources; politiques et réglementations incitatives; financement lié au climat; partenariats public-privé; croissance verte.

1. INTRODUCTION

Les bonnes performances économiques de l'Afrique au cours des deux dernières décennies, ainsi que les prévisions dans ce domaine, entraînent une augmentation de la demande d'énergie sur l'ensemble du continent. Il est devenu impératif de prendre des mesures concrètes pour aborder la question de la précarité énergétique et mettre l'Afrique sur la voie d'une énergie durable, en s'appuyant sur l'énorme potentiel des énergies renouvelables des pays qui la composent. Une opportunité lui est offerte de s'engager sur la voie d'une énergie propre, à faibles émissions de carbone, pour non seulement combler son déficit énergétique, mais également attirer vers le secteur de l'énergie des investissements privés significatifs pour soutenir une croissance solide, la création d'emplois et la réduction de la pauvreté sur le continent.

Le secteur de l'énergie en Afrique fait face à des défis multiples et importants: une capacité de production inadéquate, une électrification limitée, des services peu fiables, des coûts élevés et un déficit de financement considérable. Ces défis appellent un changement de paradigme au niveau du développement du secteur énergétique, visant à utiliser les vastes ressources en énergies renouvelables du continent, notamment le potentiel hydroélectrique — à grande ou

à petite échelle — géothermique, éolien et solaire. La localisation de certaines de ces sources d'énergie est idéale pour satisfaire les besoins en termes d'accès de la vaste population rurale du continent, ce qui ne peut être atteint à moyen terme que par une combinaison de technologies appliqués à systèmes connectés au réseau, mini-réseau et hors-réseau. Elles peuvent également être mises en œuvre à l'échelle appropriée afin d'éviter la dépendance vis-à-vis de systèmes d'énergie coûteux basés sur les combustibles fossiles à petite échelle.

Un financement adéquat du développement du secteur de l'énergie en Afrique subsaharienne impliquerait la mobilisation de fonds à hauteur de 41 milliards de dollars par an, ce qui représente 6,4 % du PIB de la région¹. L'existence d'un déficit de financement considérable s'explique par la concentration actuelle des dépenses sur l'exploitation et la maintenance des infrastructures énergétiques existantes et le faible niveau d'investissements à long terme, essentiels pour résoudre les problèmes d'accès à l'énergie. Étant donné le déficit de financement important et les coûts relativement élevés associés aux solutions d'énergie propre, il convient de recourir à une vaste gamme de sources de financement et de la soutenir pour répondre à la demande actuelle et future. Les multiples moyens de financement nécessaires par projet doivent être choisis en fonction de la maturité de la technologie sous-jacente, en plus des nouvelles technologies (par exemple, l'énergie solaire à concentration) demandant des financements concessionnels plus importants comparés aux technologies solidement implantées comme l'hydroélectrique.

Le présent document décrit les diverses sources susceptibles d'être mobilisées pour le financement des projets en matière d'énergies renouvelables en Afrique. Il aborde le rôle du secteur public national dans la définition du cadre des investissements dans les énergies renouvelables, les opportunités de financement dans ce domaine à travers l'investissement privé, la contribution de l'APD au cofinancement de projets d'énergie propre et à la catalysation d'autres ressources, ainsi que d'autres mécanismes de financement conçus pour lever des capitaux supplémentaires.

2. LE RÔLE DU SECTEUR PUBLIC NATIONAL

Les gouvernements africains doivent jouer un rôle clé dans la fourniture et la mobilisation des ressources nécessaires au financement des projets en matière d'énergies renouvelables sur le continent. Alors que le secteur privé joue un rôle croissant dans le financement des projets d'énergie propre, le soutien du secteur public sera nécessaire pour garantir un rendement suffisant capable d'attirer des investisseurs privés. Sur le long terme, la mobilisation des recettes intérieures, en particulier à travers des politiques fiscales optimisées et le renforcement de l'administration fiscale, constitue la base de financement la plus viable pour les dépenses de développement, notamment celles destinées aux énergies renouvelables.

Le rôle du secteur public national est central à cet égard: il doit mettre en place un cadre stratégique et réglementaire approprié, destiné à fournir les incitations nécessaires aux investissements en EnR à long terme. Outre les aspects liés à un environnement global favorable, notamment les niveaux élevés de stabilité politique, propres à favoriser l'investissement interne et étranger en général, le secteur privé a évoqué à plusieurs reprises deux éléments clés indispensables à son engagement: l'établissement d'objectifs nationaux clairs pour la production d'énergies renouvelables et la mise en place de tarifs de rachat². Les gouvernements nationaux peuvent faire la différence en préparant la voie au moyen de régulations et de politiques appropriées visant à accroître l'importance des investissements dans les énergies renouvelables.

3. MOBILISATION DU SECTEUR PRIVÉ

Étant donné l'écart actuel entre les investissements nécessaires dans le secteur de l'énergie et la capacité publique de financement, la participation du secteur privé est essentielle. Ce dernier peut non seulement apporter des financements, mais aussi transférer des connaissances sur les technologies les plus récentes, ainsi que des pratiques de travail plus efficaces. Alors que la plupart des infrastructures en Afrique, notamment l'électricité, ont historiquement

été financées par le secteur public, l'intérêt du secteur privé ne cesse d'augmenter, en particulier pour la production d'énergie.

La participation du privé dans le secteur de l'énergie prend diverses formes: Producteurs D'Énergie Indépendants (IPP) qui approvisionnent le réseau, producteurs opérant sur le marché libre pour les clients industriels et même des investissements captifs dans les industries à haute intensité énergétique comme les cimenteries ou les mines. Les IPP pourraient entrer dans la catégorie des partenariats public-privé (PPP), définis au sens large comme des contrats à long terme entre une partie privée et un organisme gouvernemental, dans le but de fournir un service ou un bien public, dans lequel la partie privée assume un risque important et la responsabilité de la gestion³. Les IPP correspondent à cette définition, car ils souscrivent des accords d'achat d'électricité à long terme avec des entités publiques, notamment les services publics ou les municipalités. Les deux autres types d'investissements sont des transactions exclusivement dans le secteur privé, même si les producteurs d'électricité sur le marché libre doivent généralement solliciter un accès au réseau, lequel est généralement de propriété publique.

Une utilisation adéquate des PPP est susceptible de débloquent des financements provenant de sources privées. Pour ce faire, les interventions doivent optimiser le service public, tout en réduisant les engagements fiscaux à long terme. Les gouvernements devraient investir des ressources pour établir une capacité transactionnelle au sein des organismes officiels, afin d'être en posture de négocier des accords contractuels reflétant la répartition appropriée des risques et de la rétribution entre les parties prenantes. En ce qui concerne les énergies renouvelables, la capacité technique est nécessaire pour évaluer et refléter la valeur économique et financière des ressources naturelles et environnementales. Des documents de projet susceptibles d'attirer des financements établissant une répartition adaptée des coûts et des risques aux parties impliquées constituent un atout clé pour renforcer la confiance des investisseurs privés. Cet objectif ne peut être atteint que dans le cadre d'accords d'exploitation et de concession négociés dans un cadre transparent régi par une autorité de régulation indépendante⁴.

L'Afrique du Sud, dont la capacité de production installée est la plus importante du continent, constitue un exemple intéressant de l'implication du secteur privé dans le financement des énergies renouvelables. Confronté à une pression significative pour répondre à la demande en énergie au cours des dernières décennies, le département de l'énergie de l'Afrique du Sud a adopté au début de l'année 2011 la planification intégrée des ressources, grâce à laquelle sont établis les besoins en énergie du pays jusqu'en 2030 et la contribution des EnR à cet égard. Le tableau ci-dessous présente les résultats du processus d'appel d'offres qui a catalysé l'implication du secteur privé.

TABLEAU 1

RÉSULTATS DU PROCESSUS D'APPEL D'OFFRES EN AFRIQUE DU SUD

CYCLES D'APPROVISIONNEMENT	RÉSULTATS DU PROCESSUS D'APPEL D'OFFRES	REMARQUES
Premier cycle fin 2011	28 soumissionnaires ont été retenus avec des projets totalisant 1 416 MW au moyen de plusieurs technologies, notamment l'électricité solaire à concentration de dernière génération.	Clôture financière en 2012.
Deuxième cycle début 2012	79 propositions dont 19 atteignant une capacité de 1 044 MW ont été sélectionnées en tant que soumissionnaires privilégiés, en mai 2012.	La clôture financière est prévue pour début 2013. Les prix moyens des offres ont chuté de 20 % pour les projets éoliens et de 40 % pour les photovoltaïques.

L'intérêt marqué de la part des acteurs du secteur privé, national et international – englobant les entreprises du secteur de l'énergie, les investisseurs privés et les institutions financières – pour le programme en matière d'EnR d'Afrique du Sud, montre l'impact d'un processus d'achat bien conçu entrepris dans le cadre d'objectifs énergétiques nationaux.

4. MOBILISATION DU FINANCEMENT PUBLIC MULTILATÉRAL ET BILATÉRAL

Le financement public multilatéral et bilatéral peut jouer un rôle important s'agissant de combler le déficit de financement pour les

projets dans le domaine des énergies renouvelables en Afrique et de catalyser l'implication accrue du secteur privé.

En Afrique, le financement public multilatéral peut être divisé en trois types d'institutions multilatérales:

- Les institutions financières régionales et internationales, notamment la Banque Mondiale, la Banque Africaine de Développement, la Banque de Développement de L'Afrique de L'Ouest, la Banque Européenne D'Investissement et la Banque Européenne pour la Reconstruction et le Développement (pour l'Afrique du Nord uniquement). Les Banques Multilatérales de Développement disposent de l'expérience et des capacités pour catalyser les fonds publics et privés pour l'énergie propre. Outre leur mandat consistant à soutenir les processus de développement pilotés par les pays, les BMD sont capables de mobiliser des financements concessionnels et innovants supplémentaires; faciliter le développement et l'utilisation des mécanismes de financement basés sur le marché; attirer les ressources du secteur privé; soutenir le déploiement des nouvelles technologies et les politiques en matière de recherche, d'expertise et de renforcement des capacités. Leur avantage comparatif réside dans la capacité à utiliser une large gamme d'instruments pour soutenir de manière simultanée le développement et le renforcement des capacités et des cadres institutionnels et réglementaires, ainsi que le financement pour les investissements. Ces institutions fournissent généralement une gamme de produits financiers adaptés à l'énergie, en particulier les énergies renouvelables, et sont par conséquent impliquées dans ce secteur.

LE FINANCEMENT DES BMD POUR LES ÉNERGIES PROPRES AUGMENTE

En 2010, les prêts du Groupe de la Banque Mondiale pour les projets énergétiques et les programmes à faible émission de carbone ont atteint 42% du total du financement énergétique et ceux pour le financement des projets et programmes d'énergies renouvelables et efficacité énergétique dans les pays en développement ont atteint la somme record de 3,6 milliards de dollars.

En 2011, la Banque Africaine de Développement a approuvé un montant de 625 millions de dollars pour le financement des énergies renouvelables en Afrique. Ce qui représente trois fois plus que depuis 2005.

OBLIGATIONS VERTES: UNE NOUVELLE APPROCHE POLITIQUE
(ADAPTÉ DU DOCUMENT D'ORIENTATION SUR LE FINANCEMENT DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES - RETD)

- Les obligations sont un mécanisme pour contracter des emprunts sur des bénéfices futurs. Ceci est particulièrement important pour le déploiement des EnR, dans lequel les actifs ont des coûts immédiats très élevés.
- Les obligations vertes ou climatiques sont liées aux investissements spécifiques en matière d'atténuation ou d'adaptation au changement climatique et permettent aux gouvernements et aux sociétés de lever des fonds destinés aux activités suivantes: 1) construire des lieux de production d'EnR et leurs infrastructures de fonctionnement et 2) soutenir les opportunités de développement économique des EnR.
- Le montant des obligations en circulation liées aux investissements dans le changement climatique a été estimé à environ 400 milliards de dollars. Cependant, le niveau des transactions en obligations libellées verts ou climatiques a été jusqu'à présent limité.
- Jusqu'à ce jour, la BAD a émis près de 261 millions en obligations vertes/ propres pour l'Afrique.

Le système des Nations Unies et L'Union Européenne octroient en priorité des subventions pour le cofinancement de projets en matière d'énergies renouvelables. Ces aides permettent de réduire les coûts immédiats, contribuant ainsi à l'attrait économique du projet et réduisant les tarifs pour les utilisateurs finaux. De telles aides stimulent la réalisation de prêts.

- Des entités comme la MIGA et L'Agence pour L'Assurance du Commerce en Afrique offrent une assurance couvrant les cas de force majeure, notamment des problèmes politiques ou commerciaux graves. Ces institutions ne fournissent pas de financement

direct, mais elles catalysent les investissements en diminuant les risques liés à l'investissement dans un projet donné ou une société bénéficiant d'une telle couverture. Elles fonctionnent comme des assurances où l'adhérent paie une prime pour accéder au service si le projet et/ou la société est éligible. De plus, en tant que moyen pour stimuler des investissements supplémentaires provenant du secteur privé dans les pays à faible revenu, la BAD a créé des Garanties Partielles de Risque (GPR) pour l'éventail des instruments financiers dont elle dispose. Les GPR constituent un complément aux instruments existants à travers lesquels la BAD soutient le développement du secteur privé et regroupe le financement privé pour le développement. En garantissant des GPR, les gouvernements peuvent rendre leurs programmes plus attrayants pour les investisseurs privés et assurer les prêteurs privés contre les risques politiques imprévisibles liés au non respect de la part d'un gouvernement ou d'une entité gouvernementale à ses engagements. Ces risques peuvent prendre des formes diverses: événements politiques graves, inconvertibilité des devises, risques d'ordre réglementaires (modifications défavorables apportées à la législation) et plusieurs formes de rupture de contrat. La BAD estime que près de 80% des GPR proposées au cours des cinq prochaines années seront destinées au secteur de l'énergie.

Les partenaires bilatéraux sont généralement de deux sortes. D'une part, les agences bilatérales de prêt courantes, notamment KfW, AFD, USAID, DFID, JICA, etc. Elles sont régies par un seul pays actionnaire, ce qui procure une flexibilité accrue en termes d'utilisation des instruments financiers. D'autre part, les agences de crédit à l'exportation (ACE), notamment Hermes, COFACE, ECGD et US EXIM. Elles favorisent les exportations à partir du pays prêteur. Leurs conditions sont conçues pour éviter le "dumping" entre pays exportant les mêmes sortes de biens ou de matériaux. Lorsqu'un projet est accepté par une ACE, une banque commerciale sera généralement en mesure de réaliser un prêt pour le projet et en cas de défaut de l'emprunteur, l'ACE assumera le paiement. Par exemple, les ACE sont largement impliquées dans le secteur de l'énergie éolienne, car peu de pays sont capables de fabriquer des

aérogénérateurs. Ainsi, des liens sont établis entre les pays (par exemple, l'Afrique du Sud et le Danemark).

Les entités bilatérales de prêt ont la capacité de prêter/fournir des aides à un pays. Elles constituent le complément parfait du financement multilatéral pour le cofinancement des projets d'énergies renouvelables. Pour leur part, les ACE offrent un excellent outil aux sociétés capables d'utiliser leurs garanties pour pénétrer de nouveaux territoires. Par conséquent, l'emprunteur final et le pays prêteur sont les principaux bénéficiaires, ce dernier en raison de l'augmentation des exportations, mais également en attirant des services auxiliaires autour de ces exportations.

Les BMD et les agences bilatérales sont mobilisées à travers la combinaison d'une analyse du projet en amont et d'une identification en aval, résultant d'un dialogue avec les concepteurs/sponsors du projet et/ou les autorités du pays. Elles peuvent financer la préparation des projets (études de faisabilité, analyses des coûts et des bénéfices, etc.) et l'infrastructure elle-même. Dans la pratique, les projets (en particulier les grands projets d'énergies renouvelables) sont généralement financés par une combinaison d'agences multilatérales et bilatérales. Certaines des entités multilatérales et bilatérales citées ci-dessus sont capables de contribuer directement au secteur privé via des filiales dédiées, renforçant ainsi la coopération entre les deux types d'institutions de prêt. De plus, ces types d'institutions sont souvent sollicités pour le financement de programmes d'EnR, non seulement en raison de leurs conditions de financement attrayantes, mais aussi parce que celui-ci permet d'en attirer d'autres.

5. MOBILISATION DE FINANCEMENTS LIÉS AU CLIMAT ET AUTRES SOURCES DE FINANCEMENT INNOVANTES

La combinaison de différentes options de financement est indispensable pour réduire les coûts de production élevés associés aux technologies des énergies renouvelables, certaines encore nouvelles et non testées, incapables de garantir un prix compétitif de l'électricité. L'association d'un financement concessionnel et d'un

financement commercial peut jouer un rôle clé dans la subvention des tarifs de production, lesquels seraient trop coûteux et augmenteraient sensiblement le prix d'achat des énergies renouvelables pour les acheteurs.

5.1. FONDS D'INVESTISSEMENT CLIMATIQUES

Les fonds d'investissement climatiques (FIC) visent à aider les pays en développement à piloter un développement à faibles émissions et résilient au changement climatique. Avec l'aide des FIC, 46 pays en développement mènent des transformations dans le domaine des technologies propres, la gestion durable des forêts, l'accès élargi à l'énergie grâce aux énergies renouvelables et le développement résilient au changement climatique.

PROJECT FIC MAROC: PROJET D'ÉNERGIE SOLAIRE À CONCENTRATION D'OUARZAZATE

La centrale à énergie solaire à concentration d'Ouarzazate au Maroc, d'une capacité de 500 MW et une production annuelle estimée de 1 150 GWh, est la première d'une série de complexes solaires qui devraient atteindre une capacité combinée de 2 000 MW en 2020. Le projet devrait entraîner des économies d'1 million de tonnes de CO₂ par an.

Le projet fait partie du plan d'investissement des FIC sur l'énergie solaire à concentration dans la zone MENA et sera en partie financé par un prêt de la division non concessionnelle de la BAD à hauteur de 240 millions de dollars (pour la Phase 1, production de 125 à 160 MW) et un prêt concessionnel du FTP de 100 millions de dollars.

S-REP KENYA: PROJET GÉOTHERMIQUE DE MENENGAÏ

La Geothermal Development Company (GDC), une entreprise publique, est la propriétaire du projet géothermique de Menengai, conçu pour produire de l'électricité pour 500 000 foyers et déplacer 2 millions de tonnes de CO₂ par an.

Situé dans la vallée du Rift, en Afrique, le projet Menengai devrait obtenir des investissements pour permettre au Kenya de répondre rapidement à la demande en électricité et faire du pays une économie compétitive en matière d'énergie propre. Outre l'approvisionnement des foyers, le projet alimentera près de 300 000 petites entreprises et fournira 1 000 GWh supplémentaires à d'autres sociétés et industries en cours d'achèvement.

Les prêts seront essentiels pour permettre au Kenya de s'engager sur la voie de l'indépendance et la durabilité énergétiques. En décembre 2011, la BAD a approuvé le financement du projet, consistant en un prêt de 125 millions de dollars de la division concessionnelle et un prêt combiné, et une aide de 25 millions de dollars du S-REP au titre du FIC, avec la BAD.

Le projet Menengai a été le premier de ce type à être approuvé par une banque multilatérale de développement au titre du FIC pour un pays africain à faible revenu.



L'Afrique a ainsi pu obtenir une large part des financements des FIC, en particulier pour le Fonds pour une Technologie Propre (FTP) et le Programme de Mise en Valeur des Énergies Renouvelables (SREP). Actuellement, 42% des financements pour le FTP et 58% pour le SREP sont dépensés en Afrique. Les activités liées aux FIC sont en cours dans 15 pays africains et une région (MENA). À ce jour, le FIC a financé des projets au Maroc, en Égypte et en Afrique du Sud.

Parmi les sept pays pilotes à bénéficier du SREP, quatre se trouvent en Afrique: Éthiopie, Kenya, Mali et Tanzanie, ce qui représente un total de 190 millions de dollars de financement au titre du SREP consacrés aux énergies renouvelables (la plupart en aides et en prêts concessionnels à taux très faible). Le Liberia est le prochain pays pilote à entrer dans le programme. En Éthiopie, au Kenya et au Mali, pour lesquels des plans d'investissement ont été approuvés, ces financements devraient catalyser un montant important de fonds supplémentaires provenant des BMD, des sponsors bilatéraux et privés. Le montant total des investissements est estimé à 1,2 milliard de dollars.

La valeur de ces programmes réside également dans la méthode qu'ils apportent pour concevoir des plans d'investissement permettant de mobiliser des financements supplémentaires provenant de diverses sources. Cet exemple peut être suivi par de nombreux pays d'Afrique, avec l'aide des pays pilotes actuels.

5.2. FONDS POUR L'ENVIRONNEMENT MONDIAL

Pour atténuer le changement climatique, le Fonds pour L'Environnement Mondial (FEM) octroie des subventions et des cofinancements concessionnels qui viennent s'ajouter aux projets de base dans les pays en développement et les économies en transition. Ce dispositif a pour but d'obtenir des bénéfices environnementaux au niveau mondial tout en contribuant à l'objectif global fixé par la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

L'atténuation du changement climatique est l'un des six domaines clés soutenus par le fonds d'affectation spéciale du FEM. Dans le cadre du cycle de financement FEM-5, couvrant la période 2010-2014, le domaine d'intervention "changements climatiques" est divisé en cinq objectifs stratégiques. La promotion des investissements dans les technologies d'énergies renouvelables est l'un d'eux et un élément clé de la stratégie du FEM dans la lutte contre le changement climatique. Au titre de cet objectif, le FEM va au-delà de la création d'un environnement politique et réglementaire favorable à la promotion des investissements dans les technologies des énergies renouvelables. Il cherche des projets axés sur le déploiement et la diffusion de technologies fiables et peu coûteuses qui prennent en compte les dotations des pays en ressources naturelles.

Dans le cadre de la répartition par pays du FEM, connue sous le nom de SRTR (Système de Répartition Transparente des Ressources), la répartition des ressources pour les pays de la CEDEAO pour l'atténuation du changement climatique s'élève à 210 millions de dollars. Outre la répartition du SRTR par pays, le FEM dispose de fonds de réserve, notamment des instruments autres que des subventions pour le secteur privé. Ces fonds ont permis de

mettre en œuvre un programme de 20 millions de dollars soumis par la BAD au Conseil du FEM en juin 2012 et approuvé pour fournir un cofinancement autre que des subventions aux projets en EnR du secteur privé.

5.3. FONDS SPÉCIAUX POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE

Plusieurs instruments ont été conçus pour aider à étendre la part des énergies renouvelables provenant du secteur privé dans les pays en développement, en finançant la démonstration de nouveaux concepts, en préparant des projets rentables et en fournissant des fonds propres ou du capital-risque.

Le Partenariat Énergétique et Environnemental (PEE) est un programme visant à encourager les investissements dans les énergies renouvelables (ER), l'efficacité énergétique (EE) et les technologies propres, mis en œuvre en Afrique du Sud et de l'Ouest depuis mars 2010. Il est financé conjointement par les gouvernements de la Finlande, de l'Autriche et du Royaume-Uni. Le programme PEE soutient des projets dont l'objectif est de fournir des services d'énergie durable aux personnes pauvres tout en luttant contre le changement climatique. Pour être admissibles au financement du PEE, les projets doivent démontrer un niveau d'innovation élevé dans la fourniture des services énergétiques, faciliter le transfert de technologie et favoriser la coopération et la participation des parties prenantes locales aux projets. Le PEE fournit un financement d'amorçage pour couvrir une partie des coûts liés au projet, nécessaires pour démarrer et développer une activité (comme des activités pilotes ou de démonstration) ou susceptibles d'assurer la valeur d'un investissement (comme les études de préfaisabilité ou de faisabilité financière). Le financement à ce stade du projet offre aux sociétés une certaine autonomie pendant la période de développement, jusqu'au moment où elles sont capables de garantir les investissements pour se financer elles-mêmes.

Soutenu par la BAD et mis en place en 2011 en partenariat avec le gouvernement du Danemark, le Fonds des Énergies Durables pour l'Afrique (SEFA en anglais) constitue un ensemble

d'instruments financiers spéciaux, dont le but est d'améliorer la viabilité commerciale, ainsi que la rentabilité de projets de plus petite taille issus du secteur privé dans les domaines des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Ceci devrait accroître la production d'énergie productive et non seulement augmenter l'emploi direct sur le site du projet, mais aussi indirect/induit à travers l'accès étendu des sociétés et des foyers à une énergie fiable, propre et abordable. Le SEDA octroie des subventions pour la préparation de projets de moyenne échelle (entre 30 et 75 millions de dollars) pour une large gamme d'activités jusqu'à la clôture financière. Ce type d'aide permet au projet d'attirer des capitaux provenant d'acteurs comme la BAD, d'autres institutions de financement du développement et des banques commerciales locales. Le SEDA dispose également d'un guichet de capital d'amorçage/croissance pour les sociétés de petite taille qui démarrent (inférieur à 30 millions de dollars) dans la chaîne de valeur de l'énergie, à affecter à travers au moins un véhicule de capital privé.

Contrairement à d'autres régions en développement, notamment l'Amérique latine et l'Asie, en Afrique les Fonds D'Investissement Privés (FIP) impliqués dans le domaine des énergies renouvelables n'en sont qu'à leurs débuts, avec seulement quelques FIP en activité actuellement sur le continent. *Evolution One* en fait partie. Il investit actuellement dans une gamme de sociétés dans le domaine des technologies propres dans les pays de la SADC. Ils sont peu nombreux à se trouver dans la phase de collecte de fonds, comme le *DI Frontier Fund* et *Investia*, tous deux avec une préférence marquée pour les projets et les sociétés de l'Afrique de l'Est. Les FIP permettent également de renforcer le bilan du projet tout en améliorant la capacité de gestion et en transmettant du savoir-faire. Outre les fonds d'investissement privé, il existe également des "fonds de fonds", regroupant et investissant dans plusieurs de ces nouveaux FIP. Le Fonds Mondial pour la Promotion de L'Efficacité Énergétique et des Énergies Renouvelables (GEEREF en anglais) en est un exemple. Il fournit du capital-risque à travers l'investissement privé dans des projets d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables dans les pays en développement et les économies en cours de transition. Le GEEREF est un outil de

développement durable, mais aussi un outil qui soutient les efforts globaux pour lutter contre le changement climatique. For more information on SEFA at the African Development Bank, please contact Joao CUNHA: j.cunha@afdb.org

Information is available on line at: <http://www.afdb.org/fr/topics-and-sectors/initiatives-partnerships/sustainable-energy-fund-for-africa/>

5.4. FINANCE CARBONE

Le déploiement des technologies liées aux énergies durables peut être l'opportunité pour les pays africains de bénéficier de la finance carbone à travers les marchés internationaux du carbone. Ce mécanisme basé sur le marché (et juridiquement contraignant) peut permettre d'engendrer des gains en termes d'efficacité, améliorer les niveaux de rentabilité internes à travers les revenus du carbone pendant la période de crédit, et ainsi faire chuter les coûts associés aux énergies renouvelables. Les projets en matière d'EnR sont admissibles pour la génération de crédits carbone, tant de façon volontaire que sur les marchés du carbone réglementaires reposant sur les mécanismes de développement propre du protocole de Kyoto.

PROJET D'ÉNERGIE ÉOLIENNE D'ESSAOUIRA, MAROC

Ce projet a permis la production de 60 MW d'énergie éolienne, augmentant l'utilisation des énergies renouvelables dans le pays et améliorant l'environnement par la réduction des émissions de gaz à effet de serre provoquées par le réseau national.

Le projet se traduira par une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 156 026t CO₂/année, ce qui équivaut à 780 millions de dollars par an, selon le prix de 5 dollars par tCO₂. Depuis juin 2012, le projet a émis 244 000 REC.

Jusqu'à présent, l'Afrique a néanmoins très peu profité de la finance carbone. Depuis juin 2012, plus de 10 000 projets sont

dans le "pipeline" du MDP, dont 4 170 ont été enregistrés. Ils devraient générer 2,7 milliards de REC pour 2012, mais seuls 2,9% des projets MDP ont leur origine sur le continent africain. L'une des principales raisons de cette situation est la complexité des processus du MDP et le manque de capacités techniques des pays africains. Pour remédier à ce manque de compétences, plusieurs programmes d'assistance technique ont été mis en œuvre, notamment le programme d'aide au carbone africain, lancé par la BAD pour aider les pays du continent à préparer des projets susceptibles d'être enregistrés au titre du MDP ou du marché volontaire du carbone. D'autres contraintes empêchant l'Afrique de tirer parti du MDP sont liées aux coûts de transactions élevés pour enregistrer un projet (un obstacle pour les projets d'EnR qui présentent des coûts très élevés) et la volatilité des prix des crédits carbone, lesquels ne garantissent pas des revenus assurés pour les sponsors du projet.

Lors de la conférence de la CCNUCC à Durban (2011), un accord a été conclu sur une seconde période d'engagement dans le cadre du protocole de Kyoto. En même temps, l'Union Européenne a décidé que seuls les crédits carbone du MDP pour les pays les moins développés bénéficieront d'une autorisation d'importation dans l'UE. Ces faits, auxquels s'ajoutent le nouveau "Programme d'activités" et les "Références normalisées" établis, sont positifs pour le développement du projet de MDP en Afrique. Cela devrait stimuler la production de crédits carbone du MDP africain.

5.5. VERS LE FONDS VERT POUR LE CLIMAT

Au cours des prochaines années, le déploiement des énergies renouvelables en Afrique devrait bénéficier de la nouvelle génération de financement international de la lutte contre le changement climatique. Lors de la COP16 à Cancún, une nouvelle entité opérationnelle, le Fonds Vert pour le Climat, a été créée pour servir de mécanisme financier de la CCNUCC. Le FVC devrait soutenir des projets, des programmes, des politiques et d'autres activités dans les pays en développement, tout en réalisant l'ultime objectif de la

CCNUCC, la promotion d'un changement de paradigme favorisant des émissions faibles et la résilience aux changements climatiques en fournissant une aide aux pays en développement pour limiter ou réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Les actifs du FVC seront gérés par un mandataire, conformément aux décisions du conseil du FVC en cours d'élaboration. Lors de la COP 17 à Durban, un instrument de gouvernance a été adopté pour le FVC⁵ et un secrétariat provisoire a été créé. Tous les accords en attente entre la COP et le Fonds devraient être conclus à la COP 18 en novembre 2012, et le FVC devrait être pleinement opérationnel par la suite.

Dans ce contexte, les pays africains doivent se positionner pour bénéficier rapidement de ces flux financiers. Certains ont déjà engagé des actions importantes, comme l'Éthiopie et le Mali qui ont créé un fonds commun pour le financement du climat. Les banques multilatérales de développement, notamment la BAD, s'organisent pour fournir l'aide nécessaire aux pays africains leur permettant d'accéder à ces fonds.

6. CONCLUSION

Le financement du déploiement des énergies renouvelables en Afrique a un coût élevé et aucune source isolée n'est en mesure de combler le déficit financier. Des sources variées, privées et publiques, bilatérales et multilatérales, incluant des formes innovantes, seront nécessaires pour générer le financement nécessaire et optimiser les forces de chacun, tout en réduisant les faiblesses.

Les besoins en termes de financement ne doivent pas empêcher les pays africains de s'engager dans la promotion des énergies renouvelables. Compte tenu des défis auxquels l'Afrique est confrontée en termes de déficit d'infrastructure, de sécurité alimentaire, de gestion des ressources naturelles, de catastrophes naturelles et de changement climatique, il est vital de mettre le continent sur la voie d'une croissance verte. Ce type de croissance peut créer de nouveaux emplois, assurer la sécurité énergétique, favoriser une utilisation rationnelle des ressources naturelles et assurer

une croissance du continent résiliente au changement climatique. La promotion des énergies renouvelables aidera à atteindre cet objectif de développement plus vaste.

RÉFÉRENCES

- [1] BAD, 2010. *Financement des solutions pour une énergie renouvelable*, Banque africaine de développement, Committee of Ten Policy Brief, No. 3, 2010.
- [2] PNUE, 2012. *Financement des énergies durables dans les pays en développement*. http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/Financing_Renewable_Energy_in_subSaharan_Africa.pdf
- [3] BANQUE MONDIALE, 2012. *Public Private Partnerships Reference Guide*, Institut de la Banque mondiale Institute et PPIAF, Version 1.0. 2012.
- [4] BAD, 2010.
- [5] CCNUCC, 2011. *Rapport sur la conférence des parties à sa dix-septième session*, Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), Durban, Afrique du Sud, 2011, p. 58.

LES MODÈLES D'ENTREPRISE INCLUSIVE: UNE OPPORTUNITÉ D'ACCÉLÉRER LA TRANSITION VERS L'ÉNERGIE DURABLE POUR TOUS EN AFRIQUE DE L'OUEST?

WILLEM ADRIANUS BRON
SNV

RÉSUMÉ

Les sources traditionnelles de combustible sont utilisées pour répondre aux besoins énergétiques quotidiens de la plupart des personnes de la Communauté Économique des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). La récolte de bois, de fumier séché et de charbon de bois conduit à l'épuisement des ressources naturelles et à la dégradation des terres productives, alors que ces combustibles s'avèrent insuffisants pour satisfaire la demande croissante de la population. Actuellement, des millions de personnes sont confrontées à des problèmes d'accès, de fiabilité et de coût de l'énergie. Même les entreprises sont concernées par cette "pauvreté énergétique". Le développement des énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest a été principalement axé sur les grands travaux d'infrastructure, qui ont constitué le point de départ des politiques de développement. En conséquence, la production d'énergie renouvelable domestique à petite échelle, utilisée pour cuisiner, se chauffer et dans les petites et moyennes entreprises (PME), destinée spécialement aux zones rurales et périurbaines, n'a reçu que peu d'attention et de soutien. Les modèles d'entreprise inclusive, c'est-à-dire,

les entreprises qui tiennent compte des plus démunis dans leurs activités, que ce soit en qualité de producteurs ou de consommateurs, ont la capacité de remédier au "manque d'accès universel à l'énergie renouvelable", notamment des populations rurales, et de accéder à de nouveaux marchés en fournissant des produits et des services à la grande majorité des populations pauvres d'Afrique de l'Ouest.

Mots clés: entreprise inclusive, bas de la pyramide (BdP), énergies renouvelables, pauvreté énergétique, énergie durable pour tous, Afrique de l'Ouest, CEDEAO, renforcement des capacités, secteur privé.

1. INTRODUCTION

Outre le fait de dépendre largement des importations de combustibles fossiles, la biomasse traditionnelle représente actuellement une part essentielle de la consommation d'énergie primaire, soit 80% de la consommation de la Communauté Économique des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Moins de 10% de la population rurale a accès à l'électricité. L'accès à des sources d'énergie durable, propre et fiable est un moteur essentiel du développement: aucun pays des temps modernes n'est parvenu à réduire sensiblement la pauvreté sans accroître considérablement le recours à l'énergie. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser les sources d'énergie locales et renouvelables en les adaptant à des solutions contextuelles afin d'améliorer l'accès à l'énergie dans la CEDEAO.

Dans son *Livre blanc pour une politique régionale pour l'accès à l'énergie*¹, la CEDEAO constate que la région possède un fort potentiel en énergies renouvelables, notamment, en énergie solaire, hydraulique et en biomasse à l'état naturel. La CEDEAO a la possibilité de combattre cette pauvreté énergétique, en adoptant une démarche cohérente d'utilisation des énergies renouvelables, en abandonnant les énergies fossiles qui deviennent de plus en plus chères et inaccessibles sous l'effet de la

demande croissante, et en utilisant les nombreux fonds alloués aux énergies renouvelables et à la lutte contre le changement climatique, notamment en Afrique subsaharienne.

Les conditions préalables à la réalisation de ces changements incluent l'élaboration et la mise en œuvre de politiques efficaces; la mise au point et l'adoption d'approches novatrices, mais éprouvées; et l'accès à de nouveaux moyens de financement conjugué à des orientations fondées sur le marché. Ces objectifs ne peuvent être pleinement réalisés qu'au moyen d'une démarche systémique à long terme. Une telle démarche requiert une participation active des institutions publiques, de la société civile, mais aussi et surtout, du moteur de l'économie: le secteur privé.

Ces dernières années, de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest se sont développés sur le plan économique. Cependant, les données révèlent que la croissance économique à elle seule ne suffit pas à réduire les inégalités. Il est fondamental que les familles les plus démunies et les petites entreprises puissent profiter de l'essor économique; la disponibilité de solutions et de services appropriés d'énergie propre dans les zones rurales favorise un développement accessible à tous et contribue à développer l'électrification rurale, si indispensable.

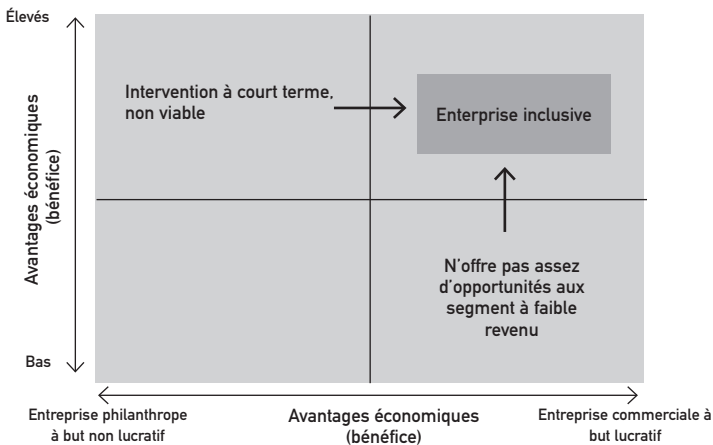
Le scénario de maintien de statu quo n'est donc pas une option viable pour l'Afrique de l'Ouest. La satisfaction des besoins fondamentaux d'une population qui croît rapidement exige une augmentation exponentielle de la demande d'énergie et des ressources naturelles, ce qui a pour effet d'augmenter la pression sur nos écosystèmes.

2. LE DÉVELOPPEMENT DES ENTREPRISES INCLUSIVES

Les grandes firmes privées de demain sont appelées à renverser ces tendances et à aligner leurs objectifs de rentabilité sur les besoins de la société². Dans ses efforts pour promouvoir des solutions commerciales au service d'un avenir

durable dans les pays en développement, le *World Business Council for Sustainable Development* (Conseil Mondial des Entreprises pour le Développement Durable, WBCSD), en collaboration avec *Netherlands Development Organisation* (l'association néerlandaise d'assistance au développement, SNV), a développé l'idée d'*entreprise inclusive* afin d'amorcer une réduction durable de la pauvreté à l'aide d'initiatives commerciales.

FIGURE 1
MAXIMISER LA VALEUR SOCIALE ET ÉCONOMIQUE



SOURCE : SNV (ADAPTÉ PAR L'AUTEUR)

Cette idée provient des travaux de feu C.K. Prahalad et de Stuart Hart sur les stratégies commerciales dites du "bas de la pyramide" (BdP), pour identifier des schémas d'entreprise commercialement viables, dotés d'un fort impact socioéconomique. Le bas de la pyramide est un marché qui regroupe les personnes les plus démunies de la planète, celles qui vivent avec moins de 2 dollars par jour, soit 3000 dollars par an en termes de pouvoir d'achat local³. Cette représentation attribue aux entreprises un rôle déterminant dans la réduction de la pauvreté, grâce à une approche axée sur le marché et le profit. Aujourd'hui, il existe de nombreuses conditions au fait de commercer

avec le bas de la pyramide. Le *Guide des entreprises inclusives* d'Endeva⁴ nomme de manière explicite les conditions les plus importantes. Deux d'entre elles incluent des "opportunités pour la majorité" formulées par la BID et la démarche *Faire fonctionner les marchés au bénéfice des pauvres (M4P)*, développée conjointement par le Département du développement international (DFID), la Direction du développement et de la coopération (SDC) et l'Agence suédoise de coopération internationale au développement (SIDA).

Selon la définition du WBCSD et de la SNV, *l'entreprise inclusive*⁵ consiste à intégrer les personnes vivant dans la pauvreté aux processus commerciaux, et ce, tout au long de la chaîne de valeur. L'entreprise inclusive est en mesure d'associer les communautés à faible revenu à l'activité commerciale, notamment: en embauchant directement des personnes à faible revenu; en axant le développement sur les prestataires et fournisseurs de services originaires de ces communautés; en produisant des biens et services abordables qui leur sont destinés. Autrement dit, l'entreprise inclusive n'est rien de plus que l'intégration des populations pauvres aux processus commerciaux, que ce soit en qualité de producteurs ou de consommateurs⁶.

L'initiative d'entreprise inclusive, mise en œuvre conjointement par la Banque Asiatique de Développement (BAoD) et *Netherlands Development Organisation (SNV)*, stipule que l'entreprise inclusive se distingue des entreprises sociales et des activités de responsabilité sociale par son but lucratif, la dimension de son impact social et sa contribution systémique à la réduction de la pauvreté et, par conséquent, par de plus grands besoins d'investissement.

Elle se démarque également de l'approche initiale du "bas de la pyramide" qui voit essentiellement les plus démunis comme un marché pour les entreprises privées et assume l'idée qu'ils tirent automatiquement profit des biens de consommation fournis, quels qu'ils soient. En revanche, une expansion du secteur privé fondée sur les entreprises inclusives créerait de nouveaux emplois pour les plus démunis, leur permettrait d'accéder à des produits et services de qualité à un prix abordable, ce qui contribuerait à améliorer leur vie et à réduire la pauvreté.

Dans la région de la CEDEAO, le secteur privé n'a fait que peu de cas du potentiel du bas de la pyramide, en dépit de l'essor économique et de l'ampleur de la pauvreté dans de nombreux pays, avec des PIB par habitant inférieurs à 200 dollars par an et une grande partie de la population vivant avec beaucoup moins que la moyenne nationale. Afin de garantir un développement accessible à tous, il est impératif de développer des solutions énergétiques abordables et propres, susceptibles de déboucher sur une croissance soutenue qui profiterait à l'ensemble de la population d'Afrique de l'Ouest.

3. LES MARCHÉS DE L'ÉNERGIE DANS LA CEDEAO

La Communauté Économique des États d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), créée en 1975 à Lagos (Nigéria), compte 300 millions d'habitants⁷, et atteindra les 325 millions d'habitants d'ici 2015. La région représente 4,6% de la population mondiale et plus de 40% de celle de l'Afrique subsaharienne, ce qui en fait la communauté régionale la plus peuplée du continent africain.

Face aux importantes déficiences du secteur énergétique de la région, les pays de la CEDEAO ont adopté des politiques régionales ambitieuses, par lesquelles ils s'engagent à harmoniser les législations nationales en matière d'énergie, à accroître l'indépendance énergétique et à améliorer de manière significative l'accès



FIGURE 2. CAPTEUR PARABOLIQUE HÉLIOTHERMIQUE POUR LA TRANSFORMATION DES NOIX DE KARITÉ. CONÇU PAR ISOMET À DABARÉ (BURKINA FASO). PHOTO DE GREGORY MILLER. SNV. (ENDNOTES)

à des services énergétiques modernes. Pour pallier les faiblesses du secteur, la plupart des initiatives et des programmes, tels que la politique énergétique commune et le *West African Power Pool* (WAPP), se focalisent principalement sur l'élargissement du réseau et le développement des systèmes automatisés, à travers des projets thermiques et hydrauliques de grande envergure, qui se contentent d'aborder l'accès à l'électricité. L'absence d'énergies propres et abordables participe au piège de la pauvreté. La pollution domestique découlant de l'utilisation de combustibles nocifs pour la cuisson et l'éclairage est à l'origine de graves problèmes de santé. La collecte de combustibles issus de la biomasse fait perdre un temps qui pourrait être consacré à meilleur escient: aller à l'école ou au travail. Par ailleurs, le coût élevé des dispositifs inefficaces et consommateurs d'énergie ainsi que les difficultés d'accès à des sources d'énergie modernes, telles que l'électricité, font partie des agents qui pénalisent le bas de la pyramide: un prix de plus à payer pour le fait d'être pauvre⁸. Le ciblage du bas de la pyramide dans les zones rurales et périurbaines reste très fragmenté et ne semble pas être, à ce jour, le principal objectif de ces politiques et programmes.

Il existe pourtant quelques exemples concrets en Afrique (voir tableau 1) qui montrent que le fait d'autonomiser ce segment de marché à bas revenus par la prestation de services d'énergie propre entraîne automatiquement une amélioration des conditions de santé et de travail, de plus grandes économies sur les dépenses d'énergie, une augmentation de la production et de la rentabilité économique, une dégradation moindre de l'environnement et un surplus de temps à consacrer aux activités sociales et à l'éducation. Personne n'ignore qu'après l'alimentation et le logement, l'énergie représente la plus grosse dépense des familles à faibles revenus, soit 9 % en moyenne des dépenses totales des ménages du bas de la pyramide⁹.

La photo n°1 montre une installation héliothermique qui a permis aux femmes d'une coopérative de noix de karité du Burkina Faso d'avoir accès à une source d'énergie fiable, à bas prix, pour la production de beurre de karité. Les opérations de transformation de cette activité agricole, si importante pour les femmes du milieu

rural, dépendent encore fortement d'appareils fonctionnant au bois ou au gazole. La mise en place de cette solution d'énergie renouvelable apporte une grande valeur au secteur du beurre de karité, puisqu'elle permet d'économiser sur les dépenses de bois, de réduire les temps de transformation et d'accroître les revenus des communautés rurales impliquées dans la transformation et la commercialisation.

Le *Livre blanc pour une politique régionale pour l'accès à l'énergie* de la CEDEAO¹⁰, approuvé par les chefs d'État et de gouvernement de la communauté en janvier 2006, à Niamey, a marqué un tournant affirmant la nécessité d'aborder la question de l'accès universel à l'énergie. Ce livre blanc, élaboré dans le contexte de la CEDEAO, conclut que le fait de développer l'approvisionnement en énergie et d'accroître l'accès aux services énergétiques modernes permettrait à la communauté de relever son niveau de PIB, de réduire l'extrême pauvreté et d'atteindre les ODM d'ici 2015. Il poursuit trois objectifs spécifiques, à savoir: (i) le renforcement de l'intégration régionale, (ii) la promotion de cadres institutionnels et politiques cohérents visant à améliorer l'accès aux services énergétiques dans la région de la CEDEAO, et (iii) l'élaboration de programmes énergétiques consistants axés sur la réduction de la pauvreté. Dans ses objectifs spécifiques, le livre blanc met l'accent sur le renforcement des capacités des acteurs publics et privés; l'amélioration de l'accès des zones rurales et périurbaines aux prêts à taux réduit, aux subventions et aux fonds du secteur privé; l'échange, la promotion et la diffusion d'expériences sous-régionales en matière de services énergétiques; la promotion des productions d'énergie et des services énergétiques locaux¹¹.

Sept ans après l'adoption du livre blanc de la CEDEAO et alors qu'il ne lui reste que deux ans pour atteindre les objectifs de 2015, la région continue de souffrir de l'immense écart entre l'offre et la demande de services énergétiques modernes. Ainsi que l'affirme très justement la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (agence allemande de coopération internationale, GIZ) dans son document-cadre sur les politiques énergétiques¹² relatif au secteur des énergies renouvelables de la CEDEAO, 64% de l'offre totale d'énergie est fournie par des centrales thermiques,

31% est produite grâce à l'énergie hydraulique et les 5% restants proviennent d'importations ou d'autres sources d'énergie telles que les énergies renouvelables.

Comment assurer un accès plus rapide et plus large aux énergies propres de sorte qu'il devienne universel? Comment faire en sorte que le secteur privé et les entreprises locales puissent jouer un rôle plus actif?

Beaucoup de choses devront changer pour que le secteur des énergies renouvelables puisse prospérer; pour sortir et rompre avec les énergies fossiles, l'élimination des subventions bénéficiant aux combustibles fossiles reste un élément crucial. Les conclusions tirées de la 4^e Conférence de l'Alliance internationale pour les énergies renouvelables (AREA)¹³ célébrée en mai 2012, et celles de la 1^e Conférence sur les énergies renouvelables hors réseau (IOREC), organisée à Accra du 29 au 31 octobre 2012 par le CEREEC, L'Agence Internationale pour les Énergies Renouvelables (IRENA) et L'Alliance pour L'Électrification Rurale (ARE), ont démontré que dans des conditions de concurrence équitables pour tous les types d'énergie, y compris les fossiles, l'énergie renouvelable s'avère tout simplement être la moins chère et la plus durable. Les dirigeants africains sont par conséquent encouragés à réorienter les subventions aux énergies fossiles au profit des énergies renouvelables. La mise en œuvre de politiques et de cadres réglementaires transparents en faveur de l'énergie renouvelable et de l'efficacité énergétique, axés sur les services énergétiques destinés aux segments de la population à faible revenu, doit s'accompagner d'une participation des entreprises; celles-ci doivent montrer la voie et développer le secteur des énergies renouvelables, tout en gérant l'accès à l'énergie des populations figurant au bas de la pyramide. Ceci exige évidemment une réponse audacieuse, courageuse, engagée et urgente de la part des secteurs public et privé.

De nombreuses et intéressantes initiatives sont en train de germer en Afrique. La création du Conseil des entreprises de la CEDEAO est une première avancée dans cette direction. Il s'agit d'un organe régional consultatif du secteur privé à disposition des responsables politiques, dont la mission est d'inscrire les modèles d'entrepreneuriat inclusif de lutte contre la pauvreté à

l'ordre du jour de l'agenda politique et économique d'Afrique de l'Ouest.

Le PNUD a joint ses efforts à ceux de l'initiative africaine pour les marchés inclusifs (AFIM), un programme régional qui vise à accélérer la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), en soutenant l'ouverture de marchés inclusifs favorables aux pauvres, dans toute l'Afrique; en réunissant tous les acteurs concernés et en renforçant les capacités des institutions régionales afin de combler l'écart entre le secteur public et privé, ainsi qu'entre les politiques et leur mise en pratique.

Une autre initiative du PNUD, *Entreprendre au bénéfice de tous* (GIM),¹⁴ offre des exemples et tentatives réussies de "modèles d'entreprise inclusive". Le tableau ci-dessous présente un échantillon des meilleures pratiques africaines, proposées par GIM, le WBCSD et Endeava, et prêtes à être reproduites à plus grande échelle.

La Banque Africaine de Développement (BAD) Vient de Créer le Fonds Africain de Garantie (FAG) et le Fonds pour L'Énergie Durable en Afrique (SEFA), des systèmes visant à faciliter l'accès au crédit des petites et moyennes entreprises (PME) afin de libérer leur potentiel à favoriser une croissance pour tous dans la région. Ce partenariat entre le public et le privé se compose de bailleurs, d'institutions de financement du développement et d'investisseurs privés qui devraient fournir un capital supplémentaire et, par conséquent, augmenter l'ampleur des opérations du fonds.

Il est évident que le concept d'entreprise inclusive recèle d'immenses possibilités pour l'Afrique de l'Ouest. Alors que le reste du monde fait face à la récession, l'activité économique subsaharienne a continué de croître à un rythme pratiquement ininterrompu. Dans ses dernières *Perspectives de l'économie mondiale*, le Fonds Monétaire International (FMI) prévoit une hausse du taux de croissance en Afrique subsaharienne située entre 5,1 et 5,4%, ce qui équivaut à une plus grande demande en énergie et, donc, à un besoin croissant de produits et de services novateurs d'énergie propre.

TABLEAU 1

SÉLECTION DES PRINCIPAUX MODÈLES AFRICAINS D'ENTREPRISES INCLUSIVES PROMOUVANT L'ACCÈS À L'ÉNERGIE

MODÈLES AFRICAINS D'ENTREPRISES INCLUSIVES PROMOUVANT L'ACCÈS À L'ÉNERGIE

Le foyer à charbon de Toyola: Améliorer l'environnement et la santé des populations pauvres de Ghana (2010 – Initiative mondiale sur le méthane, GMI).

TEMASOL: Favoriser l'accès à l'énergie (solaire) des familles dans les zones rurales reculées du Maroc (2011 – Initiative mondiale sur le méthane, GMI).

Maison Energy: Une micro-entreprise développe l'accès à l'énergie (éolienne, solaire et hydroélectrique) dans les zones rurales du Maroc (2011 – Initiative mondiale sur le méthane, GMI).

L'électrification rurale au Mali: Améliorer l'accès à l'énergie des populations pauvres en milieu rural (2007 – Initiative mondiale sur le méthane, GMI).

Projet MDP à Kuyasa: Une technologie axée sur l'efficacité énergétique et l'énergie renouvelable destinée aux populations pauvres d'Afrique du Sud (2010 – Initiative mondiale sur le méthane, GMI).

INENSUS au Sénégal: Un système hybride (composé d'une petite éolienne, de panneaux solaires et d'un groupe électrogène) vend de l'électricité aux habitants d'un village du Sénégal (2010 – Endeava).

Novozymes et CleanStar au Mozambique: Un modèle intégré propose un combustible de cuisson non polluant (de l'éthanol obtenu à partir de manioc) en Afrique subsaharienne (2012 – WBCSD).

Le tableau n^o 2 ci-dessous résume les principales conclusions de trois rapports principaux, qui attirent l'attention sur la manière de stimuler le développement d'entreprises inclusives du secteur de l'énergie dans la région de la CEDEAO.

Comme le signale le réseau *Business Fights Poverty*¹⁵, les trois rapports décrivent la nécessité d'ouvrir l'accès à l'énergie au bas de la pyramide. Dans tous les trois, il est fait allusion aux forces motrices de l'entreprise: les nouveaux marchés, les opportunités d'innovation et l'avantage concurrentiel. Et tous les trois proposent une analyse des trois principaux modèles d'activité: l'élargissement du réseau électrique, les systèmes d'énergie décentralisés (dont les labels de mini-réseaux d'Endeava et d'Hystra, qui concernent la catégorie des coopératives rurales), les systèmes hors réseau et les dispositifs tels que les installations solaires domestiques, les lanternes solaires et les cuisinières alimentées à la biomasse. Ils identifient également

les défis commerciaux et les facteurs de réussite de chacun de ces modèles d'activité. Ces trois rapports insistent à l'unisson sur la nécessité de disposer d'un environnement plus favorable, susceptible de favoriser la réussite et l'évolution des modèles d'entreprise inclusive dans le secteur énergétique, en abordant de manière plus ou moins détaillée les conditions réglementaires, politiques et de financement. Ils s'appuient tous trois sur l'idée commune que la collaboration entre les entreprises, le gouvernement, la société civile et la communauté de bailleurs est cruciale.

TABLEAU 2

RAPPORTS PRINCIPAUX SUR LES ENTREPRISES INCLUSIVES ET L'ACCÈS À L'ÉNERGIE

PRINCIPALES CONCLUSIONS/RECOMMANDATIONS¹⁶ DES 3 RAPPORTS DE FOND SUR LES ENTREPRISES INCLUSIVES ASSOCIÉES À L'ACCÈS À L'ÉNERGIE

<p>Accès à l'énergie pour le bas de la pyramide. Hystra et Ashoka (2009)</p>	<p>Il semble que l'écart entre la sphère sociale et économique n'est pas insurmontable, car il est possible de tenir compte à la fois des questions d'ordre social (dans notre cas, l'accès à l'énergie) et de créer des entreprises rentables, capables de répondre à la demande de ces "marchés", souvent considérées à tort comme insolubles. Pour répondre de manière satisfaisante aux besoins des populations défavorisées, il ne suffit pas de développer des produits et des services qui soient utiles et rentables, il faut également optimiser le "capital humain" de ces groupes, c'est-à-dire, leurs aptitudes organisationnelles, leurs liens de solidarité et leurs réseaux sociaux. Les entrepreneurs sociaux qui ont le mieux réussi sont ceux qui se sont efforcés d'attirer les consommateurs impliqués dans ces processus à valeur ajoutée. En effet, le fait de les considérer comme des acteurs et de les intégrer aux processus de production, de transformation et de distribution semble être une condition essentielle au développement d'entreprises sociales prometteuses.</p>
<p>Alimenter le bas de la pyramide. Endeava (2011)</p>	<p>Ce rapport constitue un guide complet sur les entreprises inclusives, considérées du point de vue de la production et de la consommation. Il résume les connaissances actuelles en la matière, présente plusieurs exemples pratiques, fournit des informations de contact et suggère des lectures complémentaires.</p>
<p>Solutions d'entreprises pour permettre l'accès à l'énergie pour tous. WBCSD (2012)</p>	<p>Pour atteindre les OMD, il faut résoudre les problèmes d'accès à une énergie propre, fiable et abordable. Disposer d'un fournisseur principal pour élargir l'accès à l'énergie. Mettre en place des modèles d'activités innovantes. Promouvoir l'instauration de cadres politiques. Développer des mécanismes de financement. Faire en sorte que les fonds publics et de développement attirent l'investissement privé. Adopter des approches intersectorielles. Construire des partenariats efficaces entre acteurs publics.</p>

4. OBSERVATIONS FINALES

Les possibilités qu'offre l'entreprise inclusive en Afrique de l'Ouest sont immenses, cela ne fait aucun doute. Compte tenu de la structure du marché, les entrepreneurs ouest-africains sont doués d'excellentes qualités leur permettant d'adapter leurs modèles d'activité aux besoins des consommateurs à faible revenu.

Les modèles d'entreprise inclusive ne sont qu'un moyen parmi tant d'autres d'inciter le secteur privé à lutter contre le "manque d'accès universel à l'énergie (renouvelable)" et la "pauvreté énergétique". Cela permettra de dégager des solutions globales et contextuelles, adaptées aux efforts déployés par l'Afrique de l'Ouest pour progresser sur la voie du développement durable et de l'énergie, et protéger un environnement aux ressources limitées.

Des partenariats efficaces entre les secteurs public et privé doivent donc être établis d'urgence, afin de développer les structures adéquates, les capacités et les mesures incitatives qui permettront de promouvoir et de tirer pleinement parti des entreprises inclusives. Cette coopération devrait veiller à ce que l'Afrique de l'Ouest puisse construire ce dont elle a besoin pour l'avenir: une région durable, au sein d'un continent émergent, habité par 325 millions de personnes menant une vie heureuse, aux limites de notre monde en mutation rapide.

NOTES

1. Officiellement intitulé, *Livre blanc pour une politique régionale sur l'accès aux services énergétiques des populations rurales et périurbaines pour l'atteinte des OMD*, 2005. CEDEAO.
2. *The business of inclusion: sustainable and equitable solutions*, de Marcel Engel et Filippo Veglio, dans *Trade and Investment for Prosperity*, Australie, 28 – 30 octobre 2011.
3. World Resource Institute (2007) : *The Next Four Billion*. Disponible sur <http://www.wri.org/publication/the-next-4-billion>
4. www.endeva.org, des solutions d'entreprise au service du développement; la mission d'Endeva est d'encourager et de soutenir la création de solutions commerciales aux problèmes les plus urgents de la planète: faire en sorte que la pauvreté appartienne au passé et préserver les écosystèmes pour les générations à venir.
5. www.inclusivebusiness.org de WBCSD et SNV.

6. www.inclusivebusiness.org de WBCSD et SNV.
7. http://www.europarl.europa.eu/intcoop/acp/04_regional/pdf/magbagbeola_en.pdf.
8. World Resource Institute (2007) : *The Next Four Billion*. Disponible sur <http://www.wri.org/publication/the-next-4-billion>.
9. World Resource Institute (2007) : *The Next Four Billion*. Disponible sur <http://www.wri.org/publication/the-next-4-billion>.
10. Officiellement intitulé, *Livre blanc pour une politique régionale sur l'accès aux services énergétiques des populations rurales et périurbaines pour l'atteinte des OMD*, 2005, CEDEAO.
11. Renewable Energies in West Africa, *Regional report on Potential and Markets – 17 country analyses*, 2009, GIZ.
12. Renewable Energies in West Africa, *Regional report on Potential and Markets – 17 country analyses*, 2009, GIZ.
13. Fondé par le *World Future Council* (conseil pour l'avenir du monde) en 2009
14. <http://www.growinginclusivemarkets.org/>
15. <http://www.businessfightspowerty.org/profiles/blogs/resources-for-practitioners-inclusive-business-models-in-the-energy-sector>; *Resources for practitioners: inclusive business models in the energy sector*, publié par *Business Fights Poverty*, le 27 février 2012 à 10h30.
16. Phrase extraite des rapports.

AUTEUR

Willem Adrianus Bron. Responsable du Secteur des Energies Renouvelables au Burkina Faso, SNV programmes.

www.snvworld.org

INITIATIVES DE PROMOTION DE L'INVESTISSEMENT DU CEREEC (EREF, EREI)

DAVID VILAR, MARTIN LUGMAYR,
AMINATA FALL, MAHAMA KAPPIAH
CEREEC

RÉSUMÉ

Cet article fait le point sur les mécanismes mis en place par le CEREEC pour promouvoir le financement et l'investissement des énergies renouvelables (EnR) et de l'efficacité énergétique (EE) dans la région de la CEDEAO. La Facilité de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (EREF) est un fonds de microsubventions allouées aux modèles d'entrepreneuriat du milieu rural et périurbain, dans le but d'améliorer l'accès à l'énergie dans la région. L'initiative de la CEDEAO pour la promotion de l'investissement dans les énergies renouvelables (EREI) est une stratégie reposant sur de multiples activités dont l'objectif est d'attirer et de promouvoir l'investissement pour les grandes et moyennes infrastructures de la région.

Mots clés: financement, investissement, CEDEAO, énergies renouvelables.

1. INTRODUCTION

Le secteur énergétique d'Afrique de l'Ouest est confronté à de nombreux défis, dont:

- un manque d'accès à une énergie moderne pour environ 60 % de la population;
- une demande croissante en électricité, notamment dans les zones périurbaines et rurales;
- des problèmes de production dûs à la dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles et à des installations vieillissantes;
- une énergie coûteuse;
- les effets du changement climatique pointant la nécessité de réduire les GES et d'adapter les systèmes énergétiques.

Malgré les abondantes ressources en énergies renouvelables dont dispose la région de la CEDEAO, il est généralement admis que les objectifs de celle-ci en matière d'accès à l'énergie, de sécurité énergétique et de climat ne pourront être atteints simultanément sans la réalisation d'investissements majeurs dans les cadres et infrastructures d'énergie renouvelable d'Afrique de l'Ouest. Le développement des marchés de l'énergie renouvelable de la CEDEAO requiert d'importants investissements.

On sait aussi par expérience que le succès des programmes d'énergie renouvelable ne dépend pas uniquement de la bonne gestion des projets, mais aussi, dans une large mesure, de la volonté politique, d'une réglementation efficace du marché, et des capacités techniques et humaines disponibles. Les fonds d'investissement liés aux activités d'énergie renouvelable n'ont cessé de se multiplier partout dans le monde. Malgré cela, la région de la CEDEAO n'est parvenue à attirer qu'une part de ces capitaux. Cette situation implique donc de déployer des efforts accrus et urgents afin d'améliorer le contexte politique et d'investissement lié aux énergies renouvelables des États membres de la CEDEAO.

Que ce soit à l'échelle mondiale ou dans les pays en développement, on assiste à une augmentation de l'investissement dans les énergies renouvelables. En dépit du peu d'acteurs et d'investisseurs

en Afrique de l'Ouest, le secteur privé a exprimé un intérêt naissant pour l'énergie renouvelable. La Commission de la CEDEAO compte entretenir l'intérêt suscité en mettant en place les politiques adéquates et des cadres réglementaires susceptibles d'instaurer la confiance parmi les investisseurs.

2. LE SECTEUR DES ENR D'AFRIQUE DE L'OUEST: UNE OPPORTUNITÉ D'INVESTISSEMENT

Le secteur des énergies renouvelables d'Afrique de l'Ouest offre de bonnes opportunités d'investissement, pour les raisons suivantes:

- Le marché de l'énergie des États membres de la CEDEAO est en croissance constante. En revanche, la capacité de production installée croît à un rythme plus lent que la demande. L'écart entre l'offre et la demande se traduit par une offre déficitaire. Il existe, par conséquent, une demande à satisfaire et des besoins impérieux d'augmenter la production d'énergie.
- Le marché mondial des combustibles fossiles s'est caractérisé depuis 2003 par des prix élevés et instables. Le vieux modèle d'approvisionnement en services énergétiques n'est donc pas en mesure de satisfaire la demande croissante de la région en matière d'énergie, car il n'est ni suffisant ni abordable. Par ailleurs, les coûts des technologies EnR n'ont cessé de diminuer ces dernières années et devraient continuer sur cette lancée.
- De nouveaux cadres réglementaires, régionaux et nationaux, sont en cours d'élaboration dans de nombreux pays. Des pays tels que le Cap-Vert, le Ghana et le Sénégal ont adopté des lois sur les énergies renouvelables.

Voici quelques exemples et mesures mis en place pour promouvoir l'investissement en EnR dans la région de la CEDEAO:

- Le gouvernement du Sénégal a adopté une loi sur les EnR en 2010 et gère un portefeuille de projets EnR incluant, entre

autres, l'exploitation des ressources éoliennes dans la région nord du pays.

- Le gouvernement du Cap-Vert a adopté une loi sur les EnR en 2011 ainsi qu'un plan d'investissement visant un taux de pénétration des EnR de 50 % d'ici 2020.
- Le gouvernement du Ghana a adopté une loi sur les EnR en 2011 ainsi qu'un quota obligatoire de 10 %, et travaille actuellement à l'élaboration d'un décret relatif au tarif de rachat.
- Le gouvernement de la Gambie rédige actuellement l'ébauche d'une politique sur les EnR et d'un cadre réglementaire en vue d'attirer les investisseurs en EnR.
- Plusieurs pays de la CEDEAO cherchent à identifier des micro-réseaux EnR dans les zones rurales et à mettre sur pied les cadres réglementaires qui permettront d'attirer les investisseurs et promoteurs de ce type de projets.
- En 2008, la société ADDAX a lancé le projet d'éthanol de Makéni (MEPP) en Sierra Leone, dont la mise en service est prévue pour 2013. L'objectif du projet est de promouvoir la production de bioéthanol destiné à l'usage domestique, l'augmentation de la capacité du réseau et l'exportation d'énergies.
- En 2010, le Cap-Vert a inauguré le premier projet indépendant d'énergie éolienne de 0,5 MW.
- En 2010, le Cap-Vert a inauguré deux parcs photovoltaïques raccordés au réseau, de 2,5 et 5 MW.
- En 2011, le Cap-Vert a inauguré le plus grand parc éolien de la région (25 MW), dans le cadre du projet CABEOLICA.
- La délégation de l'Union Européenne financé l'investissement d'un projet photovoltaïque de 20 MW au Burkina Faso.
- En 2012, *Volta River Authority* (VRA) et la Commission de Réglementation des Services D'Utilité Publique (PURC en anglais) du Ghana ont conclu un accord d'achat d'électricité en provenance d'une centrale solaire photovoltaïque de 2 MW. VRA a également prévu d'installer dans le pays des centrales photovoltaïques de 10 MW et des parcs éoliens d'une puissance de 100 à 150 MW.

3. PRINCIPAUX DÉFIS DE L'INVESTISSEMENT DANS LE SECTEUR DES ENR EN AFRIQUE DE L'OUEST

3.1. L'EFFET DES COÛTS D'INVESTISSEMENT SUR LE PRIX D'ACHAT DE L'ÉLECTRICITÉ

L'objectif ciblé par la stratégie du livre blanc de la CEDEAO en matière de prix de l'énergie revêt une importance particulière lorsqu'il s'agit des énergies renouvelables. Pour pouvoir proposer des services énergétiques à des *prix abordables*, il faut que la production soit compétitive. Dans le cas des projets d'énergie renouvelable, cela implique de pouvoir financer les coûts initiaux, tels que les études de faisabilité, puis le coût du capital, plus faible, dont dépend une grande partie de la viabilité économique du projet. La structure du capital est essentiellement une combinaison de fonds propres, de dette et de subventions. Les perceptions de risque erronées associées à ces éléments ont un impact sur le coût du capital et pourraient être dissipées au moyen d'information fiable sur des outils d'atténuation du risque: des garanties partielles du risque ou des mécanismes novateurs de financement de projets. L'objectif du CEREEC est de mobiliser le soutien financier aux projets d'énergie renouvelable en rapprochant les promoteurs des projets de leurs partenaires financiers et des éventuels investisseurs.

3.2. LA CONTRIBUTION DU SECTEUR PUBLIC AU FINANCEMENT DES ENR

L'État et les institutions publiques sont appelées à jouer un rôle majeur dans le déploiement des EnR en Afrique de l'Ouest. Il subsiste, à propos du coût des technologies d'EnR et des facteurs de risque associés, une série d'idées fausses qui influent sur ce coût. Selon l'AIE, le déploiement de projets EnR à grande échelle requiert le soutien des institutions publiques, à savoir de l'État et des banques d'investissement et de développement. La contribution du secteur public devrait concerner les points suivants:

- Des actions publiques de sensibilisation visant à diffuser des informations fiables sur les technologies EnR, leurs coûts,

leurs risques, et à démontrer que l'investissement en EnR peut être avantageux à long terme. L'État peut également donner l'exemple en installant des technologies EnR dans les bâtiments publics afin de promouvoir leur acceptation parmi la société et les entreprises.

- Plusieurs pays africains ont contribué au déploiement des EnR en appliquant une exonération de l'impôt et des droits d'importation relatifs aux équipements EnR. Les EnR sont ainsi devenues, pour les particuliers et les entreprises, une option plus attrayante pour subvenir à leurs besoins en énergie.
- Les gouvernements occupent une place capitale dans les conseils et comités des banques d'investissement et de développement, qu'ils peuvent utiliser pour orienter les politiques de prêt en faveur des EnR (obligation pour les banques commerciales de consacrer une part de leur portefeuille à l'investissement en EnR et en efficacité énergétique).
- L'élaboration de politiques adaptées aux maillons stratégiques de la chaîne de valeur des technologies EnR et de la croissance verte: les technologies EnR étant encore en phase d'innovation, il est nécessaire de mettre en place des politiques adaptées au secteur industriel local des chaînes de valeur, qui soient en mesure de promouvoir une croissance verte fondée sur le déploiement stratégique des technologies EnR tenant compte de l'évolution inverse des valeurs des produits et des services auxquels ce produit donne accès.

3.3. LA CONTRIBUTION DU SECTEUR PRIVÉ AU FINANCEMENT DES ENR

Le volume d'investissement nécessaire au déploiement des EnR dans la région justifie l'implication du secteur privé, lequel peut être renforcé par une intervention publique. Il peut s'agir de banques commerciales, de sociétés de services énergétiques (SSE) et de fonds de pension. Ces derniers présentent un intérêt particulier dans le contexte de crise financière au cours de laquelle le secteur des services a perdu beaucoup de son attrait. Les projets d'infrastructure EnR exigent un investissement de départ considérable, facilement mobilisable à travers ces fonds. À long terme,

le retour sur investissement peut s'avérer très satisfaisant pour ces organismes.

Le secteur privé, s'il est stimulé par le secteur public, est en mesure de contribuer à l'investissement en EnR de la région.

4. LES MESURES DU CEREEC POUR ATTIRER L'INVESTISSEMENT EN ENR VERS L'AFRIQUE DE L'OUEST

Dans le cadre de sa mission de collaboration au développement durable de la région, la Commission de la CEDEAO s'est engagée à relever les défis du secteur énergétique afin de garantir l'accès à une énergie moderne, fiable et abordable. Pour ce faire:

- La CEDEAO a adopté en 2006 un livre blanc axé sur l'amélioration de l'accès aux services énergétiques pour les populations de la région, en particulier, des populations rurales et périurbaines. Il y est précisé que 20 % des nouveaux investissements du secteur énergétique doivent être consacrés aux ressources locales d'énergie renouvelable.
- En 2010, avec l'aide de l'Autriche, de l'Espagne et de L'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), le Conseil des ministres de la CEDEAO a instauré le Centre Régional de la CEDEAO pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique (CEREEC). L'objectif spécifique du CEREEC consiste à créer des conditions générales favorables aux énergies renouvelables ainsi que des marchés de l'efficacité énergétique, en soutenant des activités destinées à renverser les barrières existantes. Ces activités incluent l'élaboration de politiques, le renforcement des capacités, la mise en place de programmes de sensibilisation, la gestion des connaissances ainsi que la promotion du commerce et de l'investissement.
- En octobre 2012, les ministres de l'Énergie de la CEDEAO ont adopté des politiques régionales en matière d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique, qui définissent des objectifs ambitieux pour la région pour les 10-15 ans à venir.

Ces politiques régionales contribueront à orienter les efforts de la région vers l'utilisation de technologies et de ressources énergétiques durables en vue, notamment, d'atteindre l'accès universel à l'énergie. La mise en pratique de ces politiques sur le plan régional et national facilitera les investissements en EnR, en supprimant les barrières qui entravent actuellement le déploiement de ces technologies dans la région de la CEDEAO.

- En octobre 2012, le CEREEC a créé l'Observatoire virtuel de la CEDEAO pour les Énergies Renouvelables et L'Efficacité Énergétique (ECOWREX) afin de stimuler la gestion des connaissances, la mise en place de réseaux, les actions de plaider et le renforcement des capacités en matière d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique (EnR et EE), dans le but de remédier au manque de connaissances et d'information actuel qui fait obstacle aux investissements en EnR et EE dans la région de la CEDEAO.

Afin de promouvoir l'investissement dans le secteur des EnR, le CEREEC a entrepris deux actions en 2011:

1. Un premier appel à propositions dans le cadre de la Facilité de la CEDEAO pour les énergies renouvelables (EREF). L'EREF accorde des subventions aux projets EnR à petite échelle recensés dans la région. Les 41 projets sélectionnés par l'EREF sont mis en œuvre avec l'aide du CEREEC.
2. Pour les projets à moyenne et grande échelle, le CEREEC a créé l'initiative de la CEDEAO pour la promotion de l'investissement dans les énergies renouvelables (EREI), dans l'objectif de faciliter la communication entre les promoteurs et les financiers intéressés par le secteur des énergies renouvelables d'Afrique de l'Ouest.

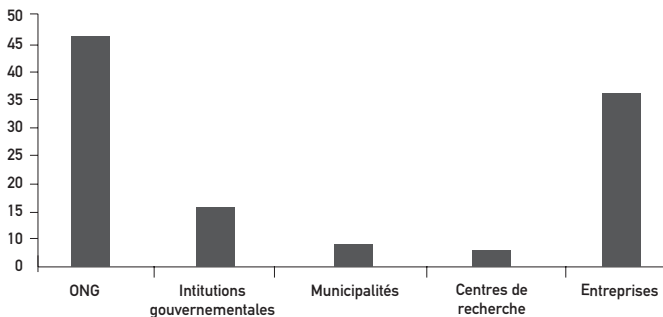
Ces deux initiatives sont un exemple des efforts déployés par le centre pour mobiliser l'investissement énoncé dans le livre blanc de la CEDEAO sur l'amélioration de l'accès aux services énergétiques pour les populations de la région, en particulier, des populations rurales et périurbaines.

4.1. FACILITÉ DE LA CEDEAO SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (EREF)

Le facilité de la CEDEAO pour les énergies renouvelables (EREF) s'inscrit dans la ligne d'action numéro 2 du livre blanc de la CEDEAO/UEMOA qui réclame un schéma d'investissement novateur en faveur de projets EnR et EE, capable de financer au moins 200 projets et de soutenir les secteurs de l'industrie locale et des services. Ce dispositif cherche à répondre au besoin urgent d'investissement des zones rurales et périurbaines d'Afrique de l'Ouest dans lesquelles l'accès aux services énergétiques reste difficile. L'EREF vise essentiellement les projets EnR et EE de moyenne et grande envergure des zones rurales et périurbaines. Un premier appel à propositions a été lancé en 2011 auquel ont répondu 166 promoteurs de 15 États membres. Les propositions ont fait l'objet d'une procédure d'appréciation réalisée en deux phases et d'une évaluation externe, à l'issue desquelles 41 de ces projets ont décroché une subvention. Les projets sélectionnés sont issus de différents promoteurs. Le graphique n° 1 présente le pourcentage que représente chaque type de soumissionnaire par rapport aux projets approuvés.

GRAPHIQUE 1

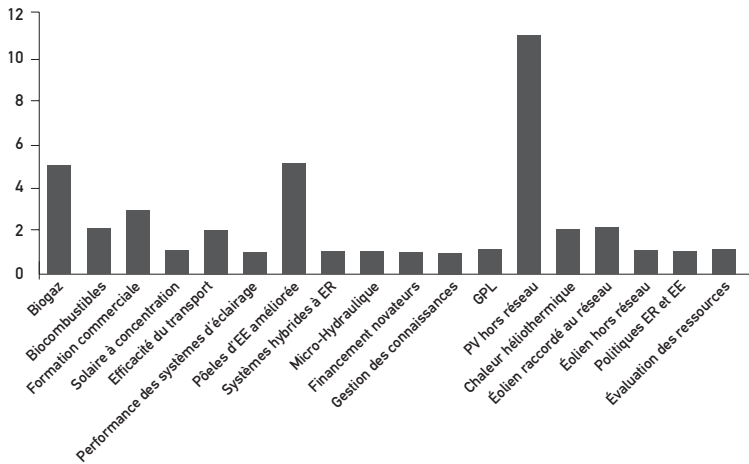
RÉPARTITION EN POURCENTAGE DU TYPE DE SOUMISSIONNAIRE PAR RAPPORT AUX PROJETS APPROUVÉS



Les projets approuvés portent sur différents domaines d'EnR et EE. Le graphique n° 2 présente les domaines d'étude des 41 projets approuvés.

GRAPHIQUE 2

DOMAINES D'ÉTUDE DES PROJETS APPROUVÉS PAR L'EREF



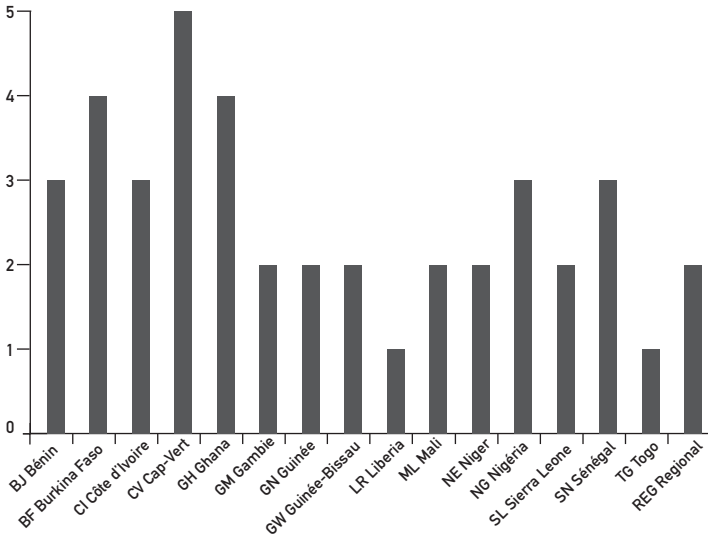
Les projets ont démarré en novembre 2012. Les résultats attendus sont les suivants:

- Améliorer l'accès à l'énergie moderne des zones défavorisées grâce à l'utilisation des ressources locales et réduire les facteurs externes négatifs liés à l'énergie;
- Renforcer les capacités des planificateurs et des promoteurs des projets de moyenne et grande envergure, grâce au soutien du CEREEC pour améliorer la qualité des propositions durant la deuxième étape du processus d'évaluation;
- Contribuer au renforcement des capacités des bénéficiaires des projets, moyennant la mise en place d'un important volet de formation;
- Contribuer au développement de l'économie locale;
- Opérer le transfert des connaissances par la diffusion de l'expérience, à travers l'Observatoire de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (ECOWREX) et les promoteurs des projets financés;

- Conférer une grande visibilité à l'action du CEREEC et de ses représentants (points focaux nationaux) sur le terrain et auprès du secteur privé;
- Renforcer la base de connaissances et les capacités du secrétariat du CEREEC.

GRAPHIQUE 3

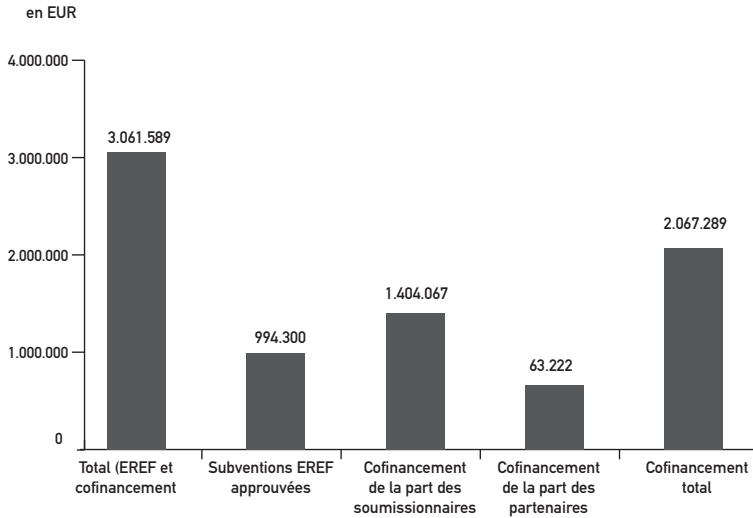
RÉPARTITION DES PROJETS EREF PAR PAYS DE LA CEDEAO



L'initiative EREF a été mise en œuvre avec le soutien de l'Autriche et de l'Espagne; elle s'inscrit dans le droit fil de la Déclaration de Paris sur l'efficacité de l'aide qui préconise le renforcement de l'appropriation, des capacités et des systèmes locaux pour faire progresser l'aide au développement. L'idée de l'EREF s'inspire d'un concept éprouvé et déjà à l'œuvre en Amérique centrale, dans le Mékong, la région andine et en Afrique du Sud.

GRAPHIQUE 4

SUBVENTIONS EREF APPROUVÉES ET COFINANCEMENT. SOUTIEN FINANCIER MOYEN ACCORDÉ PAR L'EREF: 68%.



La clôture du premier appel à propositions d'EREF marque le franchissement d'une étape décisive pour l'équipe du CEREEC. Le comité technique de la facilité de la CEDEAO pour le développement des énergies renouvelables (EREF) dans les zones rurales et périurbaines a approuvé 41 projets pour une valeur de 3 millions d'euros. Le CEREEC cofinance ces projets à hauteur de 1 million d'euros (voir rapport ci-joint; environ 25% des notes conceptuelles présentées ont été approuvées). La facilité sera gérée par le CEREEC avec l'aide technique de l'ONUDI et cofinancera les projets sélectionnés à hauteur de 1 million d'euros en provenance de l'Agence Espagnole de Coopération Internationale pour le Développement (AECID) et de la Coopération Autrichienne pour le Développement (ADC). Les projets seront mis en œuvre dans les deux prochaines années.

4.2. INITIATIVE DE LA CEDEAO POUR LA PROMOTION DE L'INVESTISSEMENT DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES (EREI)

Le Centre Régional de la CEDEAO pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique (CEREEC) a lancé l'initiative de la CEDEAO pour la promotion de l'investissement dans les énergies renouvelables (EREI) dans le cadre de sa mission visant à attirer l'investissement en matière de projets EnR dans la région d'Afrique de l'Ouest. L'EREI a été conçu comme un engagement de la CEDEAO envers la promotion des centrales EnR de moyenne et grande envergure, dans le but de répondre aux enjeux énergétiques de la région.

L'objectif de l'EREI est de soutenir la mise en place de projets EnR en créant une plateforme de contact entre les promoteurs et financiers intéressés.

Les objectifs de l'EREI à moyen terme sont les suivants:

- Encourager et soutenir l'investissement afin de promouvoir des projets d'infrastructure EnR en Afrique de l'Ouest.
- Faciliter l'exécution des projets d'investissement en EnR dans la région.
- Mettre en contact les différentes parties prenantes impliquées dans le financement et développement de projets d'infrastructure EnR en Afrique de l'Ouest.
- Dissiper les fausses idées qui subsistent concernant le coût d'investissement des projets EnR en Afrique de l'Ouest en s'appuyant sur l'évaluation du CEREEC, une institution spécialisée du gouvernement régional de la CEDEAO.
- Établir des contacts entre les promoteurs des projets, les partenaires financiers et les éventuels investisseurs de ces projets d'infrastructure.
- Devenir un point focal à disposition des parties prenantes intéressées par le secteur des EnR d'Afrique de l'Ouest.
- Financer les phases préparatoires et de faisabilité des projets d'infrastructure EnR dans la région.
- Améliorer l'image du secteur énergétique des EnR en Afrique de l'Ouest auprès de l'investissement étranger direct (IED).

- Fournir des informations fiables et à jour sur les projets EnR, actuels et éventuels, répertoriés dans la région.

Dans le cadre de l'initiative EREI, le CEREEC a procédé, avec le soutien de ses points focaux nationaux, à l'inventaire de tous les projets d'infrastructure EnR de moyenne et grande envergure mis en place dans la région. Au terme de ce processus, 156 projets à différents stades de développement ont été comptabilisés dans la région. Parmi ceux-ci, 64 projets présentent un état d'avancement suffisant (et des informations disponibles) pour qu'ils soient considérés comme projets recensés; les autres projets sont encore à un stade très précoce de développement. Certains de ces 64 projets ont d'ores et déjà atteint l'étape de clôture financière ou un stade relativement avancé de développement. Le CEREEC apporte un soutien direct au développement des 41 projets restants. Ces 41 projets ont été soumis à un examen de haut niveau réalisé par la société anglaise Sinclair Knight Merz Limited (SKM), afin de soutenir les discussions entamées lors des réunions entre promoteurs et financiers.

FIGURE 5

GRAPHIQUE REPRÉSENTANT LA CAPACITÉ À INSTALLER IDENTIFIÉE DANS LE CADRE DE L'INITIATIVE EN COURS DE LA CEDEAO POUR LA PROMOTION DE L'INVESTISSEMENT DANS LES TECHNOLOGIES ENR

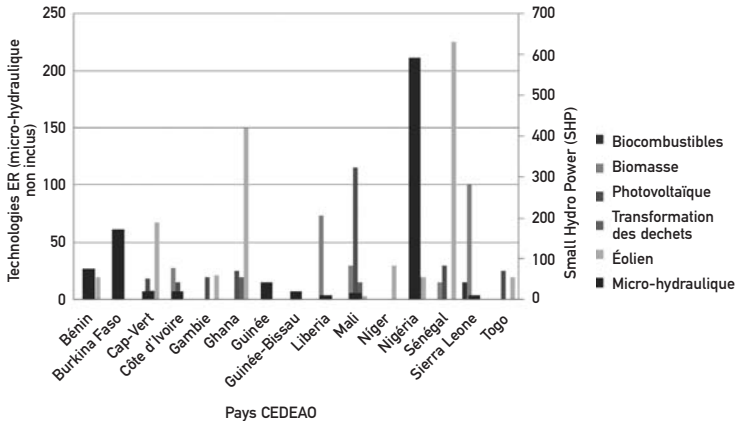


TABLEAU 1

NOMBRE DE PROJETS DE L'INITIATIVE EN COURS DE LA CEDEAO POUR LA PROMOTION DE L'INVESTISSEMENT DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

PAYS DE LA CEDEAO	BIOCOM-BUSTIBLES	BIOMA-SSE	PHOTO-VOLTAÏQUE	MICRO-HYDRAULIQUE	TRANSFORMATION DES DÉCHETS ÉOLIEN	TOTAL
Bénin			1	3	1	5
Burkina Faso			3	29		32
Cap-Vert			6	1	2	11
Côte d'Ivoire		2	1	1		4
Gambie			1			3
Ghana			2		1	2
Guinée				3		3
Guinée-Bissau			1	1		2
Liberia		3		2		5
Mali		1	13	7	1	2
Niger						1
Nigéria			2	7	1	1
Sénégal		1	2			3
Sierra Leone	1	1		1		3
Togo			2			1
Total général	1	8	34	55	5	25

TABLEAU 2

CAPACITÉ À INSTALLER IDENTIFIÉE DANS LE CADRE DE L'INITIATIVE EN COURS DE LA CEDEAO POUR LA PROMOTION DE L'INVESTISSEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

ÉTIQUETTES DE LIGNE	BIOCOM-BUSTIBLES	BIOMA-SSE	PHOTO-VOLTAÏQUE	MICRO-HYDRAULIQUE	TRANSFORMATION DES DÉCHETS ÉOLIEN	TOTAL GÉNÉRAL
Bénin			6	75	20	101
Burkina Faso			43	171		215
Cap-Vert			19	20	8	68
Côte d'Ivoire		28	15	20		63
Gambie			20		21	41
Ghana			25		20	150
Guinée				43		43
Guinée-Bissau			5	20		25
Liberia		73		12		85
Mali		30	115	16	15	3
Niger					30	30
Nigéria			40	591	20	20
Sénégal		15	30		225	270
Sierra Leone 15		100		10		125
Togo			25		20	45
Total général 15		246	343	978	63	557

4.3. FORUM SUR L'INVESTISSEMENT EN ENR DE LA CEDEAO

Le forum de la CEDEAO sur l'investissement est une vitrine de l'EREI où les investisseurs, bailleurs et promoteurs des projets EnR d'Afrique de l'Ouest se rencontrent périodiquement sous l'égide et la direction des gouvernements de la CEDEAO, représentés par leur institution spécialisée, le CEREEC. Le principal objectif du forum est de fournir aux financiers et promoteurs des projets un cadre de

dialogue permanent dans lequel discuter des opportunités de l'industrie des EnR en Afrique de l'Ouest et des questions à aborder, avec l'aide du CEREEC dans le rôle de facilitateur.

La première édition du forum s'est déroulée du 27 au 28 septembre à Dakar. Elle a réuni environ 90 participants venus du Sénégal, d'autres États membres de la CEDEAO, d'Europe et des États-Unis. Les assistants étaient essentiellement des financiers, des promoteurs, des bailleurs et des analystes de marché qui souhaitaient en savoir davantage sur les opportunités d'investissement en Afrique de l'Ouest.

Les activités entreprises au cours de cette réunion devraient conduire aux résultats suivants:

- L'établissement d'une passerelle de communication entre les promoteurs des projets EnR et les partenaires financiers.
- L'émergence d'une prise de conscience quant au changement de paradigme du secteur énergétique relatif à l'électrification EnR des zones rurales et périurbaines.
- L'élaboration d'une liste des partenaires financiers désireux d'apporter des capitaux aux projets EnR d'Afrique de l'Ouest.

Le CEREEC s'est déjà engagé à organiser la deuxième édition du forum, à la mi-2013. L'initiative EREI doit devenir une plateforme permettant aux différentes parties prenantes d'échanger sur les projets et investissements en EnR.

Les principales activités de développement de l'EREI seront axées sur les priorités suivantes:

1. Inclure le forum de l'EREI au calendrier des principaux événements financiers en matière d'EnR.
2. Instaurer un comité directeur chargé de sélectionner les projets présentés à l'occasion des réunions annuelles; il convient de fixer des critères objectifs pour la sélection des institutions/organisations membres du comité.
3. Communiquer sur les activités de l'initiative EREI: créer un portail consacré à l'investissement sur le nouveau site internet du CEREEC, concevoir des produits d'information et de

suivi sur les réseaux sociaux, inclure une base de données des contacts de l'EREI afin de faciliter les communications personnelles avec les parties prenantes.

4. Identifier de nouveaux partenaires et commanditaires, dans et en dehors de la communauté financière d'Afrique de l'Ouest.

5. CONCLUSION

L'initiative EREI est un programme stimulant et ambitieux amorcé par le CEREEC pour faciliter le développement des infrastructures EnR en Afrique de l'Ouest, auquel les participants à la première édition du forum ont apporté leur soutien. En effet, les grandes opportunités qu'offre le secteur des EnR en Afrique de l'Ouest appellent à des mesures urgentes pour renverser les barrières qui empêchent actuellement de les exploiter, à savoir, notamment, les difficultés de mobilisation de fonds des projets actuels. Plusieurs de ces projets ont fait l'objet d'études de faisabilité concluantes. Certains sont même parvenus à mobiliser les fonds nécessaires à leur réalisation. Il subsiste néanmoins des lacunes, qui doivent être comblées. Le CEREEC s'est engagé à développer des mécanismes novateurs et des mesures capables de remédier à cette situation. Dans les années à venir, le CEREEC continuera d'élaborer et de mettre en œuvre un programme pluriannuel performant de promotion des investissements en EnR au bénéfice de l'industrie des énergies renouvelables et de la population d'Afrique de l'Ouest.

AUTEURES

David Vilar. Assistance Technique de la AECID au CEREEC.

Martin Lugmayr. Expert en Energies Renouvelables au CEREEC/ONUDI.

Aminata Fall. Assistant de Projet au CEREEC.

Mahama Kappiah. Directeur Exécutif du CEREEC.

www.ecreee.org

Pour préparer cette publication sur l'état des énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest, le Centre pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO (CEREEC), l'Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) et Casa África ont compilé des articles de divers auteurs et institutions de référence dans la région et dans le monde.

L'objectif est de présenter la situation actuelle et les tendances en matière de développement des énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest dans le contexte mondial. Ce livre est une contribution à l'initiative des Nations Unies « Année internationale de l'énergie durable pour tous ». Il vient s'ajouter aux actions du CEREEC en matière de diffusion et de gestion des connaissances et au projet RENOW (MAC/3/C182) de ITC, lequel vise à mettre en œuvre des stratégies pour le développement des énergies renouvelables dans l'espace Atlantique euro-africain.

Certains articles de la présente publication sont sur les cadres réglementaires et sur l'état de l'art des technologies d'énergies renouvelables, en Afrique de l'Ouest et dans le monde, ainsi que sur des expériences qui ont été vécues dans la région.



Avec le soutien de :



Financement :

