

Etude de faisabilité et plan d'actions pour la fabrication des composants des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin

Rapport Final
(Version en Français)



Préparé pour:

Requérants du CRTC pour le Bénin: Ministère de l'Energie/Direction Générale de l'Energie (Juste Christel Tankpinou DAMADA/Todéman Flinso ASSAN/Amine Bitayo KAFFO), Point Focal CRTC Bénin (Raphiou AMINO)

Préparé par:

Peter VISSERS, Adrien BIO YATOKPA, Johan KUIKMAN, Stan VAN DEN BROEK, A. M. Akofa ASARE-KOKOU, Rakiatou GAZIBO

© Partners for Innovation, le 12 juin 2018

Liste des sigles

ABERME	Agence Béninoise d'Electrification Rurale et de Maîtrise d'Énergie
ANADER	Agence Nationale de Développement des Énergies Renouvelables, Bénin
ARE	Autorité de Régulation de l'Électricité
BAD	Banque Africaine pour le Développement
CEB	Communauté Électrique du Bénin
CEDEAO	Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest
CENER	Centro Nacional de Energías Renovables (Centre National des Énergies Renouvelables, Espagne)
CEREEC	Centre pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique de la CEDEAO
EnCIE	Commission Internationale Electrotechnique (International Electrotechnical Commission)
CONTRELEC	L'Agence de Contrôle des Installations Électriques Intérieures
CRTC	Centre et Réseau de la Technologie sur le Climat
DGE	Direction Générale de l'Énergie, Ministère de l'Énergie
DGCE	Direction Générale de l'Environnement et du Climat, Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable
EEEOA	Le système d'Échanges d'Énergie Électrique Ouest Africain
EnDev	Développement énérgisant (Energising Development Program)
FCFA	Franc CFA de l'Afrique de l'Ouest, 1 EUR = 656 FCFA, 1 USD = 558 FCFA [57]
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Organisation Allemande pour le Développement International)
GoB	Gouvernement du Bénin
IAC	Ingénierie, Achats et Construction
IRENA/AIER	Agence Internationale pour les Énergies Renouvelables (International Renewable Energy Agency)
LCOE	Coût nivelé de l'électricité (Levelised Cost of Electricity)
MCC	Millenium Challenge Corporation
ODD	Objectifs de développement durable
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
SBEE	Société Béninoise d'Énergie Électrique
UAC	Université d'Abomey-Calavi (Université Nationale du Bénin)
UDT	Danmarks Tekniske Universitet (Université Danoise de Technologie)
UEMOA	Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine

Remerciements

Dans le cadre de cette étude, les chercheurs ont conduit des interviews et ont parlé à plus de 50 personnes de différentes agences gouvernementales, des universités, des organisations non gouvernementales et du secteur privé béninois et du monde. Nous exprimons toute notre gratitude à tous ceux qui ont collaboré dans cette étude parce que leurs contributions ont été très importantes à l'atteinte des résultats de ce rapport.

Nos remerciements spéciaux vont à Juste Christel Tankpinou DAMADA, Todéman Flinso ASSAN, Amine Bitayo KAFFO et Raphiou AMINOÛ qui ont été étroitement impliqués dans toutes les étapes de l'étude. Les chercheurs remercient aussi l'équipe du CRTC / ONUDI pour leur disponibilité à fournir des propositions pertinentes sur comment améliorer le résultat de cette étude.

Guide des lecteurs

Ce rapport présente la version finale de l'étude de faisabilité et du plan d'actions. Un rapport provisoire a fait l'objet de discussions au cours de l'atelier de validation des parties prenantes, qui s'est tenu les 1er et 2 décembre 2017, à la fin de cette réunion, il a été demandé à l'équipe de consultants de prendre en compte les recommandations qui en sont issues dans le rapport final.

Table de matières

Préface Ministre de L'Énergie du Bénin	5
Préface Centre et Réseau de la Technologie sur le Climat.....	6
Résumé exécutif	7
1. Introduction.....	13
1.1 Raisons et portée.....	13
1.2 Grandes lignes et méthodologie du rapport.....	14
2. Situation de l'énergie au Bénin	15
2.1 Contexte institutionnel.....	15
2.2 Production et consommation.....	17
2.3 Energies renouvelables et coûts.....	19
3. Rôle des aérogénérateurs de petite puissance dans l'électrification du sud-Bénin	23
3.1 Considérations géographiques et démographiques	23
3.2 Considérations technologiques	27
3.3 Production annuelle potentielle et marché potentiel.....	29
3.4 Marché potentiel dans une plus grande perspective.....	31
4. Mise en place d'une industrie d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin.....	34
4.1 Raisons et base de la production	34
4.2 Existence de la chaîne appropriée de fabrication au Bénin	35
4.3 Avantages socio-économiques: coûts et création d'emplois.....	36
4.4 Analyse de sensibilité	39
5. Plan d'actions pour la fabrication et le déploiement d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin.....	41
5.1 Théorie de changement	41
5.2 Elaboration du Plan d'actions.....	41
5.3 Concrétisation du Plan d'actions.....	44
5.4 Risques et gestion des risques	49
6. Conclusion et discussion	51

Annexe I: Références bibliographiques.....	53
Annexe II: Coûts des projets de production d'électricité envisagés	56
Annexe III: Diagramme de la direction du vent.....	57
Annexe IV: Nombre estimé d'habitants et leurs demandes en électricité dans les zones rurales et périurbaines appropriées à l'électricité éolienne dans les quatre départements les plus au sud	58
Annexe V-1: Évaluation du genre – Situation du genre et de l'énergie au Bénin	61
Annexe V-2: Évaluation du genre – Stratégie d'intervention en matière du genre et de l'énergie éolienne.....	67
Annexe VI: Structures interrogées	73
Annexe VII: Questionnaire utilisé pour l'enquête de la capacité Béninoise de fabrication.....	74
Annexe VIII-1: Termes de Référence (TdR)	78
Annexe VIII-2: Termes de Référence (TdR) – amendement 1.....	84

Notes des auteurs

Les informations dans ce rapport sont basées sur des interviews, des recherches documentaires et de littérature et des observations des parties prenantes au cours de la réunion intérimaire à Cotonou. Trouver des données récentes et fiables au Bénin est un défi. Les chercheurs devaient, par conséquent, utiliser plusieurs sources de données avec souvent des périodes et unités différentes. La combinaison de ces sources a fourni des nouvelles idées, mais a aussi soulevé des questions, spécialement en rapport avec la fiabilité des données collectées.

Les données recueillies dans ce rapport proviennent des sources crédibles (2018). Cependant, les entreprises béninoises d'énergie et de fabrication mécanique sont en cours de maturité, donc les capacités organisationnelles, les coûts et d'autres paramètres sont sujets au changement. Par conséquent, pour toute entité ayant l'intention de s'engager dans la mise en place d'industrie de fabrication d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin, il sera prudent de prendre contact avec des experts appropriés qui peuvent utiliser leurs connaissances internes et relations pour s'assurer que toutes les étapes nécessaires sont prises en compte au moment opportun.

Préface Ministre de L'Énergie du Bénin

Chers compatriotes, chers lecteurs,

C'est un plaisir et un honneur pour moi de m'adresser à vous par rapport à cette noble initiative qu'est la fabrication des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin et leur déploiement dans les zones rurales et périurbaines appropriées.

En effet, l'accès de nos populations aux services énergétiques modernes et durables, l'étoffement de notre tissu industriel, la promotion de la recherche et de l'innovation font partie des préoccupations majeures du **Président de la République**, son **Excellence Patrice Athanase Guillaume TALON** et de son **Gouvernement**, comme le témoigne le pilier numéro 2 du Programme d'Actions du Gouvernement 2016-2021.

Le Bénin se doit d'atteindre à l'horizon 2030, les objectifs qu'il s'est fixés à travers l'initiative Energie Durable Pour Tous (SE4All). Cela passe par la convergence des efforts de tous les acteurs intervenant dans le secteur de l'énergie au Bénin, notamment ceux du sous-secteur des énergies renouvelables. L'appui technique et financier de nos partenaires, une fois encore sera la bienvenue.

Comme vous le savez, l'énergie éolienne de petite puissance est une forme d'énergie renouvelable dont la valorisation va contribuer à l'accélération de l'électrification des localités éloignées du réseau d'énergie électrique conventionnel. Elle constitue aussi bien une source d'énergie que de création d'emplois au profit de la jeunesse.

Par le présent projet, le Bénin envisage, de faire de la sous-région ouest-africaine, un fleuron de la recherche et développement et du partenariat public-privé dans la filière des aérogénérateurs de petite puissance.

Cette initiative, je n'en doute point, fera tâche d'huile dans d'autres régions du globe. Pour cela, le Bénin se doit de la concrétiser, par le respect rigoureux du plan d'actions issu de la réflexion poussée d'acteurs du secteur de l'énergie, dont la compétence n'est plus à démontrer.

Je voudrais finir, en remerciant le Centre et Réseau des Technologies Climatiques, l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel, pour leur appui à la réalisation de ce document.

Dona Jean-Claude HOUSSOU
Ministre de L'Énergie du Bénin

Préface Centre et Réseau de la Technologie sur le Climat

Le Centre et Réseau de la Technologie sur le Climat (CRTC), la branche de mise en œuvre du Mécanisme Technologique de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC), fait la promotion d'un développement du transfert accéléré des technologies à faible consommation d'énergie, faibles en carbone et résilients au climat. Comme les pays à travers le monde entier cherchent à atteindre leurs objectifs de développement de manière de plus en plus durable et écologiquement viable, le CRTC vise à servir de partenaire fiable en fournissant une expertise en appui technologique et de la formulation des politiques. A la demande des représentants sélectionnés au niveau national (Entités Nationales Désignées, ou END), le Centre met en service l'expertise de son réseau mondial de plus de 400 institutions financières et de recherche, d'ONG, du secteur privé, de même que les organisations hôtes du CRTC, l'Organisation des Nations Unies pour l'Environnement et l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), pour fournir une assistance sur mesure et un renforcement de capacité dans une large gamme de secteurs, notamment l'agriculture, l'énergie, le transport, l'eau et la gestion des déchets.

Le CRTC est particulièrement satisfait des résultats de l'assistance technique « **Etude de Faisabilité et Plan d'Actions pour la Fabrication des composants des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin** » avec la Direction Générale de l'Energie comme promotrice de la requête et mise en œuvre par Partners for Innovation, un membre du réseau CRTC. Cette étude représente un instrument clé permettant aux investisseurs d'entrer sur le marché dans le pays et de permettre la finalisation de la chaîne d'approvisionnement pour produire et fabriquer de petits aérogénérateurs localement.

Ce travail génère un fort impact à des différents niveaux: il réduira les émissions de gaz à effets de serre grâce à la promotion de l'énergie éolienne dans les zones rurales et périurbaines d'une part. D'autre part, il contribuera de manière significative à l'engagement du secteur privé, étant donné qu'il est une cible clé de la convention sur le climat dans le mécanisme CCNUCC. En outre, les résultats de cette assistance technique peuvent être reproduits et élargis au niveau régional par des mécanismes financiers appropriés, à la fois institutionnels et privés.

Je voudrais également saluer l'effort de l'Entité Nationale Désignée (END), au sein de la Direction Générale pour le Changement Climatique, en sa qualité de représentant pays et de point focal du CRTC, d'avoir choisi cette très importante requête d'assistance technique auprès du CRTC. C'est aussi une occasion de rappeler la pertinence du rôle des END comme points focaux technologiques dans le cadre de la Conférence des Parties (COP).

Je souhaite bonne chance au pays pour cette initiative consistant à y introduire une énergie propre et à développer et renforcer la capacité industrielle locale. J'attends avec plaisir la poursuite et la concrétisation des actions de suivi qui pourraient émaner de cette assistance technique du CRTC.

Jukka UOSUKAINEN
Directeur du CRTC

Résumé exécutif

Raisons et portée

Dans toute l'Afrique subsaharienne, les régions côtières dotées de vent envisagent la possibilité d'exploiter l'énergie éolienne pour fournir de l'électricité aux communautés qui n'en bénéficient pas. L'une de ces régions est le sud du Bénin, où les petits aérogénérateurs ont été identifiés comme un type de technologie ayant un potentiel très important—mais à la fois, largement sous exploitée et moins recherchée—pouvant fournir l'électrification à base d'énergies renouvelables. Les avantages des petits aérogénérateurs ne sont pas souvent clairs lorsqu'ils sont utilisés dans un nouveau contexte, comme c'est une technologie dont la faisabilité et la mise en œuvre dépendent beaucoup des conditions socioéconomiques du pays. Ainsi, un facteur clé du succès est le rôle que l'industrie locale peut jouer; non seulement pour réduire les coûts du système par kWh, mais aussi pour transformer la production d'énergie éolienne en une technologie socialement intégrée et capable de contribuer à la création d'emploi local tant pour les hommes que pour les femmes. Dans cette recherche, il a été évalué comment et dans quelle mesure les petits aérogénérateurs fabriqués localement (1 - 10 kW) peuvent contribuer à l'électrification du Sud-Bénin.

Faisabilité technico-économique de la mise en œuvre et de fabrication de petits aérogénérateurs

La première partie de cette étude met l'accent sur une estimation calculée du potentiel du marché, sur la base des demandes d'énergies par les ménages dans les villages actuellement non électrifiés. Sur la base d'une combinaison des données satellitaires et des mesures directes du vent disponibles dans la littérature scientifique, il a été évalué que **87 villages dans les départements de l'Atlantique, Mono, Ouémé et Couffo**, avec un total de **214.081 habitants**, peuvent être fournis en électricité avec les petits aérogénérateurs. Pour atteindre cet objectif, **une capacité de production de 7,7 GWh par an sera nécessaire**, pour lesquels **4.424 aérogénérateurs d'une puissance nominale de 1,4 kW ou 1.157 aérogénérateurs d'une puissance nominale de 6 kW** seront nécessaires.

La deuxième partie de l'analyse cible le potentiel de fabrication locale. Il donne un inventaire des entreprises du secteur privé Béninois ayant la capacité de livrer des produits semi-finis, faire le montage des composantes individuelles et de construire des systèmes clés en main. Elle conclut que même si les premières phases du secteur dans le domaine des petits aérogénérateurs dépendront fortement des importations, **la plupart des compétences et des matériaux nécessaires peuvent potentiellement être couverts par une ou plusieurs entreprises béninoises** à court et à moyen terme (2020-2025). Pour la fabrication des pièces en acier et le système général d'installation, la capacité locale est espérée être suffisante à court terme. Technologiquement plus de composantes complexes tels que les générateurs électriques, les convertisseurs et contrôleurs seront importés pendant les quelques premières années, mais une formation appropriée et quelques années d'expérience avec la maintenance locale devrait permettre également aux techniciens et ingénieurs béninois de les fabriquer localement. Les matières premières (acier, cuivre) et les composites en polyester doivent cependant être importées même au-delà de l'horizon 2030.

Le Tableau 1 ci-dessous présente les coûts par kWh, les investissements et le nombre d'emplois (en années de travail à temps plein) liés à la fabrication des deux types d'aérogénérateurs. En outre, le Tableau 1 donne une estimation de ces trois variables si tous les coûts et activités en dehors de la fabrication sont aussi pris en compte. Pour le calcul de ces chiffres, il est pris en compte l'hypothèse de l'existence d'un marché pour 4.424 turbines d'une puissance nominale de 1,4 kW ou 1.157 turbines d'une puissance nominale de 6 kW, pouvant générer un total de 7,7 GWh par an.

Tableau 1: Résumé des résultats socio-économiques estimés pour le marché total (4.424 turbines de 1,4 kW ou 1.157 de 6 kW)

Turbines	Coûts de fabrication par kWh	Investissement pour la fabrication	Les emplois de fabrication**	Coûts totaux par kWh*	Investissement total*	Emplois totaux**
Passaat (1,4 kW)	93 FCFA	14.347.415.114 FCFA	145	279 FCFA	43.042.245.343 FCFA	723
Montana (6,0 kW)	55 FCFA	8.432.077.632 FCFA	46	164 FCFA	25.296.232.897 FCFA	231

* Les coûts totaux et l'investissement total sont les coûts de fabrication et l'investissement manufacturier multipliés par un facteur 3.

** Les emplois sont exprimés en années de travail à temps plein (2064 heures). Les emplois totaux sont des emplois manufacturiers multipliés par un facteur 5.

Le Tableau 2 met ces estimations de coûts totaux en perspective avec ceux des générateurs solaires PV et diesel en situations hors réseaux au Sud-Bénin, en mettant au clair **que les petits aérogénérateurs sont attendus être moins chers que les générateurs diesel et comparativement chers ou légèrement plus chers que le solaire PV.**

Tableau 2: Coûts totaux par kWh pour les technologies hors réseaux au Sud-Bénin

Technologie hors réseau	Structure de prix (FCFA)	Commentaires
Solaire PV	197 – 262 per kWh	Sur la base des données 2011 et anciennes [26], probablement plus bas aujourd'hui
Petits aérogénérateurs	164 – 279 per kWh	Sur la base des calculs aux chapitres 3 et 4
Générateur Diesel	230 – 459 per kWh	Sur la base [26] , mais corrigé pour les prix de diesel 2017 [27]

Plan d'actions pour le développement du secteur de petits aérogénérateurs au Bénin

La dernière partie de ce rapport donne un Plan d'actions pour le développement du secteur de petits aérogénérateurs au Bénin. Ce Plan d'actions est basé sur l'idée que le développement d'un secteur au point zéro nécessite des efforts concertés dans lesquels non seulement l'industrie, mais aussi le gouvernement, les universités et la société civile travaillent ensemble pour générer un programme. Par conséquent, il fait la distinction entre quatre piliers : la programmation du secteur, la mise en œuvre ciblée, la construction d'une coalition et le développement des connaissances. Sur cette base, le Plan d'actions propose une large, mais à la fois cohérente gamme d'activités et cibles qui peuvent aider à rendre le secteur Béninois de petits aérogénérateurs une réalité. Ce Plan d'actions est destiné à servir comme intrant pour une feuille de route plus complète, de grande envergure, dans laquelle les activités et responsabilités sont davantage spécifiées et le planning est plus détaillé. Des études sur des systèmes appropriés d'incitation, les intérêts des femmes et des jeunes et le développement des systèmes de suivi et d'évaluation devront faire partie du processus d'élaboration de la feuille de route.

Pour les 2-3 premières années, il est attendu que la production de revenus de l'industrie proviendra surtout du montage, de l'installation et de l'entretien initial des composantes. Au cours de cette phase, **l'établissement d'une prise de conscience (politique) et de confiance, le renforcement de capacité du secteur manufacturier et la mise en place des collaborations (inter)nationales orientées vers la réalisation des résultats tangibles** seront les facteurs clés. A travers l'apport d'appui financier et d'assistance technique, les bailleurs de fonds internationaux sont attendus. Ils doivent jouer un rôle

très important pour permettre au Gouvernement Béninois de développer le secteur de petits aérogénérateurs.

L'investissement total nécessaire pour l'électrification des ménages à base de l'énergie éolienne au Sud-Bénin est estimé entre 25 et 43 milliards de FCFA (comme indiqué dans le Tableau 1). Le budget pour la première phase du développement du secteur (2018-2020) est estimé être à peu près 10% de cet investissement total : entre 2,5 et 4,3 milliards de FCFA. Ce chiffre provient d'une évaluation du coût de chacun des quatre piliers pris individuellement, calculé sur la base de l'expérience de l'équipe du projet en relation avec d'autres programmes de développement du sous-secteur des énergies renouvelables en Afrique Sub-saharienne.

Le Tableau 3 ci-dessous décrit les actions proposées entre 2018 et 2020 pour le développement du secteur éolien au Bénin, et les lie aux parties prenantes spécifiques, aux budgets et points saillants.

Tableau 3: Plan d'actions à court terme pour la mise en place d'un secteur d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin

A. 2018-2019: Programmation du secteur			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
A.1 Elaborer une feuille de route de 2 ans pour le développement du secteur d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin, dans laquelle des tâches assorties de délai sont définies et des responsabilités assignées aux parties prenantes. Ceci comprend des études sur des systèmes appropriés d'incitation, les intérêts des femmes et des jeunes, et le développement de systèmes de suivi et d'évaluation.	DGE, DGEC	Entre 0,75 milliard et 1,25 milliard <i>Estimé à 3% de l'investissement total</i>	Feuille de route finalisée
A.2 Demander la coopération des bailleurs de fonds internationaux pour acquérir les ressources nécessaires pour l'élaboration et la mise en œuvre de la feuille de route y compris des études spécifiques pour la prise en compte des intérêts des femmes et des jeunes. Développer le volet suivi-évaluation.	DGE, DGEC		Accord de coopération signé
A.3 Identifier et attirer les organisations internationales expertes pour mettre en place un consortium ou un joint-venture qui peuvent jouer le rôle de pionnier dans le secteur de petits aérogénérateurs au Bénin.	Coalition de leaders		Engagement signé

Le tableau continue sur les pages suivantes

B. 2018-2020 : Mise en œuvre ciblée			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie prenante responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
B.1 Mettre en place une phase pilote focalisée sur une utilisation productive de l'électricité (p. ex.: site télécoms à distance, entreprises rurales), dans laquelle des systèmes de haute qualité de petits générateurs sont utilisés, avec des recherches actions sur le genre.	Consortium responsable des phases pilotes ¹	Entre 0,75 milliard et 1,25 milliard <i>Estimé à 3% de l'investissement total</i>	Turbines installées pour la production de l'énergie ; Connaissance accrue sur les spécificités hommes et femmes
B.2 Prendre des dispositions pour la production des petits aérogénérateurs.	Consortium responsable des phases pilotes		20 turbines prêtes pour la production de l'énergie
B.3 Installer 20 turbines pour utilisation de ménages et / ou en utilisation production, et impliquer les chefs de villages pour déterminer la volonté des villageois(e)s à participer à l'installation et l'exploitation des systèmes.	Consortium responsable des phases pilotes		20 turbines installées et 3 ou plus de chefs de villages interviewés ; Volonté de participation des femmes, des hommes et des jeunes à l'installation et à l'exploitation des systèmes connue
B.4 Faciliter l'importation des matières premières et des composantes en réduisant les barrières tarifaires. Lever les autres barrières juridiques et offrir d'autres systèmes d'incitation appropriés. Informer les fournisseurs et les commerçants de ces opportunités sans discrimination de sexe.	DGE, DGEC		Rapporter la satisfaction des importateurs appropriés ; Pourcentage de fournisseurs et commerçants (hommes et femmes) informé(e)s des opportunités et impliqué(e)s dans l'importation

¹ Voir action A.3

C. 2018-2020: Construction de coalition			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie prenante responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
C.1 Identifier et inviter les organisations ayant un intérêt dans la création d'un secteur de petits aérogénérateurs au Bénin, incluant l'industrie (fabrication, construction, importation), ONG y compris des organisations féminines, instituts d'enseignement et agences.	Coalition de leaders	Entre 75 millions et 125 millions	Lettres d'intention signées ; Engagement des parties prenantes à prendre en compte la dimension genre
C.2 Déterminer le mandat et la structure de coopération de la coalition (avec une ouverture pour la prise en compte des intérêts des femmes et des hommes).	DGE, DGEC	<i>Estimé à 0,3% de l'investissement total comme le budget est seulement une intention Pour la facilitation. Les participants à la coalition paient leurs propres frais comme ils ont un intérêt d'entreprise</i>	Documents juridiques signés ; Engagement des parties prenantes à prendre en compte la dimension genre
C.3 Elaborer une approche détaillée pour la création d'une prise de conscience nationale sur la technologie de petits aérogénérateurs, l'alignement des acteurs dans l'industrie des petits aérogénérateurs et l'identification des avenues pour le positionnement et le développement du secteur.	Coalition de leaders		Plan stratégique finalisé sensible au genre

D. 2018-2020: Développement de connaissances			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie prenante responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
D.1 En collaboration avec les instituts internationaux d'enseignement, établir un centre d'expertise technique en énergie éolienne pour les mesures du vent (pour la sélection des sites potentiels) et de recherche appliquée (exemple: l'optimisation des turbines, le système de configuration) .	Université Technologique	Entre 0,75 milliard et 1,25 milliard	Stratégie de recherche élaborée
D.2 Faire de l'énergie éolienne une partie importante des programmes d'études des ingénieurs et techniciens (filles et garçons).	Université Technologique; SBEE; ABERME	<i>Estimé à 3% de l'investissement total</i>	2 ou plus d'universités offrent des cours en éolienne ; Pourcentage de filles et de garçons inscrit(e)s dans les programmes

Si ces actions sont terminées avec succès dans les prochaines années, il est attendu qu'à l'horizon 2025-2030, le secteur des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin sera une industrie solide avec une contribution indispensable à l'électrification du pays. Le Tableau 4 de la page suivante présente les lignes directrices du secteur à moyen terme (2020-2030) et les perspectives générales à long terme.

Tableau 4: Directives et perspectives pour le secteur des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin

2020-2025: Directives à moyen terme	
<i>Objectif général</i>	<i>Caractéristiques</i>
Evaluation à mi-parcours et ajustement de la programmation du secteur terminés dans une perspective de genre	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluer le statut du secteur éolien selon la perspective genre, des objectifs formulés dans l'élaboration de la feuille de route • Déterminer si et comment un changement de direction est nécessaire • Identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces pour une intégration efficace de l'aspect genre dans les interventions • Elaborer des programmes spécifiques en faveur des femmes et des filles au besoin
250 turbines (1-10 kW) fabriquées et installées	<ul style="list-style-type: none"> • La génération de revenus de l'industrie provient de façon croissante de la fabrication locale et d'assemblage détaillé • Les tailles de turbines peuvent varier selon les circonstances socio-économiques locales
La coalition d'énergie éolienne positionnée comme association sectorielle inclusive	<ul style="list-style-type: none"> • Les tâches de la coalition s'orientent plus vers la collecte des données du secteur, la promotion de l'excellence du business et la représentation du secteur dans la politique de négociations • La présence féminine dans la coalition s'élève à 30% • La présence des jeunes dans la coalition s'élève à 30%
100 ingénieurs en électromécaniques et techniciens composés d'hommes et des femmes expérimentés en technologie de l'énergie éolienne	<ul style="list-style-type: none"> • La composition sexo-spécifique des premiers ingénieurs et techniciens diplômés d'une formation spécialisée en énergie éolienne • Former les autres SBEE / CEB / ABERME ingénieurs et techniciens existants en collaboration avec le centre d'expertise en énergie éolienne (composition sexo-spécifique)
Au-delà 2025: Perspectives à Long-terme	
<ul style="list-style-type: none"> • La production de revenus de l'industrie s'oriente vers le fonctionnement, la maintenance et le remplacement • Les possibilités pour de plus grosses turbines (50-250 kW et 1-5 MW) sont étudiées • L'exportation des composantes, systèmes et connaissances devient une opportunité réaliste du secteur • Nombre d'emplois créés pour les hommes, les femmes et les jeunes • Revenus des hommes, des femmes et des jeunes impliqué(e)s dans le sous-secteur des éoliennes 	

1. Introduction

1.1 Raisons et portée

Suivant une approche similaire à celle d'autres gouvernements en Afrique subsaharienne, le Gouvernement du Bénin a donné la priorité à l'augmentation de la disponibilité et de l'accès à l'énergie en tant que l'une des principales voies d'éradication de la pauvreté.

Dans ce contexte, le déploiement accru des énergies renouvelables est considéré comme un point focal majeur, institutionnalisé par la création en 2014 de l'Agence Nationale de Développement des Energies Renouvelables (ANADER)². Malgré les plans d'actions (inter) nationaux mis en œuvre ces dernières années, le secteur de l'énergie au Bénin reste sous-développé. Alors qu'il y a une demande croissante d'électricité au Bénin en général, le nombre de ménages raccordés au réseau national reste faible, en particulier dans les zones rurales. Le taux d'électrification en milieu rural est passé de 3,4% en 2010 à 6,3% en 2015 [1]. Dans la même période, le taux de couverture en milieu rural est passé de 12,7% à 29,3% en 2015-, également dû à une augmentation de la production décentralisée d'électricité.

Le Centre pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique de la CEDEAO (CEREEC) considère les mini-réseaux et les solutions autonomes comme « l'option la plus appropriée pour fournir de l'électricité aux populations rurales », en indiquant dans son programme d'électrification rurale qu'il s'efforce de mettre en œuvre environ « 60 000 mini-réseaux entre 2014 et 2020 pour une capacité totale de 3 600 MW afin de desservir 71,4 millions de personnes pour un investissement total de 13,2 milliards d'euros sur six ans » [2].

L'accès à l'énergie joue un rôle important dans les processus de développement. Le manque d'accès à des sources d'énergie pour l'éclairage, le chauffage, la cuisine ou les activités productives limite le développement des femmes et des hommes et des sociétés en général. Cependant, les hommes et les femmes expérimentent cette « pauvreté énergétique » de façon différente, en fonction des relations de genre et de la répartition des rôles et des tâches entre hommes et femmes existant dans une société donnée [37]. Les aspects genre de la pauvreté énergétique dans l'espace CEDEAO limitent les opportunités de renforcement des capacités des femmes et des hommes à mettre en œuvre des actions en vue de l'intégration régionale et du développement socio-économique [55].

Pour les ménages sans connexion à un réseau (fiable), la production d'énergies renouvelables décentralisée peut donc offrir une solution prometteuse. En plus des ressources solaires et hydroélectriques, des études ont montré que le Bénin possède un bon potentiel technique pour la petite production d'énergie éolienne dans ses zones côtières. Pourtant, le déploiement de la technologie n'a pas encore décollé. Plusieurs barrières ont été identifiées, la barrière majeure étant le coût des turbines. En mettant en place une industrie locale utilisant une combinaison des matériaux et des composants de qualité d'origine locale et importés pour produire ces turbines, les aérogénérateurs de petite puissance peuvent devenir plus compétitifs et plus faciles à maintenir et mieux positionnés pour l'engagement social et politique en raison de la création d'emplois locaux. Dans ce contexte, le but principal de cette étude est:

² À la fin de 2017, le Gouvernement du Bénin a annoncé que l'ANADER sera remplacée par l'Unité Chargée de la Politique de Développement des Energies Renouvelables (UC/PDER).

d'identifier les principaux obstacles et opportunités pour une fabrication locale de petits aérogénérateurs et la création d'un marché à fort potentiel de croissance.

La portée de l'étude est axée sur :

- les aérogénérateurs pour une production d'électricité hors réseau dont la puissance nominale est comprise entre 1 et 10 kW;
- les localités rurales et périurbaines non électrifiées disposant d'un potentiel éolien favorable ;
- l'importance de l'intégration de la dimension genre et la prise en compte de la jeunesse dans les interventions ;
- l'horizon 2020 à 2030.

1.2 Grandes lignes et méthodologie du rapport

Ce rapport s'appuie sur un examen exhaustif de la littérature (inter) nationale et des bases de données, ainsi que d'une série d'entretiens avec des parties prenantes publiques et privées dans les secteurs de l'énergie et de la fabrication (voir Annexes I, VI et VII). Après avoir donné une description générale du marché de l'énergie au Bénin (chapitre 2), le concept de petits aérogénérateurs est exploré sous des perspectives les plus pertinentes (chapitre 3). Sur cette base, une évaluation éclairée de la taille potentielle du marché est fournie. Dans le dernier chapitre (chapitre 4), le processus de fabrication des éoliennes est exploré en détail en disséquant la chaîne de valeur technologique des éoliennes, en évaluant la capacité des industries locales à produire des composants et en identifiant les opportunités socio-économiques que la fabrication locale peut fournir à moyen et long terme pour les hommes, les femmes et les jeunes. En Annexe V, est présentée l'approche stratégique de la prise en compte de la dimension genre dans les interventions.

2. Situation de l'énergie au Bénin

Ce chapitre décrit la situation générale dans laquelle tout développement du secteur de petits aérogénérateurs aura lieu. Il donne les grandes lignes du contexte institutionnel du secteur de l'énergie, présente les statistiques les plus pertinentes liées à la production et à la consommation de l'énergie, et traitent quelques-uns des principaux efforts liés à la mise en œuvre des projets d'énergies renouvelables.

2.1 Contexte institutionnel

Au Bénin, des multiples d'institutions nationales et transnationales publiques jouent un rôle dans la supervision et le développement du sous-secteur des énergies (renouvelables). Les structures les plus appropriées sont brièvement décrites ci-dessous :

-Le **Ministère de l'Énergie** est chargé de la gestion du secteur de l'énergie et du sous-secteur des énergies renouvelables en particulier. Il est responsable de la mise en place de la direction stratégique de la politique énergétique de l'Etat ainsi que la supervision de tous les organes publics qui interviennent directement dans le secteur de l'énergie à l'exception de l'Autorité de Régulation de l'Electricité.

- L'**Unité Focale Genre** : Au sein du ministère sera créée une Unité Focale Genre (UFG) conformément à la Politique de l'intégration du genre dans l'accès à l'Énergie de la CEDEAO. La principale mission de cette unité est de :

- s'assurer que le genre est pris en compte dans les politiques, stratégies, programmes et projets de l'énergie au sein du ministère
- veiller à la prise en compte de la dimension genre dans la mise en œuvre des projets et action visant à un meilleur accès des populations (hommes et femmes) à l'énergie ;
- s'assurer de l'intégration des aspects "genre-énergie" dans le mécanisme de suivi- évaluation existant;
- coordonner la mise en œuvre de tous plans d'actions liés à l'aspect genre.

-La **Direction Générale de l'Énergie (DGE)** en collaboration avec les autres organes publics, propose la politique énergétique de l'Etat et assure sa mise en œuvre, son suivi et évaluation.

- L'**Agence Béninoise de l'Électrification Rurale et de la Maîtrise de l'Énergie (ABERME)** met en œuvre la politique de l'Etat dans les domaines de l'électrification rurale et de la maîtrise de l'énergie. L'ABERME est mandatée pour superviser tous les efforts d'électrification dans les zones rurales du Bénin.

-La **Communauté Électrique du Bénin (CEB)** assure l'importation, la production et le transport de l'électricité pour le Bénin et le Togo. Le secteur de l'électricité dans les deux pays est régi par un accord bilatéral signé en 1968, qui a accordé à la CEB le monopôle de production, du transport, de l'importation et exportation de l'électricité dans les deux pays. Cet accord a été révisé en 2003 pour ouvrir le marché à des producteurs indépendants. Cette version de l'accord est encore en vigueur, et le statut de la CEB comme seul acheteur est en révision.

-La **Société Béninoise de l'Énergie Électrique (SBEE)** avait initialement l'attribution d'assurer la distribution et la commercialisation de l'électricité au Bénin, mais est maintenant impliquée dans la production et le transport. Ses activités couvrent tout le territoire Béninois.

-**L'Agence de Contrôle des Installations Electriques Internes (CONTRELEC)** travaille sur la conformité des conditions techniques des installations électriques internes afin de s'assurer de la sécurité des personnes et des biens.

-**L'Autorité de Régulation de l'Electricité (ARE)** assure la conformité des lois et réglementations qui régissent le secteur de l'électricité afin de garantir la continuité et la qualité de service ainsi que le développement approprié du sous-secteur. L'ARE a été créée en 2009 et placée sous la supervision du Président de la République. Les membres du Conseil National de Régulation, les organes de prise de décisions de l'ARE ont été nommés par le Conseil de Ministres à la fin de décembre 2014. Le recrutement du Secrétaire Exécutif, responsable de l'exécutif et de la gestion au jour le jour de l'ARE est en cours.

-**Le système d'Échanges d'Énergie Électrique Ouest Africain (EEEOA, en anglais WAPP)** est un organe spécialisé de la CEDEAO, en charge du système régional d'électricité. Il vise à intégrer les réseaux nationaux d'électricité dans un marché régional unifié à travers le développement des échanges transfrontaliers d'électricité. Son objectif général est d'assurer un approvisionnement optimal et fiable de l'électricité à un coût raisonnable pour la population des Etats Membres.

En plus de ces organes publics, il y a aussi un certain nombre d'ONG et universités ayant des activités pertinentes dans le domaine de l'énergie. Plusieurs ONG sont impliquées dans l'encouragement de la prise de conscience du public sur l'utilisation sensible de bois de chauffe et l'utilisation de techniques d'économie d'énergie, et certaines d'entre elles sont actives également dans les développements spécifiquement liés aux énergies renouvelables. Les exemples importants inclus :

-**OFEDI**, une organisation Béninoise qui plaide pour le développement inclusif de l'énergie pour les femmes ;

-**GERES**, une organisation Française qui travaille pour l'accès à l'énergie dans les zones rurales au Bénin ;

-**Le Centre Songhaï**, une organisation Béninoise qui plaide pour une production inclusive et décentralisée de l'énergie renouvelable ;

-**Le Réseau WILDAF-Bénin** est l'organisation de renforcement de capacité identifié au Bénin par le CEREAC pour le suivi de la mise en œuvre de la Politique d'Intégration du genre dans l'accès à l'énergie de la CEDEAO. Il se positionne en étroite collaboration avec les Points focaux genre du Ministère de l'Énergie entre autres sur l'objectif stratégie 2 de ladite stratégie à savoir : « Veiller à ce que toutes les politiques, les programmes et les initiatives en matière d'énergie y compris les grandes infrastructures et les investissements dans le domaine de l'énergie, soient non discriminatoires, non sexistes, paritaires et orientés vers la lutte contre les inégalités, en particulier la pauvreté énergétique, qui touche différemment les hommes et les femmes de la région ».

-**SNV**, une organisation hollandaise qui met en œuvre entre autres les projets de biogaz, du solaire PV et d'accès à l'eau potable au Bénin.

Des universités ont aussi leur place dans le secteur de l'énergie au Bénin, comme elles sont impliquées dans la formation, la recherche, les projets expérimentaux et le contrôle technique à travers leurs laboratoires spécialisés. C'est le cas, entre autres, de l'*Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi (EPAC)*, de l'*Université Africaine de Technologie et de Management (UATM-GASA formation)*, de l'*Université CERCO* et de l'*Ecole Supérieure des Métiers d'Énergie Renouvelable (ESMER)*.

2.2 Production et consommation

Le marché de l'énergie au Bénin est caractérisé par une consommation prédominante de sources traditionnelles de biomasse, qui comprend le bois de chauffe, le charbon de bois et les résidus agricoles, ainsi que les produits pétroliers. Ces dernières années, la part de l'énergie consommée avec la biomasse comme source est passée de 48,2% en 2010 à 50,6% en 2015, tandis que la part des produits pétroliers est passée de 49,4% en 2010 à 46,7% en 2015 [1]. L'électricité joue un rôle mineur, mais croissant dans la consommation d'énergie du Bénin (environ 3%), dont la production est largement dépendante des importations en provenance du Nigeria, du Ghana et de la Côte d'Ivoire (76%), selon une étude réalisée par la Communauté Electrique du Bénin (CEB). Comme le montre la Figure 1, les autres centrales électriques alimentées au gaz de la SBEE (15%) et le barrage hydroélectrique Yéripao (1%), ainsi que plusieurs unités indépendantes de production d'électricité (diesel, gaz naturel ou à la biomasse) sont contrôlés par des entités privées (8%). Ces deux dernières années, la SBEE et les PIE (Producteurs Indépendants de l'Énergie) ont intensifié leur production, principalement à cause des déficits d'approvisionnements de la CEB. Cependant, le réseau de distribution de la SBEE a subi des pertes substantielles, représentant plus de 20% de son approvisionnement total en électricité [3].

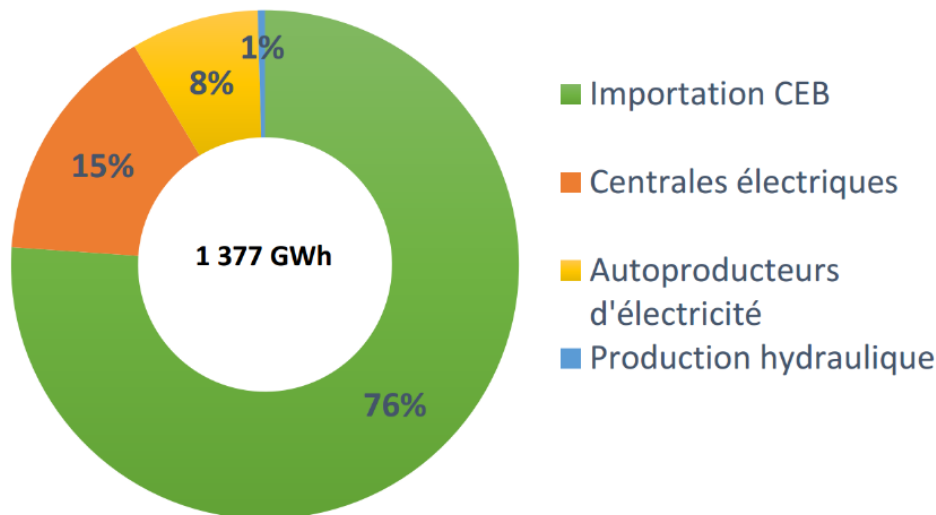


Figure 1 : Sources de production d'électricité au Bénin [1]

Au niveau des ménages, la consommation d'électricité a connu une hausse annuelle de 2,4% entre 2010 et 2015, sans tenir compte de l'augmentation de l'utilisation de l'éclairage LED (pico-solaire ou à piles) [1]. Comparée à la situation de 2010, la demande d'électricité dans le secteur résidentiel devrait quadrupler d'ici 2030 : de 362 GWh en 2010 à 1416 GWh [3].

Au même moment, le Bénin doit fournir beaucoup d'efforts pour réduire la fracture entre les villes et les campagnes. En 2015, 49,7% de la population urbaine étaient connectés à l'énergie électrique, contre seulement 6,3% en zones rurales [1]. Cela représente une augmentation de 3% par rapport à 5 ans auparavant, comme le montre la Figure 2. On estime qu'en moyenne les ménages ruraux consomment environ 20 kWh par mois, alors que les ménages périurbains consomment environ 30 kWh [4]. En général, ces ménages utilisent principalement l'énergie électrique pour l'éclairage, la radio et pour charger le téléphone.

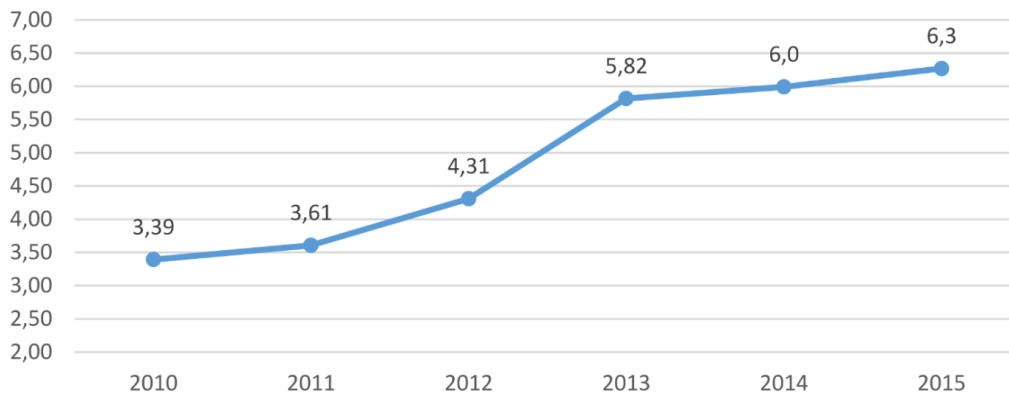


Figure 2: Taux de résidents en zones rurales connectés au réseau SBEE de distribution électrique [1]

Désagrégées par département, il devient clair à quel point les contrastes sont stricts en termes de taux de raccordement au réseau de leurs habitants, également au Sud-Bénin. Alors que l'Ouémé et l'Atlantique se situent légèrement au-dessus de la moyenne nationale qui est de 27,7%, le Couffo et le Plateau sont en queue de peloton avec moins de 9% comme l'indique la Figure 3.

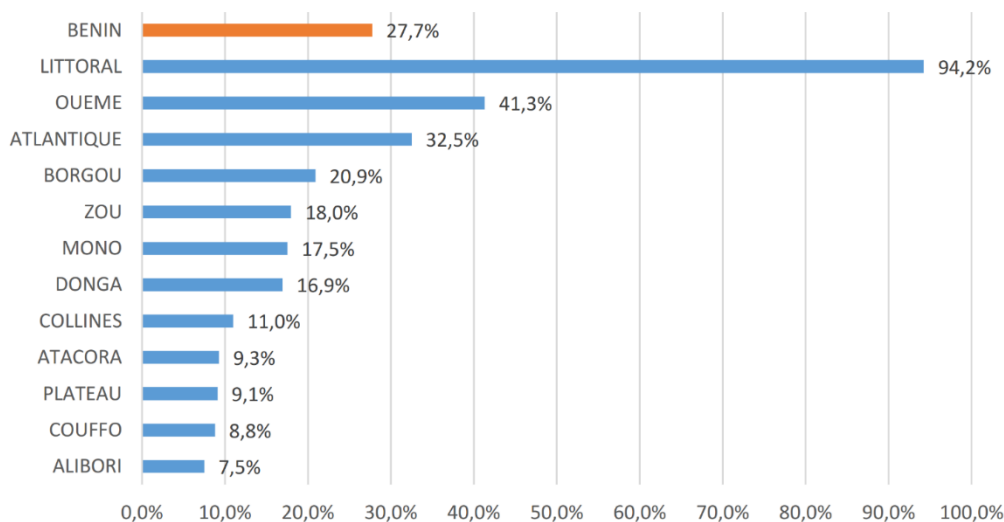


Figure 3: Pourcentage de résidents connectés au réseau SBEE de distribution électrique, désagrégé par département [1]

Le coût de l'électricité crée un déséquilibre entre les opérateurs économiques femmes et hommes. En raison de la pauvreté des femmes par rapport aux hommes, ceci affecte sérieusement les activités des femmes qui sont essentiellement dans les secteurs de transformation, conservation et commercialisation des denrées et produits alimentaires dont l'exploitation est subordonnée à l'énergie électrique. Le cas échéant, la faiblesse des revenus des femmes constitue un frein à l'acquisition de générateurs pour contourner cette contrainte. L'impact du déficit en énergie électrique sur les activités des femmes a été largement évoqué lors des consultations publiques. En effet, les femmes rencontrées ont évoqué les effets néfastes du déficit énergétique sur leurs activités : avaries, pourritures et méventes pour les restauratrices, tenancières de débits de boissons, commerçantes de produits alimentaires frais. Ainsi, les supérettes et les gargotes subissent par exemple de fréquentes et rudes avaries du fait des coupures intempestives du courant électrique. Il en découle que la non maîtrise de la fourniture de l'énergie électrique au Bénin constitue un handicap majeur au développement des activités féminines qui se concentrent à 92,6% dans la restauration et à 78,2% dans le commerce [38].



Figure 4: Carte du Bénin, y compris les frontières étatiques et les villes sélectionnées [5]

2.3 Energies renouvelables et coûts

Pour faire face aux problèmes de capacité de production insuffisante, et du faible taux d'électrification, le Gouvernement Béninois a de concert avec des mouvements d'envergure régionale (CEDEAO) et globaux Energies Durables Pour Tous (SE4ALL en abrégé en anglais) lancé le Développement de la production d'énergies renouvelables. Il s'est enjoint les forces (financières) des bailleurs de fonds internationaux tels que l'UEMOA, la BAD, GIZ, MCC et le PNUD. Cela a abouti à la planification et la mise en œuvre d'une gamme de projets depuis les années 1990. Cependant beaucoup d'entre eux sont restés à l'étape de phases pilotes ou d'études de faisabilité ou ont fonctionné pour une période courte. Quelques exemples de projets d'énergies renouvelables qui ont eu lieu au Bénin sont donnés dans le Tableau 5.

Tableau 5: Plusieurs projets d'énergie renouvelable opérationnels au Bénin, selon [5,6 et 7]

Technologie	Année de mise en service	Dimension	Localisation	Informations supplémentaires
Hydro	1996	500 kW	Yéripao	Barrage produisant 2,5 GWh/an
biomasse	2009	32 kW	Gohomé	Gazéificateur connecté au réseau principal
Solaire PV	2002 - 2010	220 kWc	Multiple	Des centrales électriques réparties dans 24 villages dans 10 départements
Solaire PV	2008 - 2009	11,4 kWc	Hon & Koussoukpa	308 kits PV installés dans les deux villages, y compris une formation
Solaire PV	2015	167,1 kWc	Kpokissa, Tchatingou, Tora, Kabo, Tandou & Oké-Owo (centrale électrique) + Niéhoun et Pentinga (Kits PV)	6 centrales électriques et 164 kits PV, faisant partie du programme PRODERE financé par l'UEMOA
Solaire PV	2016	5064 kWc	Multiple	105 centrales électriques, faisant partie du programme PROVES financé par le gouvernement béninois

Des études de faisabilité, projets pilotes et de grande envergure exécutés, il est clair que le Bénin dispose d'un important potentiel inexploité dans le domaine des énergies renouvelables. Conscient de cette situation, le Gouvernement du Bénin envisage la construction de nouvelles centrales d'énergie électrique à sources renouvelables telles que les centrales solaires photovoltaïques, à biomasse et micro hydroélectriques. Comme il ressort du tableau de l'annexe II, les coûts prévus pour ces usines de production d'énergie électrique, varient beaucoup, notamment en fonction du taux d'escompte³. Avec un taux d'escompte de 10%, les projets photovoltaïques et de biomasse coûtent environ 131 FCFA / kWh, alors que les projets hydroélectriques devraient se situer entre 197 FCFA et 754 FCFA / kWh. Avec un taux de 2%, les coûts du solaire photovoltaïque pourraient chuter à 72 FCFA / kWh, tandis que la fourchette des coûts hydroélectriques passe de 85 FCFA à 328 FCFA / kWh [5]

En mettant l'accent sur le domaine de la fourniture de l'énergie électrique hors réseau, les technologies les plus appropriées sont les générateurs diesel et les panneaux solaires photovoltaïques. Pour être compétitif avec ces technologies, il est important d'avoir une idée de leurs coûts généraux par kWh. Cependant ceux-ci dépendent d'un certain nombre de facteurs, qui peuvent varier par pays, région et village. Les principaux facteurs sont résumés dans le Tableau 6 ci-dessous.

³ Le taux d'escompte est un mécanisme utilisé dans les analyses comptables et de flux de trésorerie pour prendre en compte la valeur temps de l'argent et le profil de risque d'un investissement. En substance, cela signifie que des incertitudes / risques plus élevés correspondent à des taux d'actualisation plus élevés.

Tableau 6: Les principaux facteurs qui affectent les coûts généraux par kWh des systèmes solaires PV et les générateurs diesel

Système solaire PV (incl. batterie)	Générateur Diesel
<ul style="list-style-type: none"> - Irradiation solaire - Le rayon PV + dimension de la batterie & le prix - Type de consommation de l'utilisateur finale - Décharge profonde de la Batterie 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix du diesel - Coût de transport du diesel

Des estimations détaillées de coûts géographiquement spécifiées de l'électricité générée par le solaire et le diesel peuvent être trouvées dans [26]. La Figure 5 ci-dessous aussi présente de façon graphique ces aperçus pour l'Afrique toute entière, bien que ceux-ci soient basés sur des données de 2011 ou même plus anciennes. Pour les prix corrigés 2017 du diesel au Bénin [27], il est estimé que les **générateurs utilisant le diesel** fournissent de l'énergie à **230-459 FCFA par kWh** (le coût nivelé de l'énergie, LCOE en anglais). Les données pour **les systèmes solaires PV** (qui, dans cette étude inclut les appareils avec batteries à acide) sont plus difficiles à corriger, l'étude elle-même indique **197-262 FCFA par kWh** au Sud-Bénin, mais il est probable que ce chiffre soit abaissé de façon significative depuis lors. Pour illustrer: le coût d'un module PV—qui, doit être noté, n'est pas le seul facteur d'importance—a été réduit d'à peu près 80%, comparés aux valeurs utilisées lorsque la Figure 5 a été générée [28].

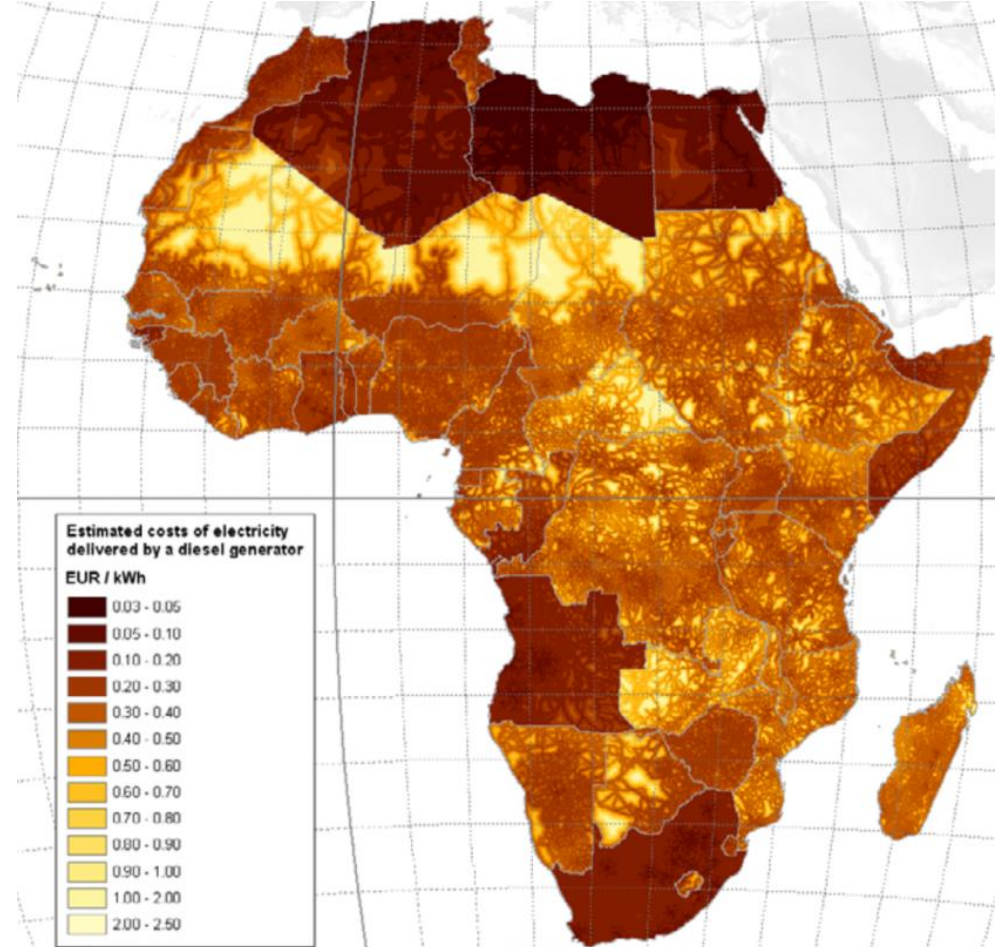
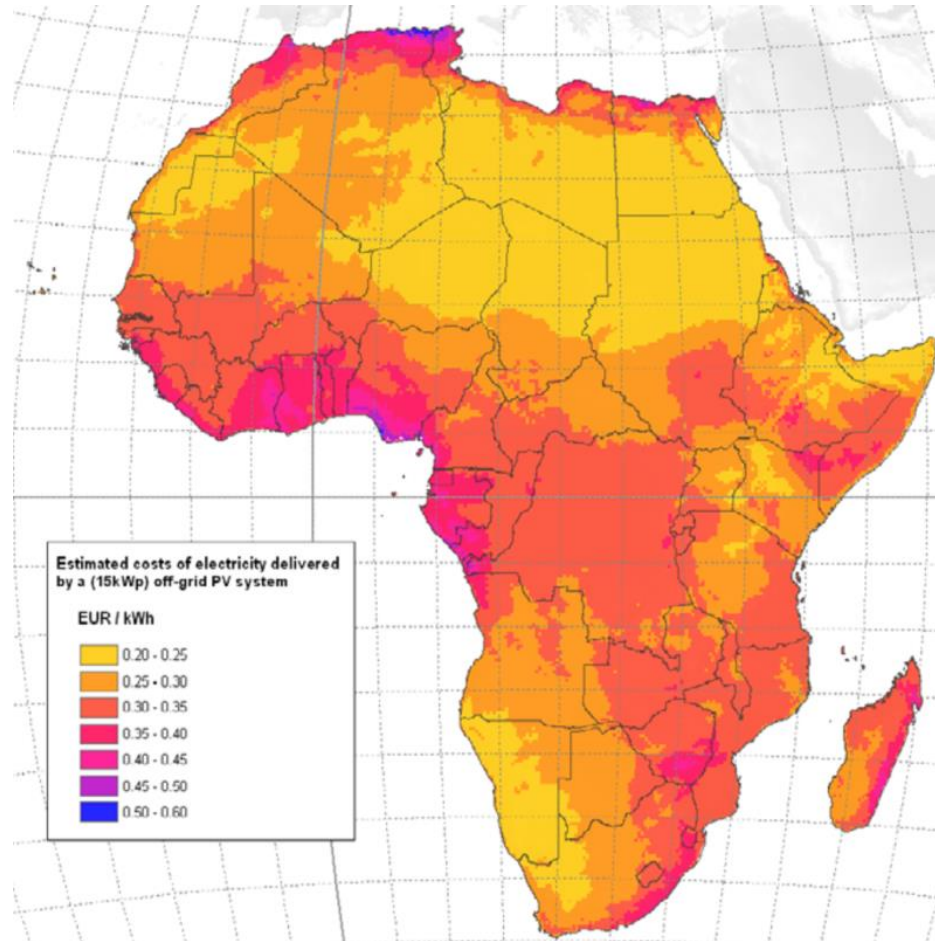


Figure 1: Coûts estimés spécifiés géographiquement (LCOE) le solaire PV hors réseau (à gauche) l'électricité par générateur diesel (à droite) (LCOE)

3. Rôle des aérogénérateurs de petite puissance dans l'électrification du sud-Bénin

Bien que l'hydroélectricité, la biomasse et surtout les technologies photovoltaïques jouent un rôle important de plus en plus accru dans l'électrification du Bénin, de récentes études ont montré que les technologies d'énergie éolienne peuvent également y contribuer. Ce chapitre traite des principales considérations géographiques, démographiques et technologiques qui doivent être prises en compte, et fait l'estimation du potentiel que les petits aérogénérateurs peuvent avoir dans l'électrification du Sud-Bénin. La section finale place ces estimations dans une perspective plus large en observant le marché mondial et les effets socio-économiques associés aux petits aérogénérateurs.

3.1 Considérations géographiques et démographiques

En tant que solution autonome, les aérogénérateurs de petite puissance peuvent généralement être des sources d'énergies relativement fiables et continues, en fonction des profils de vent locaux. Dans la zone côtière du Bénin, la vitesse des vents est relativement élevée (4,5 à 5 m / s à 10 mètres au-dessus du sol) par rapport aux zones plus intérieures (2,5 à 4 m / s) et relativement constante tout au long de la journée (voir le Tableau 7 et Figure 6 ci-dessous). En général, on peut dire que les vitesses du vent de 4'5 m/s sont une condition minimum pour la viabilité des petits aérogénérateurs. La direction générale du vent est sud-ouest (voir Annexe III).

Tableau 7: Les moyennes mensuelles de vitesse du vent et les écarts de déviations (m/s) à Cotonou, adaptées de [9]

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Moy.	3,7	4,6	5,1	4,8	4,0	4,3	5,4	5,5	5,1	4,2	3,9	3,6
Ec.Typ.	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	1,8	1,7	1,9	1,9	1,7	1,6

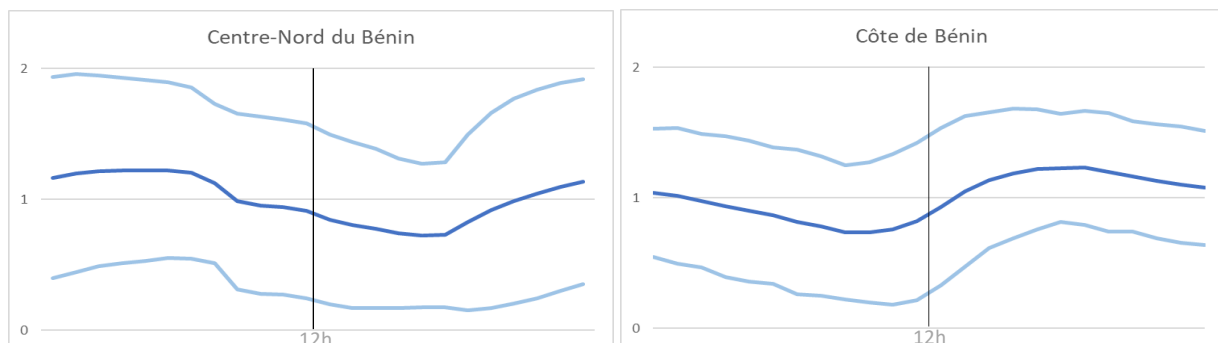


Figure 2: Fluctuation des écarts de déviations (bleu clair) et des moyennes (bleu foncé) de vitesse du vent tout au long de la journée dans le Centre-Nord et sur la côte de Bénin. Données adaptées de [10].

Les aérogénérateurs de petite puissance peuvent également servir de complément à l'énergie solaire photovoltaïque dans une configuration en mini-réseau, car pendant la saison des pluies (de juin à septembre), lorsque la production de PV est réduite, les vitesses du vent sont généralement élevées. En principe, cette complémentarité rend la capacité de production requise plus faible dans son ensemble, et donc pour une plus petite capacité de la batterie ou moins de cycles de charge-décharge, augmentant ainsi la longévité de la batterie.

En général, pour évaluer le potentiel des éoliennes, la première mesure à prendre en compte est la vitesse moyenne du vent. Dans le cadre d'une évaluation du potentiel d'énergies renouvelables réalisée par l'Agence Internationale pour les Energies Renouvelables (IRENA en abrégé en anglais),

l'énergie éolienne est potentiellement exploitable au Bénin sur une superficie de 10.361 km² [11]. Ceci est cependant une mesure très approximative, basée sur des simulations de vitesse du vent à 80 mètres de hauteur. Il existe plusieurs bases de données qui cartographient la vitesse du vent de manière plus détaillée et plus proche du niveau du sol, comme le Global Wind Atlas [10] du DTU, le télescope ECOWREX SIG de CERECC [12] et la carte des vents du Bénin [13] du CENER Espagnole. La carte CENER fournit des vitesses de vent à hauteur de 10-12 mètres, ce qui en fait l'alternative la plus pertinente du point de vue des aérogénérateurs de petite puissance. En même temps, le télescope ECOWREX est également utile pour ses informations sur les emplacements des réseaux et les densités de population, tandis que le Global Wind Atlas est en mesure de fournir des détails sur la répartition de la vitesse du vent et la rugosité du terrain. Ce dernier facteur est important pour les aérogénérateurs de petite puissance, car il peut influencer grandement les turbulences locales et la quantité de vent diminuant plus près du sol. Les schémas des pages suivantes illustrent ces caractéristiques.

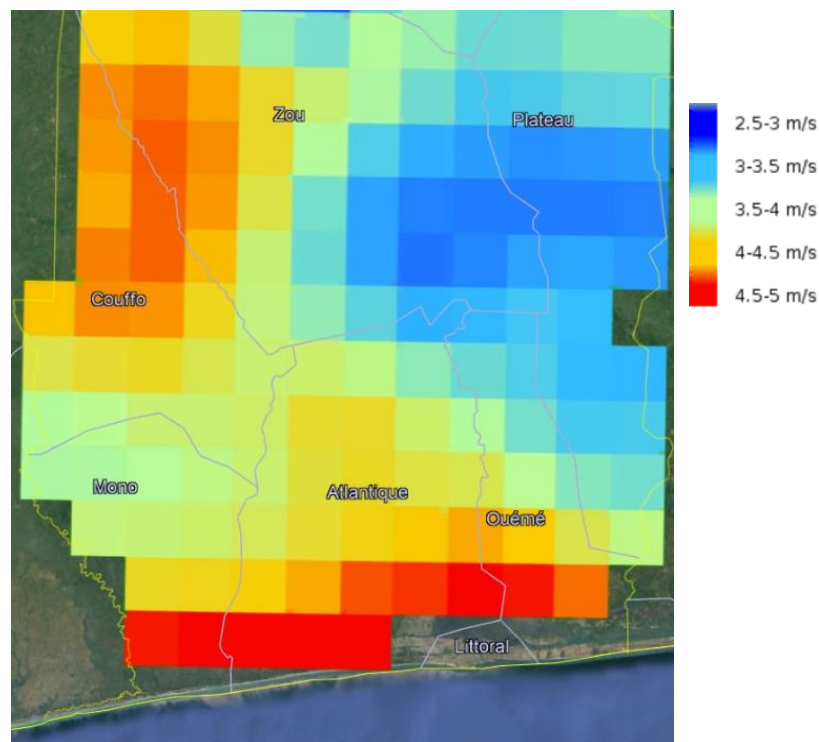
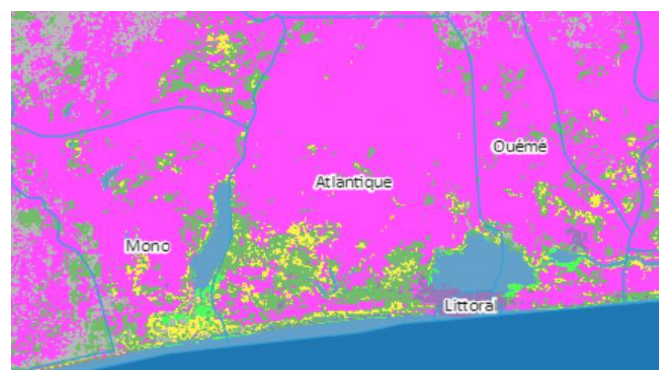


Figure 7: Vitesses moyennes du vent dans le sud-Bénin à 10-12 m, prises à partir de [13]



Roughness from landuse type												
Water 0.0	Snow 0.0004	Bare 0.005	Herb Veg. 0.03	Sparse 0.05	Crops 0.1	Woody Veg. 0.2	Mosaic 0.3	Shrubs 0.5	Bl Shrubs 0.6	Urban 1.0	Forest 1.5	Missing

Figure 8: La rugosité des sols au Sud-Bénin, tirée de [10]. Les autres couleurs sont positionnées sur le côté droit de la balance, plus le terrain ne sera rugueux, indiquant des perturbations potentiellement croissantes du vent à mesure que la hauteur de la turbine diminue

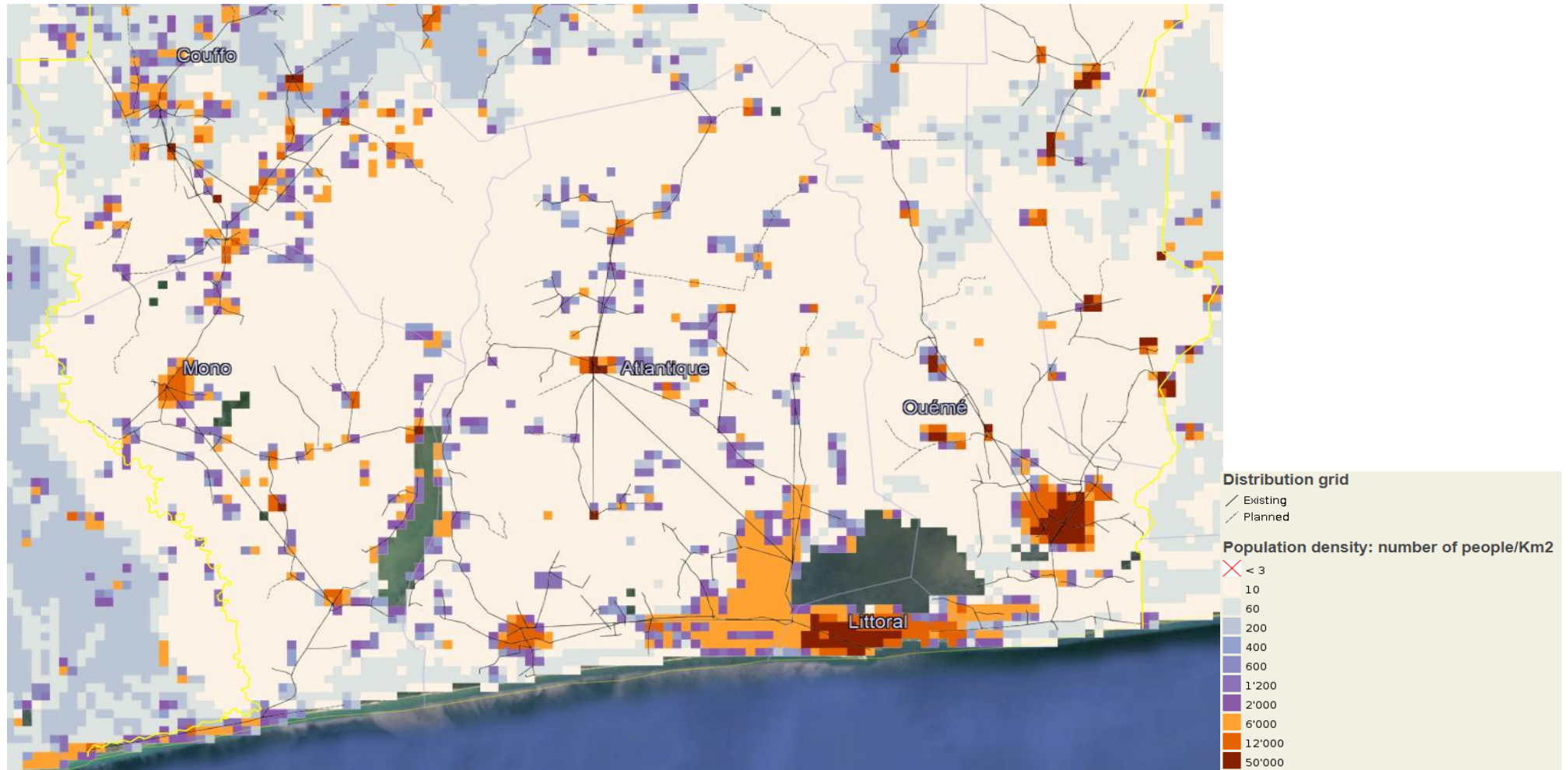


Figure 9: Densité de la population et sites des réseaux de distribution dans le Sud-Bénin, pris du [12]

La Figure 7 montre que les zones côtières du Bénin ont des vitesses moyennes de vent de 4,5-5 m/s à 10 m au-dessus du sol, pendant que la zone frontalière entre Couffo et Zou est un domicile aux vents de 4-4,5 m/s. Sur la base de cette première indication, celles-ci sont les zones où la technologie des aérogénérateurs de petite puissance pourrait être propice. Des données plus détaillées sont disponibles également pour des lieux spécifiques à travers le Bénin, l'Agence de la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar (ASECNA) a mesuré les vitesses quotidiennes du vent pendant beaucoup d'années. Les mesures de l'ASECNA à l'aéroport de Cotonou (le site le plus approprié pour cette étude) a produit des données très détaillées du vent, et ont servi d'intrants pour les simulations mathématiques d'Akpo et al [9]. A partir de ces sources, il est possible de tirer des informations sur les distributions de la fréquence de la vitesse du vent, qui constituent une contribution précieuse aux calculs de la puissance de sortie des éoliennes.

La Figure 8 donne l'idée que certaines zones du Sud-Bénin peuvent ne pas être propices à la production de l'énergie à partir des aérogénérateurs de petite puissance, comme celles-ci sont des zones forestières ou urbaines. Cependant, en pratique, des évaluations détaillées de site sur le terrain devraient être la base pour la détermination de la durabilité de tout lieu. La Figure 9 montre que le réseau de distribution est proche de la plupart des zones habitées, mais en pratique la mesure dans laquelle ce réseau réellement suffit à couvrir la demande en énergie de la population locale sera un important déterminant de la viabilité des aérogénérateurs de petite puissance. Encore, cela nécessitera des évaluations plus détaillées sur le terrain.

En général, une distinction peut être faite entre trois types de situations dans lesquelles les aérogénérateurs de petite puissance peuvent avoir leur utilisation : possession privée, possession collective près d'un réseau et une utilisation collective dans les zones reculées. Ci-dessous, le Tableau 8 décrit les différences entre ces situations, tandis que la description du cas d'Okoun-sèmè et d'Adouanko dans la le rectangle donne les situations typiques près d'un réseau au Bénin.

Tableau 8: Des situations typiques dans lesquelles les aérogénérateurs de petite puissance pourraient être appliquées

Situation	Condition(s) requises	Principale utilisation des aérogénérateurs de petite puissance
Possession privée de petit aérogénérateur (s)	Le propriétaire doit avoir des ressources (financières) significatives disponibles	Complément à ou secours pour la connexion au réseau principal
Possession collective de petit aérogénérateur (s) près d'un réseau	- Coopération du voisinage - Connexion au réseau attendu	Première alternative abordable pour le diesel, puis secours pour le réseau
Possession collective de petit aérogénérateur (s) –zone reculée	- Coopération du voisinage - Aucune Connexion au réseau attendu	Alternative abordable pour le générateur diesel

Exemples de la situation réseau en zones rurales et périurbaines : Okoun-sèmè et Adouanko

Les villages d'Okoun-sèmè et d'Adouanko sont tous deux des petits villages en zones rurales /périurbaines de la côte Béninoise, sans une connexion formelle au réseau de la SBEE. Aucun d'eux n'est prévu d'être formellement connecté à ce réseau dans un proche avenir. Dans ces villages, l'électricité est fournie à travers des générateurs diesel décentralisés et une ligne informelle au réseau de la SBEE. Il a été constaté que ces générateurs consomment jusqu'à 5-6 litres de carburant par jour à 400-450 FCFA par litre, ce qui fait que les coûts par générateur sont entre 60.000 – 72.000 FCFA par mois. [33]



3.2 Considérations technologiques

Mis à part la décision sur l'emplacement des éoliennes, il est également important de prendre en compte le type de turbine. La technologie éolienne-électrique s'est développée sporadiquement depuis 1900, avec des avancées significatives aux États-Unis et en Europe durant les années de guerre. La renaissance moderne de l'énergie éolienne a suivi les crises énergétiques des années 1970 et la technologie a progressé régulièrement depuis. Partout dans le monde, plus de 100 petits fabricants d'éoliennes sont actifs, produisant près de 300 modèles différents [14]. Parmi les modèles de puissance nominale inférieure à 10 kW, entre 10 et 20 sont certifiés selon la norme internationale IEC 61400-2, ce qui reflète l'intégrité de l'ingénierie sonore et l'assurance qualité.

Dans le domaine des applications résidentielles ou à distance, où la simplicité est nécessaire, les éoliennes ont évolué vers des conceptions hautement intégrées avec peu de pièces mobiles. Ces turbines avancées utilisent généralement un rotor qui tourne autour d'un axe horizontal en amont de la tour. La plupart de ces conceptions utilisent trois pales élancées en matériau composite (par exemple en fibre de verre), entraînant des alternateurs à aimants permanents. Cependant, de aérogénérateurs de petite puissance utilisant des générateurs synchrones ou asynchrones avec une boîte à vitesses et des freins à disque existent également.

En plus des éoliennes à axe horizontal plus courantes (HAWT en abrégé en anglais), les éoliennes à axe vertical (VAWT en abrégé en anglais) ont également leur place sur les petits marchés éoliens, mais surtout en Europe et aux États-Unis. L'avantage des VAWT est qu'ils sont omnidirectionnels, ce qui signifie qu'ils acceptent le vent de n'importe quelle direction. Cela simplifie leur conception et élimine le problème imposé par les forces gyroscopiques sur le rotor. Cependant, dans le sud-Bénin cet avantage n'a pas tellement d'impacts dans la mesure où 90% des vents au cours de l'année proviennent du sud-ouest. De plus, les principaux inconvénients sont qu'ils ne démarrent pas eux-

mêmes, qu'ils soient plus sujets à la fatigue matérielle et que leur efficacité générale est d'environ 25% inférieure à celle de leurs homologues horizontaux. Tous les deux types sont présentés dans la Figure 10.



Figure 10: Eolienne à axe horizontal (à gauche) et éolienne à axe vertical (à droite)

Les systèmes de sécurité de l'aérogénérateur à axe horizontal ont une grande variété de concepts. L'un d'entre eux utilise une girouette qui fait tourner l'aérogénérateur hors du vent lorsque la vitesse du vent atteint la vitesse ou la puissance maximale, ce qui évite d'endommager la turbine. Ce concept ne nécessite aucun dispositif électrique ou système hydraulique, car il fonctionne sous la pression de l'air et les forces de gravité. D'autres turbines utilisent des systèmes à pas variable avec un tangage actif ou passif. Un tel système ajuste le pas des pales pour maintenir la vitesse du rotor dans les limites de fonctionnement lorsque la vitesse du vent change. Avec un système à pas variable, il est très possible de contrôler la vitesse du rotor, mais c'est en même temps un système complexe à construire et donc plus cher. Du point de vue de la mise en place d'une chaîne locale de production et de maintenance, il est conseillé de se concentrer sur des conceptions relativement simples utilisant des technologies et des matériaux ordinaires chaque fois que cela est possible.

Pour cette étude, l'accent est mis sur les éoliennes qui utilisent des technologies certifiées (IEC61400-2) et des matériaux robustes, afin d'assurer une bonne efficacité de production d'énergie et la fiabilité du système. Dans le même temps, la conception devrait être suffisamment simple pour être produite et maintenue autant que possible sur le marché Béninois. Deux modèles différents de turbine sont utilisés dans cette étude : Fortis Passaat (puissance nominale de 1,4 kW) et Fortis Montana (puissance nominale de 6,0 kW) pour le besoin de calculer les cas d'affaires et la taille du marché. Comme c'est le cas pour 90% des aérogénérateurs de petite puissance produites dans le monde, ces modèles ont un axe horizontal, à trois pales et sont positionnés contre le vent. En outre, ils utilisent un générateur à aimant permanent, similaire à 50% des petits aérogénérateurs sur le marché, et ils ont été installés et partiellement fabriqués en Afrique auparavant (entre autres en Mauritanie). L'hypothèse est donc faite dans cette étude que ces turbines sont représentatives pour le marché international et appropriées pour faire une évaluation éclairée de la viabilité des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin.

3.3 Production annuelle potentielle et marché potentiel

Pour déterminer le marché potentiel des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin, il est nécessaire de connaître combien d'habitants ont besoin d'électrification décentralisée. Dans le tableau 9 ci-dessous, une estimation est donnée du nombre d'habitants dans les communautés sans connexions au réseau en Atlantique, Mono, Couffo et Ouémé. Ces communautés sont des zones ayant des vitesses moyennes de vent de 4-5 m/s indiquées par des couleurs orange à rouge dans la Figure 7. En outre, la demande correspondante d'énergie par communauté est calculée, en supposant une consommation de 20 kWh par ménage /mois (voir section 2.2) et 6 à 7 personnes par ménage.

Tableau 9: Le nombre estimé d'habitants et leurs demandes d'énergie éolienne dans les localités rurales et périurbaines non électrifiées dans quatre départements plus au sud

Département	Commune	Nombre d'habitants estimés	Estimation consommation en kWh par mois
Atlantique	Kpomassè	5.941	17.823
	Ouidah	3.923	11.769
	Sô-Ava	128.694	386.081
Mono	Grand-popo	11,053	33.159
	Comè	7.358	22.074
	Lokossa	1.354	4.062
Ouémé	Seme-podji	6.048	18.144
	Aguégués	38.097	114.290
Couffo	Aplahoué	10.460	31.380
	Djakotomè	1.154	3.462
Total		214.081	642.243
Potentiel total de consommation par an (GWh)			7,7

Note: Annexe IV donne plus de détails jusqu'au niveau de villages dans les zones

Pour déterminer la taille totale du marché, il est nécessaire de faire une évaluation éclairée de la production annuelle potentielle d'énergie. Sur la base des cartes (inter)nationales de vitesses moyennes de vent et les distributions de fréquence de vitesse de vent spécifique à la côte béninoise (Aéroport de Cotonou, voir [9]), il est possible de calculer la quantité attendue de kWh produite par an. Pour les deux turbines, Fortis Passaat (1,4 kW) et Fortis Montana (6,0 kW), ces données sont dans les tableaux 10 et 11 ci-dessous. Ces tableaux distinguent les différentes vitesses moyennes de vent et les hauteurs des tours, en prenant en compte 30% de pertes pour incorporer la question de turbulences locales. En plus, les deux tableaux donnent une indication du nombre de ménages qui peuvent être servis avec ces énergies produites.

Tableau 10: Estimation de la production annuelle & le nombre de ménages qui peuvent être servis avec la turbine Fortis Passaat au Sud-Bénin

Production annuelle Passaat (kWh) et le nombre de ménages qui peuvent être servis								
Vitesse moy de vent m/s	Ménages qui peuvent être servis (#mng)							
	3,5		4		4,5		5	
	(kWh)	(#mng)	(kWh)	(#mng)	(kWh)	(#mng)	(kWh)	(#mng)
Hauteur de la Tour: 12m	750	3,1	1.035	4,3	1.350	5,6	1.688	7,0
18m	918	3,8	1.248	5,2	1.598	6,6	1.973	8,2
24m	1.049	4,4	1.401	5,8	1.799	7,5	2.206	9,2

Tableau 11: Estimation de la production annuelle & le nombre de ménages qui peuvent être servis avec la turbine Montana au Sud-Bénin

Production annuelle Montana (kWh) et le nombre de ménages qui peuvent être servis								
	Ménages qui peuvent être servis (#mng)							
Vitesse moy de vent m/s	3,5		4		4,5		5	
	(kWh)	(#mng)	(kWh)	(#mng)	(kWh)	(#mng)	(kWh)	(#mng)
Hauteur de la Tour: 12m	2.524	10,6	3.656	15,2	4.978	20,7	6.427	26,8
18m	3.183	13,3	4.543	18,9	6.046	25,2	7.660	31,9
24m	3.717	15,5	5.235	21,8	6.907	28,8	8.656	36,0

La comparaison de ces tableaux avec les données de l'ASECNA sur les vitesses du vent à l'aéroport de Cotonou, qui montre des moyennes faibles autour de 4 à 4,5 m/s, il s'en suit qu'une production de 1742 kWh/an pour un Passaat et un rendement de 6661 kWh /an pour le Montana pour les turbines de 24 m de haut. Comme ressortis des tableaux 10 et 11, la production d'énergie est significativement accrue si la turbine est positionnée en hauteur du sol. Pour les tours de 24 m de haut et une demande d'électricité de 7,7 GWh par an, **4.424 turbines Passaat** ou **1.157 turbines Montana** sont nécessaires pour l'électrification des localités dans le tableau 9, sur la base des conditions à l'aéroport de Cotonou. Le nombre exact de turbines dépendra des moyennes de vitesse du vent et des distributions de fréquence spécifiques à l'emplacement, pour lesquelles des mesures sur place sont nécessaires.

Ces estimations de la taille totale des marchés sont conservatrices car elles ne prennent en compte que les localités non électrifiées et supposent une demande d'électricité relativement faible de 20 kWh par ménage et par mois. Dans la pratique, il est probable que les localités partiellement électrifiées puissent également bénéficier de l'énergie éolienne, alors que la consommation par ménage est plus élevée dans les localités (périurbaines) les plus importantes. En outre, parallèlement à l'électrification des ménages, les applications industrielles des éoliennes pourraient également être viables. Parmi les expériences précédentes, citons le pompage d'eau pour l'irrigation et l'eau potable pour les bovins, ainsi que l'alimentation de sites télécoms dans des configurations hybrides (voir le texte dans le rectangle pour un exemple d'illustration), combinant la technologie éolienne avec des générateurs photovoltaïques et / ou diesel. Dans l'ensemble, il est clair que le marché potentiel est suffisant pour les aérogénérateurs de petite puissance au Bénin. Dans des projets antérieurs comparables en Afrique subsaharienne, les marchés de 100 à 200 turbines ont été adaptés à la création d'un réseau viable de services et de maintenance.

Safaricom, Kenya – Des éoliennes pour les opérations telecom

Safaricom, le plus grand fournisseur de service de téléphonie cellulaire en Afrique de l'Est, a élargi la portée de son service vers les zones rurales du Kenya où aucune énergie utilitaire n'est disponible pour leurs stations de base. La pratique normale fait usage de générateurs diesel, qui nécessitent une attention régulière pour le réapprovisionnement en carburant et la maintenance. Pour faire face à ce problème, Safaricom a contacté Winafrique pour concevoir et fournir des systèmes pilotes hybrides éolien /diesel à trois stations très éloignées.

Un tel système comprend un aérogénérateur de 7,5 kW (fourni par Bergey), 2 kW solaire et 15 kW diesel, y compris aussi une banque de batterie de 60 kW. Les coûts de l'investissement étaient de 60.000.000 FCFA. Par an, ce système permet d'économiser à peu près 80% en dépenses de carburant. Ce qui prouve que la source d'énergie renouvelable additionnelle est fiable. A cause du succès de ces pilotes, le système sera aussi appliqué dans six autres sites de Safaricom. [32]



3.4 Marché potentiel dans une plus grande perspective

Pendant que l'estimation de la taille du marché est une chose importante, toute décision pour mettre en œuvre des aérogénérateurs à grande échelle (dans ce cas régional ou national) devra prendre en compte un contexte plus large, allant au-delà du focus sur les coûts et les vitesses du vent. Cette section place l'évaluation du marché potentiel au Bénin dans une perspective plus large en donnant un aperçu succinct du statut du secteur mondial des petits aérogénérateurs, et aussi discute des effets sociaux et environnementaux majeurs qui jouent un rôle dans le domaine des petits aérogénérateurs.

Chiffres du marché mondial d'aérogénérateur de petite puissance

A une grande échelle, le marché de petits aérogénérateurs est en croissance constante, pendant qu'il est aussi distinctivement concentré. En 2015, le nombre d'aérogénérateurs de petite puissance installés dans le monde était 990.966, desquels 732.000 sont en Chine (74%) [17]. En 2015, 43 000 nouveaux aérogénérateurs sont installés en Chine, comparés aux 1695 aux Etats Unis (le deuxième marché le plus large, 16%) et 277 au Royaume Uni (le troisième marché le plus large, 3%). Les dimensions moyennes (puissance nominale en kW) aussi diffèrent de façon substantielle, comme une turbine moyenne en Chine est de 0,6 kW, tandis la moyenne au Royaume Uni est de 5,1 kW. En Afrique, le nombre de turbines installées est plus petit; le Maroc, qui est le marché le plus large de petits aérogénérateurs en Afrique, avait 200 turbines au total installées en 2015. Le Tableau 12 ci-dessous traite des chiffres clés du marché mondial de l'industrie d'aérogénérateurs de petite puissance.

Tableau 12: Les chiffres clés de l'industrie mondiale d'aérogénérateurs de petite puissance [17]

Nombre de petites turbines installées par pays	Chine	Etats Unis	Royaume Unit	Autres	
Nombre cumulé de turbines installées (2015)	732.000	160.995	28.917	69.054	# unités
Puissance nominale cumulative des turbines installées (2015)	415.000	230.400	146.192	157.281	kW
Nombre de nouvelles turbines en 2015	43.000	1.695	277	1.028	# unités
Puissance nominale moyenne des turbines installées	0,6	1,4	5,1	2,3	kW/unit

L'Afrique est le centre d'un certain nombre de fabricants d'aérogénérateurs de petite puissance, parmi lesquels il y a Craftskills East Africa Ltd au Kenya et Kestrel Wind Turbines, Zonhan, Winglette Wind Machines et Turbex en Afrique du Sud.

Considérations sociales et environnementales

Comme la prise de décision au sujet de l'énergie éolienne est généralement caractérisée par un focus sur la source de l'aérogénérateur, les coûts et les utilisateurs finaux, il est aussi important de considérer les voies par lesquelles le climat, la santé humaine (ou souvent, plus spécifiquement, la qualité de la vie) et les écosystèmes locaux pourraient être affectés par les installations des aérogénérateurs.

La substitution des sources d'énergie non renouvelable et souvent des sources d'énergie fossile par des énergies renouvelables alternatives telles que l'énergie éolienne, est une importante voie pour avoir des réductions significatives des émissions de gaz à effets de serre. On doit préciser que la quantité de réductions des émissions qui peut être obtenue dépend très fortement du type et de la dimension de la turbine, ainsi que du type de source utilisée pour produire l'énergie qui est substituée. Après cette précision, une étude complète sur les cycles de vie à partir du solaire PV et l'énergie éolienne explique que les petites turbines (dans ce cas 5 kW) en moyenne produit 42,7 g CO₂-équivalents par kWh [18], tandis qu'une différente étude trouve que les générateurs à diesel et à charbon émettent entre 443 et 1050 g CO₂-équivalents /kWh [19]. Si on suppose que les aérogénérateurs de petite puissance remplaceront (marché potentiel estimé dans la section 3.3) de générateurs diesel de 7,7 GWh et à charbon ayant des émissions de 746,5 g CO₂-équivalents /kWh (la moyenne de 443 et 1050), il peut être calculé que **5,42 kilos tonnes de CO₂-équivalents d'émissions de gaz à effets de serre peuvent être évitées** par l'installation d'aérogénérateurs de petite puissance au lieu de générateurs diesel ou à charbon.

Deux autres facteurs qui sont toujours évoqués par rapport aux éoliennes sont le bruit et le scintillement de l'ombre que ces turbines produisent. Bien que beaucoup de recherches aient été faites pour déterminer comment et quand le bruit devient un problème pour les personnes vivant aux alentours de la turbine, la plupart d'entre elles sont liées aux turbines de grande envergure (100 kW ou plus), où l'impact est plus significatif. Selon [20], la production de bruit d'une turbine de 2 kW est typiquement proche de 50 dBA à une distance de 15 mètres—comparable au niveau du son d'un réfrigérateur de cuisine. Encore, l'impact réel de ce niveau de bruit dépend fortement du niveau du bruit ambiant, ainsi que de la personnalité et attitude individuelle à l'égard des éoliennes [21]. Un raisonnement similaire peut être appliqué au problème de scintillement, ou au moulage récurrent des

ombres par les pales de la turbine : l'impact que les aérogénérateurs de petite puissance peuvent avoir est plus limité que celui d'une turbine plus large, et peuvent être en général plus facilement évité à travers un microsite. En résumé, le bruit et le scintillement de l'ombre sont des problèmes pertinents qui doivent être pris en compte pour déterminer l'emplacement de la turbine, mais leurs impacts ultimes seront limités pour les aérogénérateurs de petite puissance.

Un autre problème qui pourrait jouer un rôle est la mortalité des animaux sauvages, qui est souvent centré sur les oiseaux et les chauves-souris. Il est clair que le risque de collision dépend du type des animaux aviaires actifs dans la zone locale, ainsi que la taille du système. Bien que la plupart des recherches soient centrées sur le Royaume Uni et les Etats Unis, ces préoccupations ont aussi joué un rôle dans la construction des fermes éoliennes au Lesotho et en Egypte [22]. Encore, cependant, le risque est moins élevé pour les systèmes d'aérogénérateurs de petite puissance. Une étude au Royaume Uni a trouvé que les oiseaux ne sont pas affectés par les systèmes d'aérogénérateurs de petite puissance (<50 kW), tandis qu'en relation avec les chauves-souris, elle recommande que les systèmes soient localisés à 20 m ou plus de leurs habitations [23]. Bien que l'interaction avec les animaux sauvages soit un autre facteur pertinent à prendre en compte, l'impact d'aérogénérateur de petite puissance peut être encore limité.

Les accidents et les décès chez les humains peuvent être un autre sujet à considérer. Comme l'indique [24], les défaillances des pales, les incendies et les défaillances structurelles sont les principales causes d'accidents d'origine humaine liés aux éoliennes, dont la plupart ont affecté les travailleurs de la construction. Les coups de foudre et la mauvaise manipulation et la maintenance sont souvent à l'origine de ces problèmes [25]. Bien que les dommages liés à l'éclairage soient difficiles à prévenir ou à atténuer, la manutention et l'entretien peuvent et doivent être des questions importantes à traiter pendant la formation des travailleurs locaux.

Enfin, dans certains pays du monde, l'implantation de toutes les éoliennes, y compris les aérogénérateurs de petite puissance, sont soumises à l'attribution d'un permis d'urbanisme. D'autres pays exonèrent les aérogénérateurs de petite puissance en définissant toutefois les conditions que ces éoliennes doivent remplir.

4. Mise en place d'une industrie d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin

4.1 Raisons et base de la production

La fabrication locale de technologies d'énergie renouvelable est une option très pertinente pour les marchés subsahariens. Non seulement cela peut aider à réduire les coûts globaux des technologies, mais cela peut également créer des emplois et améliorer les moyens de subsistance locaux dans le processus. Cependant, les composants qui peuvent réellement être produits localement dépendent des types d'industries actives dans le pays, ainsi que de leurs capacités de production. Pour les aérogénérateurs de petite puissance, de nombreuses composantes du système peuvent être produites même en l'absence d'industrie de haute technologie.

En substance, les composants de l'aérogénérateur qui ont toujours un bon potentiel pour la production dans le pays sont les composants métalliques: la tour, le châssis, la queue, la charnière arrière et le logement du générateur. Pour ces pièces, les processus de production sont généralement limités à la découpe, à la soudure et au forage, bien que la protection contre la corrosion puisse parfois être plus difficile. En ce qui concerne les composantes électriques, la situation est plus compliquée. La fabrication de pièces du générateur, ainsi que l'onduleur, le contrôleur et la batterie nécessitent souvent une industrie plus spécialisée. Il en va de même pour les lames en polyester renforcé de fibres de verre. D'autre part, l'assemblage, l'installation et la maintenance sont généralement mieux adaptés aux industries locales, à condition qu'ils aient été familiarisés avec les technologies. La figure 11 ci-dessous résume les principaux matériaux et compétences requis pour la fabrication, l'installation et la maintenance de aérogénérateurs de petite puissance.

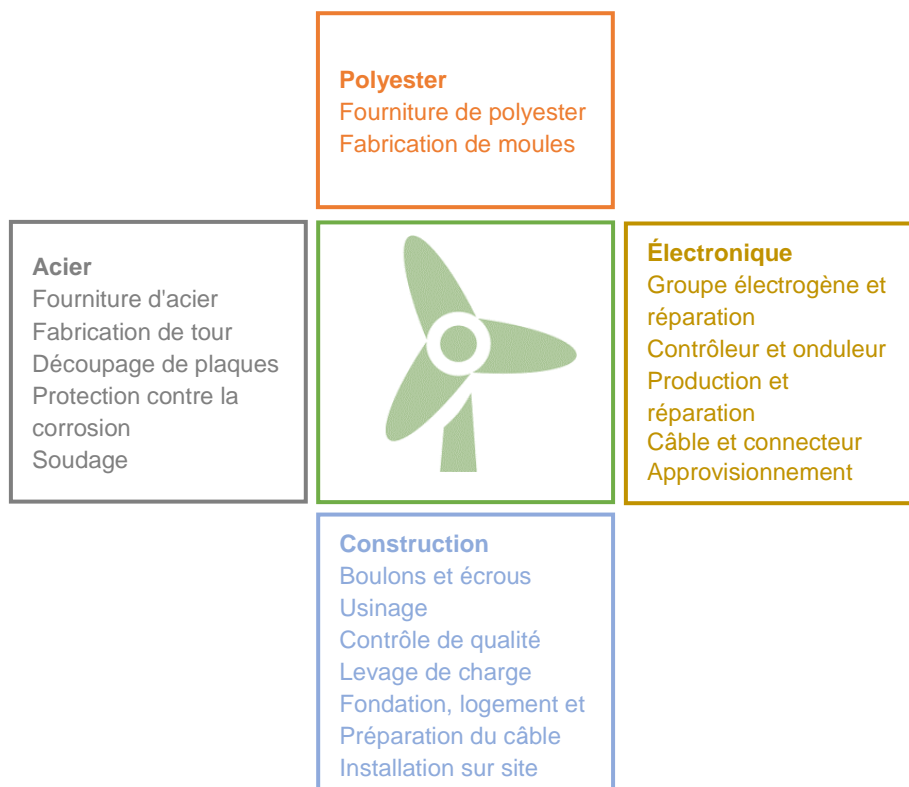


Figure 11: Matériaux généraux et compétences requis pour la fabrication, l'installation et la maintenance d'aérogénérateurs de petite puissance

4.2 Existence de la chaîne appropriée de fabrication au Bénin

Afin d'explorer plus en profondeur les possibilités de fabrication locale de aérogénérateurs de petite puissance, des entretiens ont été menés avec des entreprises, des ONG et des universités afin de déterminer pour chacun des matériaux et compétences dans la Figure 11, dans quelle mesure la capacité est présente. Le Tableau 13 ci-dessous fait un récapitulatif des structures potentielles identifiées comme pouvant fabriquer, installer ou assurer la maintenance des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin. La liste complète des structures interrogées figure à l'Annexe V, et le questionnaire utilisé en Annexe VI.

Tableau 13: Capacités de production identifiées pour chaque structure (✓✓ = capacité suffisante probable, ✓ = capacité éventuellement suffisante).

Capacités de production & d'installation d'éoliennes requises	Structures appropriées							
	AJO Sarl	SEEPEG	MDC	Tossou & Fils	ASEMI	Transacier	EMC	2EPS
Acier								
Approvisionnement en acier (conformément aux spécifications UE / États-Unis)					✓	✓✓		
Constructions en acier: sections de tour de 6 m et 500 mm de diamètre / 500 kg		✓			✓✓	✓		
Découpage de la tôle d'acier (5-30mm): découpage laser ou découpa à l'arc		✓			✓	✓		
Protection contre la corrosion des pièces en acier: galvanisation, peinture ou autre		✓			✓	✓	✓	
Soudage (qualifié)		✓			✓	✓	✓	
Polyester								
Polyester / approvisionnement en fibre de verre								
Polyester /Fabrication et transformation de moules renforcés de fibres de verre								
Electronique								
Matériels Alimentation électrique: câbles et connecteurs	✓✓	✓✓		✓✓	✓✓		✓	✓
Atelier de réparation de générateurs et d'assemblage	✓	✓		✓	✓		✓	
Atelier électronique pour la production et la réparation de contrôleurs et d'onduleurs	✓	✓		✓	✓		✓	
Atelier électronique pour le câblage des câbles pour la salle de contrôle et les utilisateurs finaux	✓✓	✓✓		✓✓	✓✓		✓✓	✓
Installation								
Fourniture de boulons et écrous		✓✓	✓✓		✓✓		✓✓	✓
Usinage général		✓			✓	✓	✓	✓
Contrôle global de qualité		✓✓			✓✓		✓✓	
Levage et transport de charges lourdes (> 500 kg)		✓✓			✓✓			
Fondation en béton, logement et préparation de câbles		✓✓	✓✓		✓✓			
Installation sur site avec camion et treuil		✓✓			✓✓			

Comme le montre clairement le tableau 13, le nombre de structures capables de fabriquer des composants d'éoliennes est limité. Pourtant, les résultats des entretiens indiquent que la plupart des compétences et des matériaux requis peuvent potentiellement être couverts par une ou plusieurs entreprises Béninoises. La seule exception est la fabrication de lames en polyester, pour lesquelles aucune société appropriée n'a été identifiée. En outre, pour certaines des composants les plus complexes telles que les générateurs et les contrôleurs, bien qu'on s'attende que certaines entreprises puissent les obtenir, elles compteront dans une large mesure sur les importations plutôt que sur la production nationale. La plupart de ces composants complexes peuvent être commandées de l'Europe (exemples : Royaume Uni, Italie, Allemagne), bien qu'à un niveau plus détaillé, les aimants et certaines matières premières utilisés pour produire ces composants (exemple : acier, cuivre) seront probablement importées de la Chine. En revanche, les mâts peuvent être fabriqués localement, ce qui signifie que l'augmentation de la hauteur des turbines est non seulement très bénéfique pour les productions d'énergie attendues (voir tableaux 10 et 11), mais aussi pour l'emploi local et la génération de revenus.

Afin de préparer réellement les entreprises identifiées pour la production de composants d'éolienne, il est nécessaire que leurs employés reçoivent la formation appropriée. Par exemple, bien qu'une entreprise d'installation de réseau électrique telle qu'AJO Sarl soit potentiellement capable d'assembler un générateur, ils n'ont pas encore l'expérience pour produire les enroulements dans le stator et doivent donc être formés. Des expériences antérieures en Inde, en Égypte et en Mongolie où des experts expérimentés venant de l'Europe ou des Etats Unis ont donné des formations techniques, montrent que cela ne devrait généralement pas poser de problème. De plus, il est intéressant de noter que toutes les structures interrogées indiquent qu'elles estiment que les aérogénérateurs de petite puissance ont de bonnes perspectives au Bénin. Lorsqu'une nouvelle industrie doit être créée ou stimulée, une croyance commune en sa viabilité sera toujours essentielle.

4.3 Avantages socio-économiques: coûts et création d'emplois

La production locale d'éoliennes devrait produire deux types d'avantages socio-économiques en particulier: la réduction des coûts et la création d'emplois. Pour la création d'emplois, il est nécessaire de prendre en compte des contraintes majeures à l'égalité de l'emploi au Bénin entre autres les stéréotypes de genre instituant de fortes barrières à l'entrée du marché du travail selon le sexe pour les femmes ou les hommes suivant les secteurs/branches et les inégalités d'accès à l'instruction initiale, à la formation professionnelle continue, au crédit, aux revenus, à la propriété immobilière, aux biens mobiliers, aux décisions.

Pour déterminer l'étendue de ces deux avantages, il est nécessaire de bien comprendre les coûts des éoliennes et la mesure dans laquelle la valeur peut être créée localement. Pour les systèmes de base Passaat (1,4 kW) et Montana (6,0 kW) aux Pays-Bas, les prix commerciaux sont présentés au tableau 14, y compris une réduction de prix de 20% possible pour les demandes en vrac.

Tableau 14: Prix commerciaux des turbines aux Pays-Bas (hors TVA)

Prix commerciaux des turbines Fortis aux Pays-Bas (FCFA)	Passaat 48V	Montana 48V
Liste de prix de turbine, y compris le contrôleur de charge & de décharge de poids	2.397.680	7.183.200
Liste de Prix de la tour haubanée de 18m	1.804.656	2.191.696
Liste de Prix de la tour haubanée de 24m	2.356.352	2.780.128
Prix de vente turbine-tour combinée	4.202.336	9.374.896
<i>Avec une tour haubanée de 24 m</i>	<i>4.754.032</i>	<i>9.963.328</i>
Prix net moins 20% avec tour haubanée de 18 m	3.362.000	7.499.392
Prix net moins 20% avec tour haubanée de 24 m	3.803.488	7.970.400

De plus, chaque turbine peut être caractérisée par un profil de coûts relativement simple, dans lequel les coûts sont liés à des composantes individuelles. Le tableau 15 indique la contribution de chaque composante principale au prix global du système, indique la part de cette composante potentiellement produite localement à moyen terme (avant 2025) et résume la valeur du contenu local. Pour ces chiffres, le contenu local comprend les coûts de main-d'œuvre, les coûts des matériaux, les coûts de production, les coûts d'importation locaux (de matières premières et de composantes semi-finies) et les bénéfices. Il n'inclut pas les économies potentielles provenant des taxes d'importation évitées et des frais d'expédition.

Tableau 15: Parts des Coûts des éoliennes et teneur local spécifié par composante de la turbine

Parts des coûts des composantes d'éoliennes			% de composante productible localement	Valeur du contenu local(FCFA)	
Composante	Passaat	Montana		Passaat	Montana
Tour (24m)	45,5%	31,4%	100%	1.730.528	2.502.640
Générateur	20,8%	21,7%	30-40%	237.472	518.896
Lames de rotor & et moyeu	11,8%	12,6%	0%	-	-
Cadre	7,8%	5,0%	100%	296.512	398.192
Queue /vanne de queue	5,8%	3,2%	100%	220.416	255.184
Contrôleur de charge	7,3%	25,4%	25%	69.536	505.776
Teneur locale totale			Valeur du contenu local	2.554.464	4.180.688
			% des prix de vente globaux	67%	52%

Source: Evaluations quantitatives effectuées par l'équipe du projet, sur la base des expériences pratiques et des données de Fortis Wind Energy

Les résultats du calcul ci-dessus montrent qu'une partie importante de la valeur des turbines peut être créée localement. Pour quantifier les avantages réels liés aux coûts que la production au Bénin pourrait produire, il est important de comprendre comment la création de valeur locale peut réellement contribuer à la réduction des coûts. Il est attendu que le plus grand potentiel repose sur le coût de la main d'œuvre locale, car les salaires journaliers au Bénin sont généralement nettement inférieurs à ceux des Pays-Bas, alors que les autres coûts (matériaux, production, etc.) sont souvent moins différents. Un ouvrier Néerlandais formé à la soudure, à l'usinage et à d'autres activités de fabrication coûte à peu près 32800 FCFA par heure. Pour le Bénin, on suppose que le taux local est approximativement 2624 FCFA par heure, alors que la productivité est estimée à 66 % plus bas à cause du manque d'accès à des outils et de processus plus sophistiqués. Le tableau 16 ci-dessous présente

une évaluation du pourcentage des coûts par composante pouvant être attribué à la main-d'œuvre, et le relie à la valeur du contenu local décrite dans le tableau 15.

Tableau 16: Valeur et part des coûts de la main d'œuvre en rapport aux coûts globaux par composante

Composante	% des coûts des composantes attribuables à la main-d'œuvre		Valeur de la main d'œuvre dans le contenu	
	Passaat	Montana	Passaat	Montana
Tour (24m)	19%	10%	328.800	250.264
Générateur	52%	45%	123.485	233.503
Pales de rotor & et moyeu	-	-	-	-
Cadre	52%	47%	154.186	187.150
Queue /vanne de queue	50%	50%	110.208	127.592
Contrôleur de charge	30%	20%	20.861	101.155
Valeur totale de la main d'œuvre dans le contenu local (FCFA)			737.541	899.665
Heures de travail requises au Pays Bas			22,5	27,4
Heures de travail requises Bénin			67,5	82,3
Coûts de la main d'œuvre au Bénin(FCFA)			177.010	215.920
Economies à travers la production locale(FCFA)			560.531	683.745
Economies en % du prix de vente global			15%	9%

Source: Evaluations quantitatives effectuées par l'équipe du projet, sur la base des expériences pratiques et des données de Fortis Wind Energy

En combinant les évaluations (socio-économiques) de cette section avec les calculs de la production technique à la section 3.3, il devient possible de quantifier les coûts de fabrication des turbines, l'investissement sur la fabrication totale et la création d'emplois dans l'industrie manufacturière. Ces chiffres correspondent à la fabrication d'une turbine (24 m) et excluent les coûts liés à l'installation, à la chambre, aux batteries, aux onduleurs et aux infrastructures locales. Ces facteurs n'ont pas été pris en compte pour les calculs, car ils dépendent fortement du type de configuration du système choisi, ainsi que des applications qui consomment l'énergie générée. Pour fournir une estimation générique des coûts totaux du système dans une configuration en mini-réseau, qui prend en compte les batteries, les onduleurs, les câbles, les fondations, la chambre, le transport et la connexion aux utilisateurs finaux, **les coûts par kWh augmenteraient d'un facteur 3**. En ce qui concerne le nombre d'emplois qui seraient créés dans le secteur éolien en dehors de la fabrication, ce qui comprend la planification du projet, l'administration, le service, l'installation sur place, l'installation électromécanique et le transport, **une augmentation des emplois d'un facteur 5 est attendue**.

Le tableau 17 ci-dessous précise les coûts, les investissements et le nombre d'emplois (en tant qu'années de travail à temps plein) liés à la fabrication des deux types de turbines, et fournit une estimation de ces trois variables si tous les coûts et activités non manufacturiers sont aussi pris en compte. Les **coûts de fabrication par kWh** sont calculés en soustrayant les *économies par turbine par une production locale* (tableau 16) du *prix net moins 20% avec une tour haubanée de 24 m* (tableau 14) et en divisant ce nombre par la production annuelle estimée d'électricité (sur base des profils de vent à l'aéroport de Cotonou, voir page 29). Les **investissements manufacturiers** sont calculés en soustrayant les *économies par turbine par une production locale* (tableau 16) du *prix net moins 20% avec une tour haubanée de 24 m* (tableau 14), et en divisant ce nombre par le nombre total de turbines nécessaires pour satisfaire une demande annuelle de 7,7 GWh (4 244 turbines Passaat ou 1 157

turbines Montana, voir page 29). Les **emplois manufacturiers** sont calculés en multipliant le nombre total de turbines nécessaires pour satisfaire une demande annuelle de 7,7 GWh (4 244 turbines Passaat ou 1 157 turbines Montana, voir page 29) avec la nombre d'heures de travail requise au Bénin par turbine (tableau 16), et en divisant ce nombre par le nombre d'heures de travail dans une année (supposé être 2 064, égal à 172 par mois).

Le Tableau 18 compare ces estimations des coûts totaux à ceux des générateurs solaires PV et diesel mentionnés au Chapitre 2, en indiquant clairement que les **petits aérogénérateurs sont attendus être moins chers que les générateurs diesel et comparable ou moins cher que le solaire PV.**

Tableau 17: Résumé des résultats socio-économiques estimés pour le marché total (4.424 turbines Passaat ou 1.157 Montana)

Turbines	Coûts de fabrication par kWh	Investissement pour la fabrication	Les travaux de fabrication**	Coûts totaux par kWh*	Investissement total*	Travaux totaux**
Passaat (1,4 kW)	93 FCFA	14.347.415.114 FCFA	145	279 FCFA	43.042.245.343 FCFA	723
Montana (6,0 kW)	55 FCFA	8.432.077.632 FCFA	46	164 FCFA	25.296.232.897 FCFA	231

* Les coûts totaux et l'investissement total sont les coûts de fabrication et l'investissement manufacturier multipliés par un facteur 3.

** Les emplois sont exprimés en années de travail à temps plein (2064 heures). Les emplois totaux sont des emplois manufacturiers multipliés par un facteur 5.

Source: Evaluations quantitatives effectuées par l'équipe du projet, sur la base des expériences pratiques et des données de Fortis Wind Energy

Tableau 18: Les coûts totaux par kWh pour les technologies d'énergie hors réseau au Sud-Bénin

Technologie hors réseau	Structure de prix (FCFA)	Commentaire
Solaire PV	197 – 262 par kWh	Probablement plus bas parce que celui-ci est basé sur les données de 2011 et plus anciennes [26]
Petits aérogénérateurs	164 – 279 per kWh	Basés sur les calculs aux Chapitres 3 et 4
Générateur Diesel	230 – 459 par kWh	Basés sur [26] mais connectés aux prix diesel 2017 [27]

4.4 Analyse de sensibilité

Pour conclure ce chapitre, quelques remarques importantes restent à faire sur la sensibilité des résultats quantitatifs. Comme pour toute étude (de pré-faisabilité), il faut être réaliste quant aux hypothèses formulées, tout en étant transparent à leur sujet. En général, les résultats socio-économiques calculés dans ce chapitre (coûts globaux par kWh et le nombre d'emplois générés) dépendent d'un certain nombre de données d'entrée, qui peuvent s'avérer significativement différentes dans la pratique. En retour, cette différence pourrait avoir un impact important sur les résultats socio-économiques. Le tableau 19 ci-dessous met en évidence les données d'entrée les plus importantes et indique qualitativement leur correspondance avec les deux principales dimensions de la sensibilité: l'incertitude et l'impact.

Tableau 19: Analyse de sensibilité pour les indicateurs de coûts et d'emplois

Principales données d'entrée	Incertitude des données	Impact potentiel sur la production		Sensibilité globale de la production	
		Coûts par kWh	No. d'emplois	Coûts par kWh	No. d'emplois
Coûts globaux de la fabrication des turbines	Faible	Élevé	Faible	Faible	Faible
Rendement en énergie par turbine	Moyen	Élevé	Faible	Moyen	Faible
Pourcentage de création de valeur locale possible	Élevé	Faible	Élevé	Faible	Élevé
Taux journaliers et productivité des travailleurs	Élevé	Faible	Élevé	Faible	Élevé
Les coûts non liés à la main-d'œuvre (matériel, production, etc.)	Élevé	Élevé	Faible	Élevé	Faible
Taille du marché total de petits aérogénérateurs	Élevé	Faible	Élevé	Faible	Élevé

Source: Evaluations qualitatives faites par l'équipe de projet

Ce tableau montre que le principal risque lié aux coûts des aérogénérateurs de petite puissance réside dans le rendement réel qui sera réalisé. Les tableaux 10 et 11 du chapitre 3 détaillent ces données qui intègrent déjà un élément d'incertitude en tenant compte des pertes de 30% dues à la perturbation locale. Encore, il est essentiel de réaliser des mesures détaillées sur les sites potentiels pour pouvoir évaluer correctement le rendement énergétique (voir chapitre 5). Les coûts non liés à la main-d'œuvre pourraient également avoir une incidence sur les coûts totaux des éoliennes, mais les valeurs de ces coûts provenaient (implicitement) de la situation Néerlandaise et, sur la base des expériences antérieures en Afrique subsaharienne, ces effets ne devraient pas être substantiellement désavantageux sur le marché Béninois.

En ce qui concerne le nombre d'emplois qui peuvent être créés dans le secteur manufacturier, les différences dans les données sur la quantité du contenu local ainsi que sur les taux de main-d'œuvre et la productivité peuvent avoir un impact significatif sur les résultats. Pour obtenir une compréhension plus fine des capacités de production et des coûts réels dans le secteur manufacturier au Bénin, il est nécessaire d'engager activement des entreprises représentatives (par exemple celles identifiées dans cette étude) dans le dialogue public-privé qui sera un aspect inhérent et important de la création d'un petit secteur éolien (voir chapitre 5).

Un autre facteur important pour le nombre d'emplois est la taille totale du marché de petits aérogénérateurs. Pour les calculs dans ce chapitre, ce nombre a été uniquement basé sur le potentiel sociotechnique, c'est-à-dire le nombre de personnes vivant dans les zones non électrifiées et balayées par le vent en relation avec leurs demandes d'électricité de ménage (voir Annexe IV). En pratique, il est très probable que ce nombre ne sera pas atteint à court ou moyen terme, même si les turbines employées pour l'utilisation productive sont prises en compte (voir section 3.3), étant donné que le pays le plus actif en Afrique dans le domaine de petits aérogénérateurs (le Maroc) avait seulement 200 turbines installées en 2015 (voir section 3.4). Pour ce qui concerne le nombre d'emplois féminin, tout dépendra de la disponibilité des femmes compétentes et aussi de la politique du projet à promouvoir le leadership féminin dans ses interventions.

5. Plan d'actions pour la fabrication et le déploiement d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin

5.1 Théorie de changement

Pour aboutir à un secteur florissant de fabrication d'éoliennes au Bénin, il est nécessaire de suivre une approche qui fixe des objectifs clairs à long terme tout en définissant des actions à court et moyen terme. Ce faisant, nous suggérons non seulement de développer les capacités technico-économiques de l'industrie manufacturière, mais aussi de stimuler les processus d'éducation et d'apprentissage et de construire une coalition de plaidoyer inclusive pour l'énergie éolienne au Bénin.

Dans le contexte de l'électrification rurale, les éoliennes fabriquées localement sont un type de technologie qui peut avoir un impact significatif sur les communautés locales, stimulant l'économie locale tout en augmentant la probabilité que les connaissances sur la réalisation des (petits) entretiens et les procédures d'exploitation soient transférées aux villageois [16]. Pour qu'elle devienne un développement (socialement et économiquement) durable, il est nécessaire d'adopter une approche inclusive qui évolue dans le temps, en s'adaptant à l'évolution du secteur éolien au Bénin.

Ce faisant, nous proposons une théorie du changement fondée sur 4 piliers: la programmation détaillée, la formation de coalitions, le développement des connaissances et le déploiement de la technologie. Ces piliers ont été sélectionnés sur la base des plus de 20 ans d'expérience de l'équipe de projet dans la conception de processus d'innovation (énergie) en Afrique sub-saharienne, complétée par l'inspiration des plans de transformation réussis de l'industrie. Ces quatre piliers doivent prendre en compte la dimension genre de manière transversale et spécifique. Dans la section suivante, ces piliers sont utilisés pour formuler un Plan d'actions pour le développement sectoriel qui sera ensuite concrétisé et résumé dans la section 5.3.

5.2 Elaboration du Plan d'actions

La première étape importante proposée au Gouvernement Béninois est le développement d'un programme pluriannuel ou feuille de route, dans lequel les tâches et les responsabilités sont attribuées aux parties prenantes individuelles assorties de délai. Des cibles claires seront nécessaires, à quelle industrie, société ou autres parties prenantes on peut faire recours pour la guidance. Cette section (5.2) et celle qui suit (5.3) peuvent être considérées comme des précurseurs de cette feuille de route. Cependant, au cours de son élaboration, il est crucial que la feuille de route soit sujette au feedback des parties prenantes (y compris les parties prenantes non gouvernementales), afin d'établir un appui d'envergure.

En prenant en compte la méconnaissance relative de la technologie de l'énergie éolienne au Bénin, nous proposons de relancer le marché local en se concentrant sur la production et la mise en œuvre de modèles plus petits (<3 kW) au lieu des modèles à l'autre extrémité de l'éventail de la petite turbine (5-10 kW ou plus). Cela contribue à augmenter le volume de produits et offre ainsi à l'industrie locale plus de possibilités de coopérer et d'interagir tout en générant davantage de revenus. Il est important de souligner que si l'accent mis sur les turbines plus petites (et donc souvent moins économiques) sera probablement plus coûteux à court terme, les processus d'apprentissage interactif et de formation de coalitions au cours de la phase de démarrage du secteur sont des bases importantes pour le développement. De ce point de vue, il est attendu que le financement des bailleurs de fonds (inter) nationaux sera vital dans les premières années d'existence du secteur, durant lesquelles la génération d'intérêt et la création de confiance seront importantes. Les bailleurs de fonds ayant des bons

antécédents établis concernant le financement des projets énergétiques au Bénin inclus le MCC, l'ONU, la Banque Mondiale, GIZ, DANIDA.

Une des premières activités proposées dans la feuille de route est d'établir une coalition de leaders d'industrie, des instituts d'enseignement, des ONG, et d'agences publiques, afin de générer une dynamique dans le secteur. Le gouvernement Béninois étant le principal moteur au-devant du programme global, une large coalition sectorielle sera mieux placée pour identifier et convenir des étapes les plus spécifiques à prendre, par exemple en ce qui concerne la mise en place de la chaîne de valeur ou l'identification des opportunités du secteur. Pour ce qui concerne la chaîne de valeur, une analyse ou étude plus pointue permettra de définir les maillons de la chaînes, de même que les acteurs/actrices et leurs rôles (potentiels) respectifs. Au-delà de cela, il est conseillé d'établir un mécanisme de coopération (par exemple : un accord de partenariat/joint-venture) avec une ou plus de structures actives et reconnues d'experts en petits aérogénérateurs, pour aider à coordonner le développement et la mise en œuvre de systèmes pilotes tout en s'assurant que celles-ci respectent les normes de qualité appropriées.

Pour la sélection des premiers sites, il est conseillé de se focaliser sur l'utilisation productive, c'est-à-dire des situations dans lesquelles l'énergie fournie permet directement la création des biens et services (exemple : télécom, entreprises rurales dont les celles des femmes et des jeunes). En agissant ainsi, la technologie de petits aérogénérateurs va probablement générer un intérêt précoce des structures qui ont leurs propres ressources disponibles pour investir dans les technologies de production d'énergie. Là où l'électrification de ménages est la première préoccupation, il est proposé d'impliquer les chefs de village afin de mesurer leurs intérêts (villageois(e)s) à participer aux projets pilotes d'éoliennes. Cette participation pourrait être par exemple la contribution des villageois(e)s aux procédures d'exploitation et d'entretien de la turbine chaque fois qu'il est possible. Une telle implication devrait faciliter l'éducation et la création d'une prise de conscience sur l'utilisation éventuelle des petits aérogénérateurs dans les communautés locales. En parallèle, les technicien(ne)s et les fabricants locaux auront besoin de formation technique sur la fabrication, l'assemblage et la construction, pour laquelle le joint-venture international susmentionné (ou autre type de coopération) pourrait être responsable.

Au regard de la taille du marché, il est attendu qu'un total de 20 turbines installées avant la fin de 2020 soit réalisable. Ceci est basé sur le fait qu'il y a des organisations au Bénin qui sont déjà familières avec la technologie de petits aérogénérateurs et ses possibilités, illustrée par l'existence de deux turbines de 1 kW à Fidjrosse plage (voir le texte dans le rectangle ci-dessous).

Approvisionnement en énergie domestique à Fidjrosse

Dans une maison familiale de 4 étages près de Fidjrosse plage (Cotonou), le propriétaire de la maison a installé sur le toit un système d'approvisionnement en électricité composé de deux aérogénérateurs (1 kW chacun), 10 panneaux solaires PV (2 kWc au total) et 16 batteries. Ensemble avec un support réseau accru, ce système a remplacé un générateur diesel de 30 kVa qui consommerait 40 litres de carburant par jour, pour lequel la valeur estimée est approximativement 480.000 FCFA par mois.

Bien que les coûts de l'investissement ne nous soient révélés, les propriétaires étaient très satisfaits du nouveau système et comptent également lui ajouter deux autres petits aérogénérateurs. Aussi, ce système est l'objet d'une étude pour une société privée d'énergie renouvelable SEEPEG et un groupe d'étudiants de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). [33]



En outre, il sera nécessaire de collecter des données plus détaillées sur le vent (par exemple les variations de vitesse saisonnières, les fluctuations quotidiennes, la turbulence locale) pour les localités prospectives et de déterminer la configuration du système (avec ou sans solaire PV). À cette fin, nous proposons de mettre en place un centre d'expertise capable de réaliser et de consolider ces mesures tout en étant capable de mener des recherches sur l'optimisation technique et l'intégration (hybride) des systèmes de la technologie éolienne. La connaissance sera toujours un moteur majeur de la croissance du secteur, c'est pourquoi il est également important d'avoir un ou plusieurs cours spécialisés dans le domaine de l'énergie éolienne dans les programmes d'études des universités Béninoises et des autres établissements d'enseignement (professionnel). Il s'avère important de motiver autant les jeunes filles que les garçons à s'intéresser à ces formations.

Dans les premières années du développement du secteur des petits aérogénérateurs, l'importation jouera un grand rôle car il existe actuellement très peu d'expérience dans la fabrication de composantes (voir le rectangle ci-dessous). Par conséquent, les revenus industriels proviendront probablement principalement de l'assemblage général, de l'installation et de l'entretien et l'importation de matières premières et des composantes devraient être encouragée. Étant donné que l'image de la productivité et de la fiabilité de cette technologie est particulièrement importante dans cette phase, l'utilisation de composantes de qualité sera cruciale. Au fur et à mesure que le secteur se développe et que l'industrie devient plus expérimentée avec la technologie, nous prévoyons de passer à une fabrication plus complexe et à un stade ultérieur de maintenance et de remplacement en temps voulu. Parallèlement, on peut s'attendre à ce que la taille moyenne des turbines commence à augmenter (en fonction des demandes des localités), en particulier lorsque le soutien financier diminue et que l'efficacité économique devient plus importante.

Au fur et à mesure que l'industrie mûrit, on peut s'attendre que l'allure de l'installation des turbines augmente. Pour avoir une indication du nombre de turbines qu'on peut espérer installer d'ici 2025, il est utile de voir le développement du secteur global de petits aérogénérateurs décrit dans la section 3.4, ainsi que le nombre de villages et d'habitants dans les zones appropriées décrites dans la section

3.3 et l'Annexe IV (87 villages, 214.081 habitants). Il est estimé qu'il sera possible d'avoir 250 aérogénérateurs installés d'ici 2025. Parallèlement à ce développement, la position de la coalition sectorielle va évoluer. Ses activités se concentreront davantage sur la collecte de données à l'échelle de l'industrie, servant de source de discussions et de négociations avec les décideurs tout en offrant aux entreprises des occasions d'apprendre les uns des autres. L'accent pourrait être mis sur des recherches –actions dans une perspective de genre.

Importation d'équipements solaires au Bénin

Dans la loi de Finances 2008, le Gouvernement du Bénin a exonéré les importations d'équipements solaires de TVA et de droits de douane. Cette loi est présentement en vigueur, et est davantage développée dans l'article 224 du Barème fiscal d'investissement de 2015. Cependant, très peu d'acteurs commerciaux ont jusqu'ici bénéficié de cette exonération. Les principales raisons pour cela, comme indiqué dans les résultats d'enquête, sont le manque de prise de conscience de cette opportunité ou le manque de connaissance des étapes à suivre pour bénéficier de cette exonération.

Par conséquent, il est important d'analyser la possibilité de mettre en contact directement les fournisseurs et les commerçants avec les structures publiques appropriées, pour résoudre ces problèmes. Si cela fait avec succès, des telles interventions ciblées pourraient directement impacter les prix domestiques des équipements et améliorer l'accès du solaire aux utilisateurs.

Avec le temps, le développement de la capacité humaine portera de plus en plus de fruits, au fur et à mesure que les premiers ingénieurs spécialisés dans l'éolien seront diplômés et que les ingénieurs existants (par exemple ceux qui travaillent pour la SBEE, la CEB, etc.) seront formés ou recyclés. Etant donné qu'en 2016, à l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) seule, presque 20 étudiants en Master ont réussi leurs diplômes dans le domaine des énergies renouvelables, il est estimé qu'un total de 100 ingénieurs spécialisés en énergie éolienne dont 30% des femmes devrait être possible d'ici 2025.

Le progrès de tout cela devra être suivi et évalué dans le cadre du programme pluriannuel, afin de garantir que tout ajustement de l'approche pourra être fait en temps voulu. A long terme, le secteur éolien Béninois peut même se tourner vers les pays voisins pour trouver des opportunités d'exportation, qu'il s'agisse de composants, de systèmes ou de connaissances.

5.3 Concrétisation du Plan d'actions

Avec le flot du Plan d'actions proposé décrit dans la section précédente, la prochaine étape est d'élaborer des actions concrètes et les rapporter à des parties prenantes spécifiques et faire des budgets indicatifs. Dans cette section, les actions sont spécifiées pour chacun des quatre piliers évoqués auparavant (programmation sectorielle, mise en œuvre ciblée, création de coalition et développement de connaissances) pour le court terme (2018-2020), qui sont ensuite rapportés à des parties prenantes individuelles en tenant compte de l'équité homme-femme, des budgets indicatifs et des objectifs sensibles au genre pour l'accomplissement de ces actions.

L'investissement total nécessaire pour l'électrification des ménages en énergie éolienne au Sud-Bénin est estimé entre 25 et 43 milliards FCFA (comme indiqué au Tableau 17). Le budget de la première phase de développement du secteur est approximativement 10% du montant total de l'investissement: entre 2,5 et 4,3 milliards FCFA. Ce chiffre est dérivé d'un coût d'évaluation de chacun des quatre piliers pris individuellement, exécuté sur la base de l'expérience de l'équipe du projet avec d'autres programmes de développement du secteur des énergies renouvelables en Afrique Subsaharienne.

Pour chacun des quatre piliers, des exemples pertinents de meilleures pratiques sont également donnés. A la fin de cette section, des conseils sont donnés pour le moyen (2020-2025) et le long terme (au-delà de 2025).

A. 2018-2019: Programmation sectorielle			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie prenante responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
A.1 Elaborer une feuille de route de 2 ans pour le développement du secteur d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin, dans laquelle des tâches assorties de délai sont définies et des responsabilités assignées aux parties prenantes. Ceci comprend des études sur des systèmes appropriés d'incitation, les intérêts des femmes et des jeunes, et le développement de systèmes de suivi et d'évaluation.	DGE, DGEC	Entre 0,75 milliard et 1,25 milliard	Feuille de route terminée
A.2 Demander la coopération des bailleurs de fonds internationaux pour acquérir les ressources nécessaires pour l'élaboration et la mise en œuvre de la feuille de route y compris des études spécifiques pour la prise en compte des intérêts des femmes et des jeunes. Développer le volet suivi-évaluation.	DGE, DGEC	<i>Estimé à 3% de l'investissement total</i>	Accord de coopération signé
A.3 Identifier et attirer les organisations internationales expertes pour mettre en place un consortium ou un joint-venture qui peuvent jouer le rôle de pionnier dans le secteur de petits aérogénérateurs au Bénin.	Coalition de leaders		Engagement signé

Exemple d'entreprise innovatrice de joint-venture: Solinc East Africa

Solinc East Africa a été créée en 2009 comme un joint-venture entre Ubbink B.V., un grand fournisseur Hollandais de solutions pour le contrôle de climat à l'intérieur des chambres et l'efficacité énergétique, et ABM Limited basée au Kenya, un fabricant de batterie. Depuis 2015, l'entreprise appartient en majorité aux Kenyans.



Solinc a établi la première usine de module solaire en Afrique de l'Est et Centrale, où la production a commencé au début de 2011. Solinc fournit des modules solaires de haute qualité de différentes dimensions pour utilisation à domicile et des projets d'énergie solaire, de même, ensemble avec leurs partenaires, fournit des solutions d'ingénierie pour la mise en œuvre du système solaire tel que les lampadaires des rues. Au Kenya, Solinc a acquis le leadership du marché de distribution de panneaux solaires, et elle compte l'acquérir de même en Ouganda et en Tanzanie.

B. 2018-2020 : Mise en œuvre ciblée			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie prenante responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
B.1 Mettre en place une phase pilote focalisée sur une utilisation productive de l'électricité (exemple : site télécoms à distance, entreprises rurales), dans laquelle des systèmes de haute qualité de petits générateurs sont utilisés avec des recherches actions sur le genre.	Consortium responsable des phases pilotes	Entre 0,75 milliard et 1,25 milliard <i>Estimé à 3% de l'investissement total</i>	Turbines installées pour la production de l'énergie ; Connaissance accrue sur les spécificités hommes et femmes
B.2 Prendre des dispositions pour la production des petits aérogénérateurs.	Consortium responsable des phases pilotes		20 turbines prêtes pour la production de l'énergie
B.3 Installer 20 turbines pour utilisation de ménages et / ou en utilisation production, et impliquer les chefs de villages pour déterminer la volonté des villageois(e)s à participer à l'installation et l'exploitation des systèmes.	Consortium responsable des phases pilotes		20 turbines installées et 3 ou plus de chefs de villages interviewés ; Volonté de participation des femmes, des hommes et des jeunes à l'installation et à l'exploitation des systèmes connue
B.4 Faciliter l'importation des matières premières et des composants en réduisant les barrières tarifaires. Lever les autres barrières juridiques et offrir d'autres systèmes d'incitation appropriés. Informer les fournisseurs et les commerçants de ces opportunités sans discrimination de sexe.	DGE, DGEC		Rapporter la satisfaction des importateurs appropriés ; Pourcentage de fournisseurs et les commerçants (hommes et femmes) informé(e)s des opportunités et impliqué(e)s dans l'importation

Exemple de turbines de haute qualité et de coopération locale: Ile de Dongao, China

A Dongao Island, 30 km de la côte Chinoise, une configuration hybride comprenant cinq turbines de 10 kW fournit de l'électricité à 600 résidents locaux et une croissance constante du nombre de touristes (+30% par an). Les coûts de production sont de 261 FCFA/kWh, mais les subventions du gouvernement aident à ramener le prix d'électricité aux consommateurs à 156 CFA /kWh.

Il est crucial (dans ce cas public) que des investissements soient faits—et ainsi pour que ces cas réussissent—est la fiabilité de la turbine. La robustesse et la qualité du système sont des éléments pour établir la confiance avec les clients et les utilisateurs finaux, rendant la stabilité financière et la certification du fabricant et du revendeur local une préoccupation primaire. En outre, la coopération avec les résidents locaux a aidé à estimer la disponibilité de ressources éoliennes et la convenance de l'installation des turbines, contribuant aussi à l'intérêt et la confiance des résidents en la technologie des petits aérogénérateurs.



C. 2018-2020: Construction de coalition			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie prenante responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
C.1 Identifier et inviter les organisations ayant un intérêt dans la création d'un secteur de petits aérogénérateurs au Bénin, incluant l'industrie (fabrication, construction, importation), ONG y compris des organisations féminines, instituts d'enseignement et agences.	Coalition de leaders	Entre 75 millions et 125 millions	Lettres d'intention signées ; Engagement des parties prenantes à prendre en compte la dimension genre
C.2 Déterminer le mandat et la structure de coopération de la coalition (avec une ouverture pour la prise en compte des intérêts des femmes et des hommes).	DGE, DGEC	<i>Estimé à 0,3% de l'investissement total comme le budget est seulement une intention Pour la facilitation. Les participants à la coalition paient leurs propres frais comme ils ont un intérêt d'entreprise</i>	Documents juridiques signés ; Engagement des parties prenantes à prendre en compte la dimension genre
C.3 Elaborer une approche détaillée pour la création d'une prise de conscience nationale sur la technologie de petits aérogénérateurs, l'alignement des acteurs dans l'industrie des petits aérogénérateurs et l'identification des avenues pour le positionnement et le développement du secteur.	Coalition de leaders		Plan stratégique finalisé sensible au genre

Exemple de coalition éolienne: Association Sud-Africaine de l'Energie Eolienne

l'Association Sud-Africaine de l'Energie Eolienne (SWEA) est une coalition de sociétés privées (inter)nationales de grande envergure (exemples : les entrepreneurs EPC, les développeurs de projets), les associations industrielles (exemples : les associations de production de cuivre et d'acier) et les instituts d'enseignement (exemples : universités, centres de recherche et de formation).

La mission de la SWEA est la suppression des obstacles à la mise en œuvre des activités durables en énergie éolienne en Afrique du Sud. Elle est engagée dans la promotion de l'excellence industrielle, le développement de la politique énergétique, et la diffusion des informations.



Deux différences majeures entre la SAWEA et la coalition proposée pour le Bénin sont :

- SAWEA n'a pas de représentants de la société civile (exemple : ONG) ou agences gouvernementales
- SAWEA est moins impliquée dans l'alignement des acteurs industriels, et plus dans la diffusion des informations sectorielles et de politique de plaidoyer.

D. 2018-2020: Développement de connaissances			
<i>Description des actions</i>	<i>Partie prenante responsable</i>	<i>Budget indicatif (FCFA)</i>	<i>Etape importante</i>
D.1 En collaboration avec les instituts internationaux d'enseignement, établir un centre d'expertise technique en énergie éolienne pour les mesures du vent (pour la sélection des sites potentiels) et de recherche appliquée (exemple: l'optimisation des turbines, le système de configuration).	Université Technologique	Entre 0,75 milliard et 1,25 milliard	Stratégie de recherche élaborée
D.2 Faire de l'énergie éolienne une partie importante des programmes d'études des ingénieurs et techniciens (filles et garçons).	Université Technologique ; SBEE ; ABERME	<i>Estimé à 3% de l'investissement total</i>	2 ou plus d'universités offrent des cours en éolienne ; Pourcentage de filles et de garçons inscrit(e)s dans les programmes

Un exemple de développement basé sur les connaissances: L'Association Kenyane des Energies Renouvelables (KEREAA)

L'Association Kenyane des Energies Renouvelables (KEREAA) est une association indépendante à but non lucratif engagée à faciliter la croissance et le développement de l'entreprise des énergies renouvelables au Kenya. Une de ses principales activités est l'appui à la formation, le renforcement de capacité et les activités de certification dans le domaine des énergies renouvelables, et l'accréditation des produits d'énergies renouvelables et les prestations de services.



KEREAA joue un rôle clé dans la coordination du développement et l'intégration du solaire PV dans les programmes d'enseignement au Kenya. Elle a été impliquée dans le renforcement de capacité de 10 établissements techniques, les rendant capables d'offrir des cours de formation en solaire PV. A la fin de ces formations, les diplômés de ces établissements sont maintenant capables de concevoir, d'installer, entretenir, dépanner et réparer des systèmes de base à domicile. En outre, KEREAA fournit une base de données certifiées de techniciens en solaire. Toute personne ayant besoin d'une réparation urgente, installation, ou de services conseils peut composer un numéro de téléphone, par lequel ils sont connectés au technicien le plus proche.

Si ces actions sont terminées avec succès dans les prochaines années, il est prévu qu'à l'horizon 2025-2030, le secteur des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin sera une industrie solide avec une contribution indispensable à l'électrification du pays. Sur la page suivante, les lignes directrices du secteur à moyen terme (2020-2030) et les perspectives générales à long terme sont présentées.

2020-2025: Directives à moyen terme	
<i>Objectif général</i>	<i>Caractéristiques</i>
Evaluation à mi-parcours et ajustement de la programmation du secteur terminés dans une perspective de genre	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluer le statut du secteur éolien selon la perspective genre, des objectifs formulés dans l'élaboration de la feuille de route • Déterminer si et comment un changement de direction est nécessaire • Identifier les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces pour une intégration efficace de l'aspect genre dans les interventions • Elaborer des programmes spécifiques en faveur des femmes et des filles au besoin
250 turbines (1-10 kW) fabriquées et installées	<ul style="list-style-type: none"> • La génération de revenus de l'industrie provient de façon croissante de la fabrication locale et d'assemblage détaillé • Les tailles de turbines peuvent varier selon les circonstances socio-économiques locales
La coalition d'énergie éolienne positionnée comme association sectorielle inclusive	<ul style="list-style-type: none"> • Les tâches de la coalition s'orientent plus vers la collecte des données du secteur, la promotion de l'excellence du business et la représentation du secteur dans la politique de négociations • La présence féminine dans la coalition s'élève à 30% • La présence des jeunes dans la coalition s'élève à 30%
100 ingénieurs en électromécaniques et techniciens composés d'hommes et des femmes expérimentés en technologie de l'énergie éolienne	<ul style="list-style-type: none"> • La composition sexo-spécifique des premiers ingénieurs et techniciens diplômés d'une formation spécialisée en énergie éolienne • Former les autres SBEE / CEB / ABERME ingénieurs et techniciens existants en collaboration avec le centre d'expertise en énergie éolienne (composition sexo-spécifique)
Au-delà 2025: Perspectives à Long-terme	
<ul style="list-style-type: none"> • La production de revenus de l'industrie s'oriente vers le fonctionnement, la maintenance et le remplacement • Les possibilités pour de plus grosses turbines (50-250 kW et 1-5 MW) sont étudiées • Exportation des composantes, systèmes et connaissances devient une opportunité réaliste du secteur • Nombre d'emplois créés pour les hommes, les femmes et les jeunes • Revenus des hommes, des femmes et des jeunes impliqué(e)s dans le sous-secteur des éoliennes 	

5.4 Risques et gestion des risques

Comme c'est le cas avec tout plan de développement sectoriel, les actions proposées dans ce chapitre auront aussi leurs propres risques distincts. Pour atteindre les résultats escomptés, ces risques doivent être identifiés et gérés de manière appropriée. Dans le Tableau 20 ci-dessous, les principaux risques liés au Plan d'actions proposé sont mis en exergue et accompagnés d'une Stratégie de gestion de risques.

Tableau 20: Cadre de gestion de risques

Risque	Impact négatif potentiel	Niveau	Stratégie de gestion
Le Gouvernement du Bénin n'a pas la capacité d'acquiescer les ressources nécessaires pour l'élaboration et la mise en œuvre de la feuille de route sectorielle, ou pour l'introduction des systèmes appropriés d'incitation.	Manque d'engagement des parties prenantes à impliquer.	Moyen	Suivre une trajectoire en cascade: commencer par la commande de travaux préparatoires pour définir les bases du développement du secteur (par exemples : l'identification des parties prenantes, l'étude de marché) et l'utiliser pour obtenir le soutien des bailleurs de fonds internationaux spécialisés dans la programmation sectorielle (par exemples PNUD, Groupe de la Banque Mondiale). Initier des discussions au sein du gouvernement pour trouver des ressources financières pour introduire des systèmes appropriés d'incitation.
Les parties prenantes sont incapables de s'accorder sur les objectifs, les ambitions ou les responsabilités d'une feuille de route de développement sectoriel.	Incapacité à formuler des actions concrètes, conduisant à une impasse.	Moyen	L'approche pour parvenir à une feuille de route de développement sectoriel concluante commence par la sensibilisation et la construction d'un soutien parmi les parties prenantes concernant la raison de la mise en place d'un secteur éolien de petite échelle en premier lieu. Les développeurs de programmes s'engagent dans un dialogue avec les parties prenantes pour recueillir leurs commentaires et les intégrer dans la feuille de route du développement du secteur. Cela incitera les leaders de la coalition naturelle à s'engager et être chef de file en ouvrant la voie.
Les parties prenantes sont incapables de prendre en compte la dimension genre dans la feuille de route	Les interventions favoriseront les hommes et l'écart sera encore plus creusé entre les deux sexes	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisation la raison d'être du genre dans cette intervention et renforcement des capacités des parties prenantes sur la dimension genre • Implication des organisations sensibles au genre dans les parties prenantes • Collaboration étroite avec l'Unité Focale Genre du Ministère en charge de l'énergie et autres structures sensibles au genre • Engagement des parties prenantes par rapport au genre • Utilisation des compétences en genre
Trop peu d'acheteurs de aérogénérateurs de petite puissance peuvent être trouvés dans la phase pilote; les communautés locales et les entreprises rurales manquent d'intérêt pour la technologie ou doutent de sa fiabilité.	L'allure de l'installation des aérogénérateurs de petite puissance est ralentie, ce qui empêche le secteur de prendre son élan.	Moyen	Au cours de l'élaboration de la feuille de route, l'engagement des parties prenantes inclut les utilisateurs finaux potentiels dès que possible (ou leurs représentations, telles que les chefs de village). Des exemples de cas pertinents de aérogénérateurs de petite puissance à l'étranger peuvent être utilisés pour illustrer ce que la technologie pourrait signifier dans la pratique pour les utilisateurs finaux. Des composantes et des matériaux de haute qualité sont utilisés pour la production d'éoliennes, afin de minimiser les risques de défaillance structurelle.
Le coût de fabrication des aérogénérateurs de petite puissance s'avère beaucoup plus élevé que prévu.	Les aérogénérateurs de petite puissance sont désavantagées par des alternatives telles que les générateurs diesel ou les panneaux solaires photovoltaïques, et l'accès prix devient plus limité.	Faible	La coopération internationale en charge de la mise en place des éoliennes pilotes s'engage auprès de constructeurs internationaux qui équilibrent la qualité et les coûts des composantes, et peut également proposer des formations (techniques) aux entreprises Béninoises de la chaîne de valeur pour optimiser les processus de production.

6. Conclusion et discussion

Le développement du secteur des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin est un potentiel non accompli et sous-recherché. Bien que l'on sache depuis un certain temps que la région côtière abrite des vitesses de vent adaptées à la production d'électricité fiable, très peu de turbines ont été installées pour l'instant. Ce rapport a approfondi le potentiel technico-économique des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin, confirmant qu'il existe en effet de bonnes perspectives de viabilité pour cette technologie. Le potentiel du marché est suffisamment grand pour créer un volume de produit décent, en particulier le choix de types de turbines plus petites, comme la vitesse du vent est élevée et suffisamment fiable pour générer des kWh significatifs par an. De plus, il est attendu que la production locale devrait représenter plus de la moitié de la valeur de production d'une éolienne, réduire les coûts de fabrication d'environ 9-15 % et générer de nombreux emplois pour les hommes, les femmes et les jeunes dans les secteurs de la fabrication, de l'installation et des services.

En ce qui concerne la mise en place d'une industrie locale, cette recherche a montré qu'à court terme, le plus grand potentiel réside dans l'assemblage des composantes, l'installation du système et la maintenance. Des ressources fondamentales telles que les composites d'acier, de cuivre et de polyester devront être importées même au-delà de l'horizon 2030 et il est peu probable que les pales puissent être produites au Bénin après cette période non plus. Les composantes technologiquement complexes comme les générateurs, les onduleurs et les contrôleurs devront être importés au moins pendant les premières années de production, mais avec une formation appropriée et quelques années d'expérience en maintenance locale, les ingénieurs électromécaniciens béninois devraient pouvoir les fabriquer localement. En ce qui concerne la fabrication de pièces d'acier et l'installation générale du système, la capacité locale devrait être suffisante à court terme.

En conformité avec les résultats de l'étude de faisabilité, le cinquième chapitre de ce rapport a élaboré un Plan d'actions pour le développement du secteur d'aérogénérateurs au Bénin. Ce Plan d'actions est basé sur l'idée que le développement d'un secteur au point zéro nécessite des efforts concertés dans lesquels non seulement l'industrie, mais aussi le gouvernement, les universités et la société civile travaillent ensemble pour créer une dynamique. Il fait la distinction entre les actions liées à la programmation sectorielle, la mise en œuvre ciblée, la construction d'une coalition et le développement de connaissances, et les connectent provisoirement aux parties prenantes responsables, aux budgets et aux principaux objectifs à atteindre. Le Plan d'actions propose une large, mais à la fois cohérente gamme d'activités et cibles qui peuvent aider à rendre le secteur Béninois de petits aérogénérateurs une réalité autant pour les hommes, les femmes et les jeunes. Ce Plan d'actions est destiné à servir comme intrant pour une feuille de route plus complète, de grande envergure, dans laquelle les activités et responsabilités sont davantage spécifiées et le planning est plus détaillé.

Enfin, on doit noter que ce rapport est resté inévitablement dans les limites du thème de recherche. Cette étude a suivi une approche généralement technico-économique et théorique, sans aller en profondeur dans la compétitivité, la prise de conscience sociopolitique, l'acceptation et les aspirations par rapport aux petits aérogénérateurs. Des investigations de suivi seront nécessaires pour plus de détails :



CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY
CENTRE & NETWORK



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTRE DE L'ENERGIE



Partners for Innovation

- a. Quels sont les besoins locaux des femmes et des hommes liés à l'énergie électrique?
- b. Quelle est la volonté / capacité locale à payer pour l'énergie éolienne de façon désagrégée pour les femmes et les hommes?
- c. A quel prix la technologie éolienne peut-elle être fournie à chaque type d'utilisateur final (hommes/femmes)?
- d. Qu'est-ce qui est présentement mis en place pour faciliter le développement de l'industrie d'énergie renouvelable ?
- e. Qu'est-ce qui a empêché les technologies de petits aérogénérateurs de prendre son envol au Bénin jusqu'ici ?

Si les futures recherches peuvent fournir plus d'idées par les réponses à ces questions, le développement du secteur des petits aérogénérateurs au Bénin sera orienté davantage dans la bonne direction. Un accent doit être mis sur la recherche action dans une perspective de genre pour éviter des créer des effets négatifs sur les femmes et les hommes à travers cette intervention.

Annexe I: Références bibliographiques

- [1] Direction Générale de l'Énergie (2017). *Système d'Information Énergétique du Bénin - Rapport annuel 2015 et évolution 2010-2015*.
- [2] ECREEE (2015). *ECOWAS Hands-on training: Renewable energy (hybrid) mini-grid systems for rural electrification in West Africa*. Guinea Bissau, 09 – 12 March 2015.
- [3] ECREEE (2014). *Développement du programme d'action de l'Énergie Durable Pour Tous (SE4All), des Plans d'action nationaux d'Énergies Renouvelables (PANER) et des Plans d'action nationaux d'Efficacité énergétique (PANEE) dans les États membres de la CEDEAO – Pays: Bénin*.
- [4] Direction Générale de l'Énergie (2010). *Système d'Information Énergétique du Bénin – Rapport 2010*.
- [5] SREP-Bénin (2015). *Plan d'Investissement pour la Valorisation à Grande Echelle des Énergies Renouvelables au Bénin*.
- [6] BéninTO.info (2016). *Résolution de la crise énergétique : Le 2e compact de MCA, un acquis de Boni Yayi*. 19 June 2016. <http://www.Béninto.info/2016/06/19/resolution-de-la-crise-energetique-le-2e-compact-de-mca-un-acquis-de-boni-yayi/> [dernière consultation le 7 septembre 2017].
- [7] 24HauBénin.info (2016). *Le Projet de valorisation de l'énergie solaire (PROVES) lancé à Parakou*. 4 March 2016. <https://www.24hauBénin.info/?+Le-Projet-de-valorisation-de-l-energie-solaire-PROVES-lance-a-Parakou> [dernière consultation le 7 septembre 2017].
- [8] Direction Générale de l'Énergie / PNUD (2010). *Projet développer le Bénin à partir des sources d'énergies renouvelables – Identification des potentialités et modalités d'exploitation des sources d'énergies renouvelables sur l'ensemble du territoire national*.
- [9] Akpo, A.B., Damada, J.C.T., Donnou, H.E.V., Kounouhewa, B., Awanou, C.N. (2015). *Evaluation de la production énergétique d'un aérogénérateur sur un site isolé dans la région côtière du Bénin*. *Revue des Énergies Renouvelables*, Vol. 18 N°3, pp. 457 – 468.
- [10] DTU Wind Energy (2017). *Global Wind Atlas*. <http://globalwindatlas.com/map.html> [dernière consultation le 7 septembre 2017].
- [11] International Renewable Energy Agency (2014). *Estimating the Renewable Energy Potential in Africa – A GIS-based approach*.
- [12] ECREEE (2017). *Geospatial Data – Map Viewer*. <http://www.ecowrex.org/page/maps> [dernière consultation le 8 septembre 2017].
- [13] CENER (2016). *Wind map Bénin 10km CENER 2008-2010*. National Renewable Energy Center (Spain).
- [14] Nordic Folkecenter for Renewable Energy (2009). *Wind turbine catalogue 2009*. April 2009.
- [15] International Renewable Energy Agency (2017). *IRENA Wind Data Viewer*. <https://irena.masdar.ac.ae/gallery/#gallery> [dernière consultation le 11 septembre 2017].
- [16] Leary, J., While, A., Howell, R. (2012). *Locally manufactured wind power technology for sustainable rural electrification*. *Energy Policy*, Vol. 43, pp. 173 – 183.
- [17] WWEA (2017). *2017 Small Wind World Report Summary*. Juin 2017.
- [18] Nugent, D. & Sovacool, B.K. (2014). *Assessing the lifecycle greenhouse gas emissions from solar PV and wind energy: A critical meta-survey*. *Energy Policy*, Vol. 65, pp. 229-244.

- [19] Gagnon, L., Belanger, C. & Uchiyama, Y. (2002). *Lifecycle assessment of electricity generation options: the status of research in year 2001*. Energy Policy, Vol. 30, pp. 1267–1278.
- [20] APA (2011). *Planning for Wind Energy*. American Planning Association. Report Number 566.
- [21] Taylor, J., Eastwick, C., Lawrence, C. & Wilson, R. (2013). *Noise levels and noise perception from small and micro wind turbines*. Renewable Energy, Vol. 55, pp. 120-127.
- [22] Botes, A. (2015). *Understanding the Impact of Wind Energy on Birds and Bats in South Africa*. Urban Earth, February 25th 2015. <http://www.urbaneearth.co.za/articles/understanding-impact-wind-energy-birds-and-bats-south-africa> [dernière consultation le 11 décembre 2017].
- [23] Minderman, J., Pendlebury, C.J., Pearce-Higgings, J.W. & Park, K. (2012). *Experimental evidence for the effect of small wind turbine proximity and operation on bird and bat activity*. University of Stirling.
- [24] CWIF (2017). *Summary of Wind Turbine Accident data to 30 September 2017*. Caithness Wind Information Forum.
- [25] GCube (2013). *GCube Top 5 US Wind Energy Insurance Claims Report*. GCube Insurance, August 6th 2013. <http://www.gcube-insurance.com/en/press/gcube-top-5-us-wind-energy-insurance-claims-report/> [dernière consultation le 12 septembre 2017].
- [26] Szabó, S., Bódis, K., Huld, T. & Moner-Girona, M. (2011). *Energy solutions in rural Africa: mapping electrification costs of distributed solar and diesel generation versus grid extension*. Environmental Research Letters, Vol. 6.
- [27] Global Petrol Price (2017). *Bénin Diesel prices, liter*. http://www.globalpetrolprices.com/Bénin/diesel_prices/ [dernière consultation le 21 novembre 2017].
- [28] PV-magazine (2017). *Module price index*. <https://www.pv-magazine.com/features/investors/module-price-index/> [dernière consultation le 12 décembre 2017].
- [29] Université d'Abomey-Calavi (2017). *Quelques données statistiques de l'année académique 2015-2016*. Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.
- [30] IRENA (2012). *Wind Power – Renewable Energy Technologies Cost Analysis Series*. IRENA Working Paper. June 2012.
- [31] Pacific Northwest National Laboratory (2017). *Benchmarking U.S. Small Wind Costs With the Distributed Wind Taxonomy*. US DoE. September 2017.
- [32] Bergey Wind Power (2008). *Laisamis, Kenya*. <http://bergey.com/laisamis-kenya> [dernière consultation le 2 mars 2018].
- [33] Données de terrain collectées par l'équipe du projet en novembre et décembre 2017.
- [34] AFD (2015). *Boîte à outils Genre-Énergie*, p 108.
- [35] ASARE-KOKOU A. M. Akofa (2016). *Rapport de l'analyse genre du projet Power out of Poverty Partnership (PPP)*, p 109.
- [36] Cabinet YARA OBIRIN DIDE (2015). *Autonomiser une femme, sauver une famille*, p 68.
- [37] CEDEAO (2004). *Politique en matière de sexospécificité de la CEDEAO*, p 46.
- [38] Cica Mathilda DADJO (2014). *Bénin, Profil Genre*, p 104.

- [39] CTRT (n.d.) *Outil du CTRT pour l'intégration de la problématique hommes-femmes lors de l'élaboration des plans de réponse*
- [40] GIZ (2015). *Guide d'appui à l'intégration du genre dans la gestion des affaires communales*, p 52.
- [41] INSAE (2015). *RGPH4 – Que retenir des effectifs de population en 2013 ?*
- [42] INSAE (2015). *Enquête modulaire intégrée sur les conditions de vie des ménages, 2ème édition (EMICoV-Suivi 2015) ; Note sur la pauvreté au Bénin en 2015*, p 29
- [43] INSAE (2016). *L'Indice de Développement et des Inégalités entre les Sexes au Bénin : Promouvoir l'égalité des sexes au Bénin*
- [44] Le Monde selon les femmes - CIEF genre, Genre en Action Adéquations Aster-International (2015). *Les Déclis du genre, Référentiel pour les formatrices et les formateurs en genre et développement*, p 60
- [45] MICS (2014). *Situation des enfants et des femmes au Bénin; Enquête par grappe à indicateurs multiples*, p 44.
- [46] Millenium Challenge Cooperation (2018). *Plan d'Intégration Sociale et Genre*, p 40
- [47] Ministère de la Famille, des Affaires Sociales, de la Solidarité Nationale, des Handicapés et des Personnes du Troisième Age, Direction de la Promotion de la Femme et du Genre (2015). *Rapport d'évaluation à mi-parcours de la mise en œuvre du Programme de la décennie de la femme*.
- [48] Ministère de la Famille, des Affaires Sociales, de la Solidarité Nationale, des Handicapés et des Personnes du Troisième Age (2015). *Rapport d'évaluation à mi-parcours de la mise en œuvre du programme de la décennie de la femme*, p 27.
- [49] Ministère des Mines, de l'Énergie et de l'Eau (2008). *Document de politique et de stratégie de développement du secteur de l'énergie au Bénin*, p 117.
- [50] Ministère du Plan et du Développement (2016). *Programme d'actions du Gouvernement 2016-2021*.
- [51] Ministre de la Famille et de la Solidarité (2009). *Politique Nationale de Promotion du Genre*, p 68.
- [52] Ministre de la Famille et de la Solidarité (2009). *Programme et Plan d'action pour la mise en œuvre de la Politique Nationale de Promotion du Genre au Bénin 2010-2015*, p 133.
- [53] ONU Femme et autres (n.d.). *Évaluations axées sur l'équité et sensibles au genre Assurer le suivi des objectifs de développement durable selon la perspective « aucun-laissé-pour-compte »*.
- [54] Attanasso, Marie-Odile (2012). *Femmes et pouvoir politique au Bénin: des origines dahoméennes à nos jours*. Bénin: Friedrich-Ebert-Stiftung
- [55] CEDEAO (2017). *Projet de Politique pour l'intégration du genre dans l'accès à l'énergie de la CEDEAO*.
- [56] ONIBON DOUBOGAN Yvette (2012). *Femmes du Bénin 50 ans après les indépendances : Quelles réelles évolutions ?*.
- [57] XE Corporation (2018). XE Currency Converter. <https://www.xe.com/> [dernière consultation le 18 mai 2018]

Annexe II: Coûts des projets de production d'électricité envisagés

[5] Taux de d'escompte = 10% (€ 1 = 100 c€ = 656 FCFA)

PROJET	CAPACITE (MW)	INVESTISSEMENT (c€/kWh)	COÛT FIXE D'EXPLOITATION (c€/kWh)	COÛT VARIABLE HORS COMB. (c€/kWh)	COMBUSTIBLE (c€/kWh)	COÛT TOTAL (c€/kWh)
THERMIQUES à 7000 heures						
CC_150MW	146,70	2,08	0,32	0,15	6,37	8,92
DSL_18MW_FG	16,77	2,55	0,85	0,62	7,78	11,80
DSL_18MW_F	16,77	2,55	0,85	0,62	10,62	14,64
DSL_1MW	0,95	2,14	0,66	0,63	20,56	24,00
Biomasse_5MW	4,75	10,54	3,67	0,00	7,89	22,10
	PRODUCTIBLE (GWh)					
SOLAIRE PV						
Tempegre	40,00	16,17	2,50	0	0	18,67
Bembereke	40,00	16,17	2,50	0	0	18,67
Sakete	13,14	19,69	3,04	0	0	22,73
Kandi	16,24	15,93	2,46	0	0	18,40
Natitingou	16,24	15,93	2,46	0	0	18,40
Zogdobomey	13,58	19,05	2,95	0	0	22,00
Tchaourou	14,89	17,37	2,69	0	0	20,06
	PRODUCTIBLE (GWh)					
MICRO HYDRO						
CascadeSosso	2,90	25,11	4,45	0	0	29,56
Gbasse	2,60	25,29	4,50	0	0	29,79
Koutakroukro	0,36	68,54	12,22	0	0	80,76
Chute_Kota	0,18	71,01	12,78	0	0	83,79
Ouabou	0,54	47,05	8,33	0	0	55,38
Kouporgou	0,26	97,71	17,31	0	0	115,02

[5] Taux de d'escompte = 2% (€ 1 = 100 c€ = 656 FCFA)

PROJET	PRODUCTIBLE	INVESTISSEMENT (c€/kWh)	COÛT FIXE D'EXPLOITATION (c€/kWh)	COÛT VARIABLE HORS COMB. (c€/kWh)	COMBUSTIBLE (c€/kWh)	COÛT TOTAL (c€/kWh)
SOLAIRE PV						
	(GWh)					
Tempegre	40,00	7,80	2,50	0	0	10,30
Bembereke	40,00	7,80	2,50	0	0	10,30
Sakete	13,14	9,50	3,04	0	0	12,54
Kandi	16,24	7,68	2,46	0	0	10,15
Natitingou	16,24	7,68	2,46	0	0	10,15
Zogdobomey	13,58	9,19	2,95	0	0	12,13
Tchaourou	14,89	8,38	2,69	0	0	11,06
	PRODUCTIBLE (GWh)					
MICRO HYDRO						
CascadeSosso	2,90	8,32	4,45	0	0	12,76
Gbasse	2,60	8,37	4,50	0	0	12,87
Koutakroukro	0,36	22,69	12,22	0	0	34,92
Chute_Kota	0,18	23,51	12,78	0	0	36,29
Ouabou	0,54	15,58	8,33	0	0	23,91
Kouporgou	0,26	32,36	17,31	0	0	49,66

Annexe III: Diagramme de la direction du vent

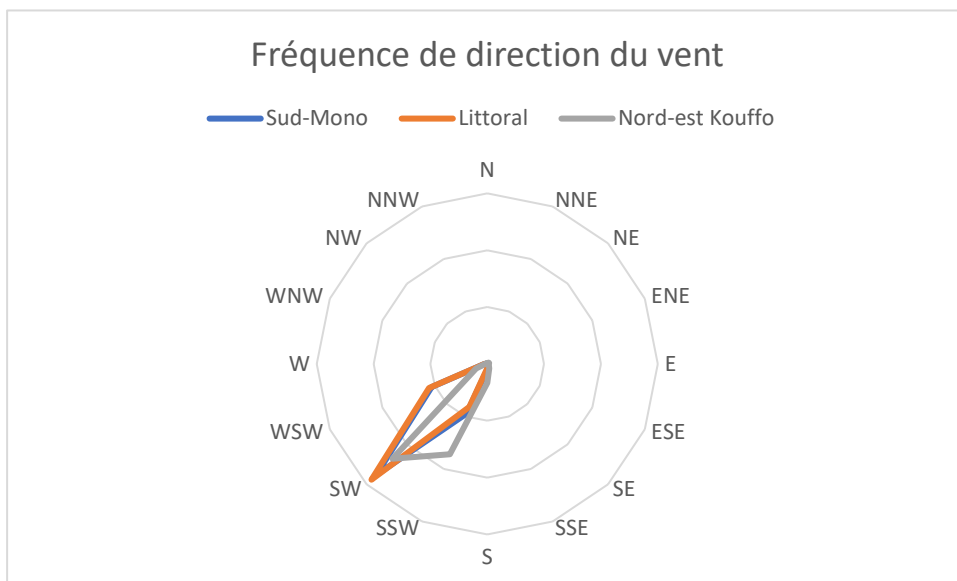


Figure 3: Fréquence de la vitesse de la direction du vent dans trois zones dans le Sud-Bénin [15]

Annexe IV: Nombre estimé d'habitants et leurs demandes en électricité dans les zones rurales et périurbaines appropriées à l'électricité éolienne dans les quatre départements les plus au sud

Département	Commune	Arrondissement	Village	Nombre estimé d'habitants	Consommation estimée en kWh/mois
Atlantique	Kpomassè	Sègbohoulè	Vovio	927	2.781
		Tokpa-domè	Amoukonou	670	2.010
			Gbetozo	1.445	4.335
			Gboho	440	1.320
			Lokogbo I	853	2.559
			Lokogbo II	783	2.349
			Houngbogba	823	2.469
	Ouidah	Avlèkété	Adounko	1.251	3.753
			Agouin	793	2.379
			Ahouandji	644	1.932
			Pahou	Kpovié	1.235
	Sô-Ava	Ahomey-Lokpo	Ahomey-Houmey	3.588	10.764
			Ahomey-Lokpo Centre	4.518	13.553
			Kinto Agué	897	2.691
			Kinto Dokpakpa	2.015	6.045
			Kinto Oudjra	1.489	4.466
			Zoungomey	722	2.165
		Dékanmey	Akpafé	1.268	3.803
			Assakomey	3.562	10.686
			Djèkpé	3.465	10.394
		Ganvié I	Agonmèkomey	2.431	7.293
			Agoundankomey	3.491	10.472
			Kpassikomey	1.385	4.154
			Sokomey	13.260	39.780
			Tohokomey	1.281	3.842
			Ganvié II	Agbingamey	1.463
		Houèdo-Aguékou	Ahouanmongah	1.658	4.973
			Dakomey	9.952	29.855
			Dossou Gao	1.157	3.471
			Gounsoégbamey	1.872	5.616
			Guédévié	2.919	8.756
			Domèguédji	4.979	14.937
			Ganviékomey	3.861	11.583
Houèdo-Aguékou		Gbégbomè	2.282	6.845	
	Houèkèkomè	2.282	6.845		
	Gbègodo	4.479	13.436		
	Gbessou	3.042	9.126		

Département	Commune	Arrondissement	Village	Nombre estimé d'habitants	Consommation estimée en kWh/mois	
			Sokomè	3.848	11.544	
		Vekky	Gbétigao	3.445	10.335	
			Hlouazoumey	3.744	11.232	
			Hounhoué	2.269	6.806	
			Kpacomey	3.172	9.516	
			Lokpodji	1.073	3.218	
			Nonhouéto	2.236	6.708	
			Somaï	4.999	14.996	
			Tchinancomey	2.464	7.391	
			Todo	3.010	9.029	
			Vekky Daho	2.503	7.508	
			Vekky Dogbodji	2.054	6.162	
			Zounhomey	2.490	7.469	
			Sô-Ava	Ahomey-Gbékpa	4.095	12.285
				Ahomey-Gblon	3.985	11.954
Mono	Grand-popo	Adjaha	Cotocoli	242	726	
			Kpovidji	1.482	4.446	
			Todjikoun	1.215	3.645	
			Tokpaaizo	1.055	3.165	
		Agoué	Agoué II	2.077	6.231	
			Ayiguinou	1.421	4.263	
			Hilacondji-plage	3.561	10.683	
	Comè	Akodeha	Mongnonwi	1.614	4.842	
			Agoutomè	2.981	8.943	
			Honvè	2.763	8.289	
Lokossa	Houin	Houedaho	1.163	3.489		
	Ouèdèmè	Hlodo	191	573		
Ouémé	Seme-podji	Aholouyèmè	Goho	1.750	5.250	
		Sèmè-podji	Okoun-sèmè	2.321	6.963	
		Tohouè	Krakédaho	1.977	5.931	
	Aguégués	Avagbodji	Bem'bé I	2.860	8.580	
			Bem'bé II	2.457	7.371	
			Djèkpé	3.439	10.316	
			Bodjè	774	2.321	
			Houinta	5.252	15.756	
			Akpadon	3.023	9.068	
		Houédomè	Agbodjèdo	917	2.750	
		Zoungamè	Aniviékomè	3.250	9.750	
			Djigbékomè	2.490	7.469	
			Donoukpa	2.204	6.611	
	Houndékomè	3.101	9.302			
	Kindji	1.950	5.850			



Département	Commune	Arrondissement	Village	Nombre estimé d'habitants	Consommation estimée en kWh/mois
			Kintokomè	2.893	8.678
			Sohèkomè	1.424	4.271
			Trankomè	2.067	6.201
Couffo	Aplahoué	Atomè	Agnamè	2.774	8.322
			Hevi	4.384	13.152
		Dekpo	Adandehoué	1.626	4.878
		Lonkly	Lonkly	1.676	5.028
	Djakotomè	Houegamè	Wanou	1.154	3.462
Total				214.081	642.243

Annexe V-1: Évaluation du genre – Situation du genre et de l'énergie au Bénin

V.1.1. Compréhension du concept genre

La notion de genre se réfère aux différences entre les hommes et les femmes, les filles et les garçons dans leurs relations sociales. Le genre décrit tous les attributs socialement assignés, les rôles et les activités liés au fait d'être un homme ou une femme, un garçon ou une fille dans une société donnée. Il est lié à la manière dont nous sommes perçus, à ce que l'on attend de nous en tant qu'homme ou en tant que femme, en tant que garçon ou fille en fonction de l'organisation de la société.

Il est influencé par la race, l'ethnie, la classe, l'âge, la caste, la religion, l'économie, l'éducation, la politique, le contexte géographique etc. Il est changeable, dynamique et s'acquiert par socialisation. Les relations de genre sont des relations de domination ou de pouvoir. Ces relations sont variables d'une culture et d'une société à l'autre et d'une époque à l'autre. Comme construction sociale, ces relations sont donc codifiées, hiérarchisées, dissymétriques, mais aussi variables dans l'espace et le temps, et selon le milieu socioculturel. Constructions sociales, les rapports de genre peuvent être déconstruits et évoluer vers plus d'égalité [44].

V.1.2. Analyse de la situation du genre au Bénin

Avec un effectif de 10.008.749 habitants, la population béninoise est jeune et à dominance rurale et féminine : 51,2% [41]. Les femmes sont les principales actrices dans plusieurs secteurs d'activités économiques.

La question de l'équité et de l'égalité entre les hommes et les femmes d'une part et entre les garçons et les filles de l'autre, est une préoccupation politique au Bénin car dans tous les domaines de la vie, des écarts flagrants sont observés en défaveur des femmes et des filles tant sur le plan social, économique, culturel, politique etc. malgré leur importance numérique. En effet, les perceptions sociales et les pratiques traditionnelles très ancrés dans les mœurs, les us et les coutumes, déterminent encore les valeurs et les normes, les rôles du genre et les responsabilités spécifiques des femmes et des hommes dans les activités domestiques et extra-domestiques. La structure sociale patriarcale confère aux hommes un pouvoir de domination au sein des groupes sociaux et sur les femmes en particulier. Les normes et valeurs attribuent à la femme un statut inférieur à celui de l'homme et elles affectent sa participation à certaines activités économiques. Cette tendance est observée dans tous les départements du Bénin. Le contexte national reste ainsi caractérisé par des disparités très marquées entre les deux sexes au niveau de la participation au processus décisionnel, de l'accès à l'éducation, à l'emploi, aux soins de santé, à la terre comme aux crédits et de la liberté de choix pour le mariage. L'immense écart entre le droit moderne et les pratiques traditionnelles ne permet pas une réelle application des lois et le poids culturel reste un ennemi difficile à combattre. C'est fréquent de voir des maris refuser à leurs femmes de prendre part à des activités hors ménage et surtout lorsque l'activité se mène soit sur un terrain qu'il ne maîtrise pas, soit à un endroit éloigné du domicile conjugal ou du village, soit à cause de la durée de l'activité. On note par ailleurs, la primauté des activités du mari sur celles de la femme. Ainsi plusieurs femmes ratent les opportunités qui s'offrent à elles malgré leurs ardents désirs de les saisir [35].

Les femmes ont un accès très limité au principal facteur de production qu'est la terre (85% des propriétaires de terres sont des hommes contre 14,9% de femmes). Ce défaut d'accès à la terre se traduit par une inégalité d'accès aux autres ressources productives (intrants, crédit, encadrement technique agricole) et une faible performance dans le rendement et le volume de production. Bien que constituant environ 60% de la main d'œuvre agricole, les femmes bénéficient très peu des retombées

des différentes filières et sont faiblement représentées dans les structures de décision des organisations paysannes.

La proportion de ménages dirigés par les femmes est de 24,7% en milieu urbain et de 21,9% en milieu rural. Le sexe du chef de ménage joue un rôle important dans l'analyse des conditions de vie des ménages au Bénin. La pauvreté monétaire touche plus les personnes vivant dans les ménages dirigés par les hommes que ceux dirigés par les femmes alors que la pauvreté non monétaire touche plus les personnes vivant dans les ménages dirigés par les femmes que ceux dirigés par les hommes. En effet, l'incidence de pauvreté monétaire au niveau des ménages dirigés par les hommes s'est établie à 40,2% contre 39,7% pour les ménages dirigés par les femmes en 2015. En revanche, la pauvreté non monétaire touche environ 1,3 fois les ménages dirigés par les femmes que ceux dirigés par les hommes. La baisse de l'incidence de pauvreté observée au niveau des ménages dirigés par les femmes pourrait s'expliquer par le fait que de plus en plus les femmes bénéficient d'opportunités à effet direct sur le niveau de vie telles que l'accès au crédit (ex du Programme Micro-crédit aux Plus Pauvres (MCP)), ce qui peut contribuer au développement ou à la diversification d'activités génératrices de revenus.

On note une légère hausse des inégalités en général, mais elle est plus accentuée au niveau des femmes entre 2011 et 2015. Les indices d'inégalité ont augmenté quel que soit le sexe du chef de ménage. Pour les ménages dirigés par les femmes, l'indice est passé de 0,441 en 2011 à 0,454 en 2015, soit une hausse de 0,013 point contre 0,003 pour les ménages dirigés par les hommes. [42].

Au plan macro social, les femmes demeurent très faiblement représentées dans les instances de prise de décisions nationales et également dans les instances communales et municipales. Les conseils communaux élus en 2002 et 2008 comptaient respectivement 3,66% et 4,60 % de femmes [54]. On constate une dégradation du pouvoir économique entre 2011 et 2015 passant de 0,732 à 0,662 soit une baisse de 9,6%. [43].

L'inégalité professionnelle entre les hommes et les femmes ne semble pas avoir beaucoup reculé ces dernières années tant dans le secteur public que dans le secteur privé. En 2007, différentes études réalisées dans le cadre de l'intégration du genre dans le milieu du travail privé au Bénin avaient permis de relever une prépondérance masculine dans tous les secteurs d'activité, mais moindre dans le secteur tertiaire : (i) parmi les actifs, on note deux (2) fois plus d'hommes instruits que de femmes instruites ; (ii) deux (2) fois plus d'hommes que de femmes dans l'emploi privé formel ; (iii) plus de deux (2) fois plus d'hommes que de femmes parmi les salariés du secteur privé formel ; (iv) 10% de plus de filles que de garçons parmi les enfants travailleurs de 6 à 14 ans ; (v) neuf (9) fois plus d'hommes que de femmes parmi les chefs d'entreprises. Le taux de salarisation des actifs hommes (16,8%) est trois fois supérieur à celui des femmes (5,0%) ; 2,8% de femmes béninoises subissent plus le chômage que les hommes (2,4%). De même, le sous-emploi affecte beaucoup plus les femmes (65,4%) que les hommes (41,5%) et ces dernières ont un taux d'activité plus bas que les hommes [42]. En outre, 73% des hommes de 15-49 ans sont exposés à n'importe quel média au moins une fois par semaine contre 54% chez les femmes [45].

Selon une étude réalisée par l'Institut National de la Promotion de la Femme sur la participation des filles et des femmes aux formations techniques et scientifiques, secondaires et universitaires publiques au Bénin, le pourcentage de filles dans les filières techniques et scientifiques est bas (moins de 20 % à 50 %). Il est à moins de 20 % de filles dans les spécialités telles que le bâtiment, l'électrotechnique, la mécanique, le Génie civil, l'informatique, la production animale, etc. Dans la filière technique industrielle, l'effectif des filles est très faible avec un taux moyen de présence inférieur à 20%. Toutefois, ces effectifs croissent au fil des années passant de 11% en 2005 à 37% en 2009-2010. Les effectifs des filles sont plus élevés dans les entités du niveau secondaire qu'au niveau universitaire. Les

analyses montrent que les filles ne sont pas moins douées que les garçons pour la filière technique industrielle car elles réussissent même mieux que les garçons quand elles s'y inscrivent. De plus, les plus forts taux de réussite des filles sont enregistrés dans les entités universitaires (82 à 92%).

En résumé, les contraintes majeures à l'égalité de l'emploi au Bénin sont : (i) *d'importantes surcharges de travail des travailleuses par rapport aux travailleurs du fait de la combinaison du temps deux (2) fois plus important consacré au travail domestique non rémunéré par rapport à celui des hommes ajouté à un temps consacré au travail rémunéré comparable à celui des hommes : ceci conduit à un absentéisme féminin au travail 2 fois plus élevé que celui des hommes ; (ii) de nombreux secteurs et branches d'activités caractérisés par des stéréotypes de genre instituant de fortes barrières à l'entrée du marché du travail selon le sexe pour les femmes ou les hommes suivant les secteurs/branches ; (iii) de fortes inégalités d'accès à l'instruction initiale, à la formation professionnelle continue, au crédit, aux revenus, à la propriété immobilière, aux biens mobiliers, aux décisions.*

Malgré cette situation, le Document de Stratégie Globale de Réformes de la Fonction Publique (SGRFP) adopté en 2013 ne prévoit aucune stratégie ni action pour améliorer le niveau de représentation des femmes dans l'administration publique. Il en est de même pour des documents stratégiques de relance et de développement du secteur privé. Le système politique fonctionne selon des normes masculines et les efforts déployés pour rétablir les écarts entre hommes et femmes concernant l'accès aux postes de décision et à l'exercice de la responsabilité donnent des résultats très limités. En réalité, il n'existe pas de cadre normatif précisant les règles claires pour l'équité genre dans les principes de gouvernance et de responsabilisation du pays. Dans la charte nationale pour la gouvernance du Bénin adoptée en 2011, l'égalité et l'équité de genre ne paraissent ni dans les principes ni dans les valeurs et encore moins dans les engagements pris par la convention nationale du Bénin. Au niveau des différents ministères et autres structures et institutions de la République, la redevabilité par rapport aux questions de genre n'est pas intégrée de manière transversale dans les systèmes de planification et de suivi-évaluation. La prise en compte du genre est laissée à la charge des cellules focales genre et ne transparait pas dans les cahiers de charge respectifs des responsables et agents à différents niveaux. Ainsi, le système actuel de gouvernance ne systématise pas la désagrégation des indicateurs et produit très peu de données par rapport aux indicateurs de réalisation de l'égalité des sexes. Les préoccupations relatives à l'accès des femmes aux postes de décision, la politique de recrutement du personnel, les pratiques en matière de promotion et de nomination et la réglementation du travail ne font pas non plus l'objet d'une attention particulière au niveau des instances de gestion publique. Ceci aussi relève du fait que les différents cadres d'action et de responsabilisation tels que les décrets portant création, attribution et fonctionnement des structures publiques sont pour la plupart muets sur les objectifs et responsabilités liés à la prise en compte du genre. De ce fait, les différents cadres d'actions, de politiques et de programmes développés par les ministères ainsi que les cahiers de charges des responsables et agents publics découlant de ces décrets ne contiennent pas de provision sur l'égalité genre. Ceci explique pourquoi les préoccupations liées au genre ne transparaissent pas systématiquement dans les systèmes de gouvernance et de redevabilité des institutions publiques. En outre, il y a peu d'incitations pour le secteur privé à créer une main-d'œuvre équilibrée entre les sexes.

V.1.3. Analyse de la situation du genre et de l'énergie à la CEDEAO et au Bénin

L'accès à l'énergie joue un rôle important dans les processus de développement. Le manque d'accès à des sources d'énergie pour l'éclairage, le chauffage, la cuisine ou les activités productives limite le développement des femmes et des hommes et des sociétés en général. Cependant, les hommes et les femmes expérimentent cette « pauvreté énergétique » de façon différente, en fonction des relations de genre et de la répartition des rôles et des tâches entre hommes et femmes existant dans une société

donnée [37]. Les aspects genre de la pauvreté énergétique dans l'espace CEDEAO limitent les opportunités de renforcement des capacités des femmes et des hommes à mettre en œuvre des actions en vue de l'intégration régionale et du développement socio-économique [55].

Ainsi, les solutions techniques et les projets de développement pour l'accès à l'énergie seront perçus et reçus différemment par les hommes et les femmes. Les femmes ont plus de difficultés à accéder aux bénéfices des interventions de développement, du fait des inégalités de genre structurelles existantes (par exemple plus faible taux d'alphabétisation et niveau d'éducation des femmes, moindre disponibilité pour participer, moindre mobilité). Les activités productives des hommes et des femmes sont différentes: les besoins en énergie pour les activités productives génératrices de revenus seront donc également différents pour les hommes et les femmes. Les décisions d'investissement dans un accès à l'énergie ou à des installations énergétiques sont en général le fait du chef de famille, souvent aussi point focal des intervenants des projets de développement. Les femmes n'ont donc pas toujours voix au chapitre, que ce soit à l'échelle du ménage ou lors des réunions organisées dans le cadre des projets. Tous ces éléments ne sont pas toujours pris en compte dans les politiques sectorielles, car il est souvent considéré que les choix techniques sont neutres socialement. Les besoins spécifiques des femmes ne sont donc pas systématiquement pris en compte par les politiques sectorielles [34].

La CEDEAO affirme qu'une politique spécifique sur l'intégration du genre dans l'accès à l'énergie est nécessaire pour mieux satisfaire les besoins de tous ses citoyens pour les services énergétiques modernes et durables qui améliorent le niveau de vie et la productivité. Par conséquent, elle s'est engagée à l'avènement d'une période de développement accéléré qui soit socialement juste, équitable, économiquement rentable et écologiquement durable. Elle s'est aussi engagée à aider à la création d'un environnement politique favorable, à son tour, soutenant le cadre institutionnel et la mobilisation des ressources, qui impliquera plus activement les femmes dans tous les domaines de la question de l'accès énergétique; notamment en tant que fournisseurs d'énergie, planificateurs, financiers, formatrices et clientes [37].

Cet engagement s'est concrétisé par l'adoption en Juin 2017 de la politique d'intégration du genre dans l'accès à l'énergie et dont le but d'éliminer les obstacles existants qui peuvent entraver la participation égale des femmes et des hommes dans l'expansion de l'accès à l'énergie en Afrique de l'Ouest. Son objectif est d'utiliser un cadre d'intégration de genre pour permettre aux ministères de l'énergie d'atteindre leurs objectifs d'accès à l'énergie de manière à influencer le rôle des femmes en tant qu'utilisatrices énergétiques, membres de la communauté, chefs d'entreprise et décideurs. Ainsi la CEDEAO soutient les États membres dans la réalisation de leurs objectifs et ambitions universels d'accès à l'énergie par l'intégration de caractéristiques inclusives de genre dans les politiques et pratiques énergétiques résilientes au changement climatique. Au nombre des objectifs stratégiques figurent l'institutionnalisation du genre dans les politiques, les programmes et les initiatives en matière d'énergie y compris les grandes infrastructures et les investissements dans le domaine de l'énergie, l'accroissement de la participation des femmes du secteur public dans les domaines techniques liés à l'énergie et aux postes de décision, l'opportunité à donner aux femmes et aux hommes afin qu'ils /elles aient des chances égales d'entrer et de réussir dans des domaines liés à l'énergie dans le secteur privé.

Au Bénin, le coût élevé de l'accès à l'électricité crée un déséquilibre entre les opérateurs économiques femmes et hommes. En raison de la pauvreté des femmes par rapport aux hommes, ceci affecte sérieusement les activités des femmes qui sont essentiellement dans les secteurs de transformation, conservation et commercialisation des denrées et produits alimentaires dont l'exploitation est subordonnée à l'énergie électrique. Le cas échéant, la faiblesse des revenus des femmes constitue un

frein à l'acquisition de générateurs pour contourner cette contrainte. L'impact du déficit en énergie électrique sur les activités des femmes a été largement évoqué lors des consultations publiques. En effet, les femmes rencontrées ont évoqué les effets néfastes du déficit énergétique sur leurs activités : avaries, pourritures et méventes pour les restauratrices, tenancières de débits de boissons, commerçantes de produits alimentaires frais... Ainsi, les supérettes et les gargotes subissent par exemple de fréquentes et rudes avaries du fait des coupures intempestives du courant électrique. Il en découle que la non maîtrise de la fourniture de l'énergie électrique au Bénin constitue un handicap majeur au développement des activités féminines qui se concentrent à 92,6% dans la restauration et à 78,2% dans le commerce [38].

En 2015, il est estimé que seulement 34,7% des ménages sont connectés au réseau électrique de la SBEE avec une forte disparité entre le milieu rural et le milieu urbain. L'analyse approfondie de la situation du genre et de l'inclusion sociale dans le domaine de l'énergie au Bénin a fait ressortir entre autres plusieurs niveaux d'inégalités de genre ainsi qu'une faible prise en charge des questions d'inclusion sociale dans le secteur de l'énergie au Bénin. Elle révèle que les politiques et stratégies énergétiques sont aveugles et neutres par rapport au genre et à l'inclusion sociale. D'après différentes études réalisées dans le cadre du MCA-Bénin II, il ressort que les personnes vulnérables qui doivent être prises en compte par les mesures d'inclusion sociale dans le secteur de l'énergie sont notamment : (i) les personnes vivant dans les zones rurales et péri urbaines non connectées au réseau électrique, et particulièrement les femmes, (ii) les ménages et individus à revenus très bas (personnes indigentes), (iii) les ménages dont les chefs ne sont pas instruits, (iv) les ménages dirigés par des femmes, (v) les jeunes, (vi) les personnes en situation de handicap [47].

Les relations de pouvoir très inégalitaires entre les sexes constituent un frein à l'atteinte des objectifs de développement durable, en l'occurrence l'ODD N° 5 : **Parvenir à l'égalité entre les sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles**. Toutefois, le Bénin dispose d'un cadre institutionnel et stratégique de promotion de l'égalité de genre et met en œuvre de nombreux programmes et projets visant l'autonomisation de la femme.

V.1.4. Efforts de promotion du genre au Bénin et limites

Le principe d'égalité de l'homme et de la femme dans tous les domaines a été reconnu sur le plan constitutionnel, depuis 1977 (article 124 de la loi fondamentale de 1977) et confirmé par l'article 26 de la constitution du 11 décembre 1990, qui stipule que : « l'Etat assure à tous l'égalité devant la loi sans distinction d'origine, de race, de sexe, de religion, d'opinion politique ou de position sociale. L'homme et la femme sont égaux en droit... ». Par ailleurs, le Bénin a adopté des conventions et résolutions internationales et nationales prohibant toute discrimination sexuelle dans les politiques publiques. Pour marquer son engagement, l'Etat béninois a consenti de nombreux efforts pour renforcer l'arsenal juridique de promotion des droits des femmes et mettre en place un cadre institutionnel de coordination de l'application du genre. Ce cadre institutionnel s'est enrichi en 2009 par la création de l'Institut National pour la Promotion de la Femme (INPF).

Dans sa vision de la promotion du genre, le Bénin se veut « **un pays où l'égalité et l'équité favorisent la participation des hommes et des femmes aux prises de décisions, l'accès et le contrôle des ressources productives en vue d'un développement humain durable** » d'ici 2025 [51]. Le focus est mis l'institutionnalisation du genre, l'amélioration du statut juridique de la femme et le renforcement des capacités socio-économiques de la femme. Ainsi, l'axe III de la Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté 2011-2015 vise la réduction des inégalités de genre et le renforcement la

protection sociale. Par ailleurs, la création d'emplois décents et la réduction des inégalités de genre figurent en bonne place dans la SCRP 2011-2015. Les béninoises sont très actives, présentes dans tous les secteurs d'activités et contribuent autant que les hommes au développement économique de ce pays [56].

De même dans les Orientations Stratégiques de Développement 2011-2020, la promotion de l'égalité et de l'équité entre les sexes a été érigée en axe stratégique de développement. En effet, dans l'axe stratégique n°7 consacré à la promotion de l'égalité et de l'équité entre les sexes, le Gouvernement s'est engagé à corriger les inégalités dans les rapports homme/femme en mettant en place des mesures rendant effective l'égalité et l'équité entre les hommes et femmes dans l'accès à l'éducation, à l'alphabétisation et aux structures de prise de décision ; en renforçant l'institutionnalisation du genre à tous les niveaux ainsi que l'application effective des conventions et textes nationaux favorables au genre, de même que l'engagement de la société civile et la prise de conscience des femmes et des hommes pour la promotion du genre ; en réduisant la pauvreté monétaire des hommes et des femmes et en leur assurant un accès et un contrôle équitable aux ressources ».

Plusieurs initiatives sont prises par les gouvernants pour améliorer les conditions et le statut de la femme à travers les programmes de lutte contre la pauvreté (microcrédit aux plus pauvres), la création d'un ministère chargé de l'emploi des jeunes et des femmes, la subvention progressive de la scolarisation des filles du secondaire ; la création en perspective des lycées de jeunes filles sur l'étendue du territoire national.

Malheureusement tous ces textes liés à la promotion de la femme et du genre et initiatives ne semblent pas suffisants pour changer la réalité du pays. Aujourd'hui encore, les droits des femmes surtout au niveau économique, politique et social ne sont pas toujours respectés. Des défis restent à relever pour l'atteinte d'une réelle réduction des inégalités hommes/femmes. Force est de constater que la PNPG, 2009 et son programme et plan d'actions de mise en œuvre n'ont pas pris en compte explicitement le secteur de l'énergie. De même le plan stratégique de développement du secteur énergétique de 2009 n'est pas sensible au genre. Toutefois, la situation a été quelque peu corrigée dans le Plan d'Actions du Gouvernement (PAG) de 2016. Le Bénin, membre de la Communauté Internationale et des Nations Unies, a adhéré à « l'Agenda 2030 » relatifs aux 17 Objectifs du Millénaire pour le Développement (ODD) dont l'ODD 5 en particulier.

Au regard de la prépondérance des jeunes et des femmes parmi les personnes les plus durement affectées par le chômage et le sous-emploi, le programme d'actions du Gouvernement 2016-2021 focalise l'attention entre autres, sur la formation et l'insertion professionnelle des jeunes; la mise en œuvre des programmes de promotion de l'économie locale pour l'autonomisation des femmes ; le soutien de la cohésion sociale à travers la promotion de l'égalité et de l'équité entre les hommes et femmes et renforcement des leviers familiaux et communautaires, la promotion de l'emploi, de l'auto-emploi, de la communication et l'amélioration du système d'information sur le marché de l'emploi des jeunes et des femmes. La promotion de la fabrication de composantes d'éoliennes s'inscrit par conséquent dans cette dynamique.

Annexe V-2: Évaluation du genre – Stratégie d'intervention en matière du genre et de l'énergie éolienne

L'égalité de genre est un aspect important de la plupart des ODD car la disponibilité et l'accès à l'énergie sont cruciaux pour permettre aux femmes et aux hommes de subvenir à leurs besoins quotidiens dans différents lieux et contextes socio-économiques.

Dans le cas de présente étude, la production locale d'éoliennes devrait produire deux types d'avantages socio-économiques en particulier: la réduction des coûts et la création d'emplois en tenant compte des contraintes majeures à l'égalité de l'emploi au Bénin dont entre autres les stéréotypes de genre instituant de fortes barrières à l'entrée du marché du travail selon le sexe et les inégalités d'accès à l'instruction.

La stratégie d'intervention sera focalisée sur deux approches : l'institutionnalisation du genre dans tout le processus et l'autonomisation des femmes et des filles.

Pour ce qui concerne l'institutionnalisation du genre dans la promotion de la fabrication de composantes d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin, les défis consistent entre autres à : établir le lien entre l'énergie éolienne et les objectifs de genre, faire prendre conscience par les acteurs et les bénéficiaires de la pertinence de la prise en compte du genre, identifier les besoins de genre pratiques, productifs et stratégiques dans les diagnostics et ce avec les bénéficiaires (hommes/femmes), faire une planification consécutive sensible au genre, de même proposer un système de suivi-évaluation dans une perspective de genre. Pour y parvenir, il y a lieu de travailler à minimiser les résistances tant au niveau organisationnel, au niveau programmatique qu'à celui des partenariats.

Dans le cadre de l'autonomisation des femmes et des filles, il sera question de travailler à compenser les discriminations existantes dans le passé.

En outre, quelques actions spécifiques (recherches-actions) seront menées pour approfondir les analyses et adapter la stratégie d'intervention au besoin.

Les hypothèses qui fondent notre théorie de changement sont:

- Le changement des normes socioculturelles porteuses de discrimination ne peut se faire de manière efficace sans la mise en place de stratégies d'engagement des parties prenantes en ce qui concerne leur ouverture par rapport au genre et l'autonomisation des femmes et des filles dans le secteur des éoliennes.
- L'éducation et la formation des femmes et des filles aux niveaux professionnel et supérieur au même titre que les hommes et les garçons constituent un gage pour avoir un minimum des femmes/filles en qualité de techniciennes et ingénieurs dans le domaine de l'énergie.
- L'évaluation des performances par rapport aux indicateurs de genre doit être intégrée dans tous les mécanismes d'évaluation des performances et de reddition de compte au niveau de l'intervention.
- Il faudra obtenir l'adhésion des Partenaires Techniques et Financiers pour mobiliser un financement conséquent en vue d'opérationnaliser la dimension genre dans les interventions.

Plan d'actions stratégique genre et énergie éolienne au Bénin

Objectifs stratégiques	Résultats	Indicateurs	Activités à mener	Responsable
A. 2018-2019: Programmation du secteur				
Rendre le genre sensible à la programmation du secteur	R1. La production d'énergie éolienne en une technologie socialement intégrée et capable de contribuer à la création d'emploi localement tant pour les hommes que pour les femmes est assurée.	Feuille de route finalisée et sensible au genre.	<p>A.1 Elaborer une feuille de route de 2 ans pour le développement du secteur d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin, dans laquelle des tâches assorties de délai sont définies et des responsabilités assignées aux parties prenantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> Faire une analyse des parties prenantes en tenant compte de leur ouverture par rapport au genre Développer une vision genre de l'intervention Définir les priorités en matière d'institutionnalisation du genre et de l'autonomisation des femmes et des jeunes filles/ garçons Définir des indicateurs et les cibles désagrégés par sexe (homme/femme, garçon/fille) et/ou autres catégories Faire une analyse des risques en lien avec le genre et l'autonomisation des femmes/filles et voir si l'intervention pourrait avoir des effets inattendus ou négatifs sur certains groupes sociaux Prévoir le budget pour les activités spécifique au genre ou à l'autonomisation des femmes/filles par rapport au budget total de l'intervention Sélectionner des parties prenantes mixtes composées d'hommes, de femmes et des jeunes filles/garçons 	DGE
		Accord de coopération signé en tenant compte des aspects genre	<p>A.2 Demander la coopération des bailleurs de fonds internationaux pour acquérir les ressources nécessaires pour l'élaboration et la mise en œuvre de la feuille de route.</p> <ul style="list-style-type: none"> Partager la vision genre avec les partenaires et convenir objectifs genre sensibles à atteindre. Négocier le financement pour les activités spécifiques genre 	DGE
		Engagement signé sensible au genre	<p>A.3 Identifier et attirer les organisations internationales expertes pour mettre en place un consortium ou un joint-venture qui peuvent jouer le rôle de pionnier dans le secteur de petits aérogénérateurs au Bénin.</p> <ul style="list-style-type: none"> Partager la vision genre avec les partenaires et convenir objectifs genre sensibles à atteindre. S'assurer de l'ouverture par rapport à la prise en compte de l'équité de genre et de l'autonomisation des femmes et des filles <p>Négocier le financement pour les activités spécifiques genre</p>	Coalition de leaders

Objectifs stratégiques	Résultats	Indicateurs	Activités à mener	Responsable	
B. 2018-2020: Mise en œuvre ciblée					
Rendre la phase pilote accessible aux bénéficiaires/ client(e)s clés sans discrimination de sexe	L'équipe du projet intègre la dimension genre dès la phase pilote	<p>Turbines installées pour la production de l'énergie par sexe</p> <ul style="list-style-type: none"> -Niveau de compréhension du genre et des résultats du projet par les structures de mise en œuvre -Composition sexo-spécifique de l'équipe de gestion du projet -Compétences en genre de l'équipe de gestion du projet -Nombre/% des femmes et d'hommes entrepreneurs contactés par le projet - Proportion de femmes et d'hommes ayant acquis des éoliennes 	<p>B.1 Mettre en place une phase pilote focalisée sur une utilisation productive de l'électricité (exemple : site télécoms à distance, entreprises rurales), dans laquelle des systèmes de haute qualité de petits générateurs sont utilisés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendre les outils de contractualisation et de gestion du personnel sensibles au genre • Diversifier les bénéficiaires /client(e)s clés de la phase pilote (Homme/femme) • Renforcer les capacités de l'équipe de gestion en approche genre • Organiser des recherches actions spécifiques avec les femmes et les hommes impliqués dans la phase pilote • Faire un suivi de la mise en œuvre dans une perspective du genre (deux revues semestrielles pour échanger sur les résultats, les performances et réajuster de commun accord les actions) • Faire des ateliers bilan annuels pour apprécier les effets genre produits par le programme dans sa globalité. 	Consortium responsable des phases pilotes	
		20 turbines prêtes pour la production de l'énergie	B.2 Prendre des dispositions pour la production des petits aérogénérateurs		Consortium responsable des phases pilotes
		20 turbines installées et 3 ou plus de chefs de villages interviewés ; Volonté de participation des femmes, des hommes et des jeunes à l'installation et à l'exploitation des systèmes connue	B.3 Installer 20 turbines pour des usages domestiques et / ou productifs, et impliquer les chefs de villages pour déterminer la volonté des villageois(e)s à participer à l'installation et l'exploitation des systèmes.		Consortium responsable des phases pilotes
		Rapporter la satisfaction des importateurs appropriés Pourcentage de fournisseurs et les commerçants (hommes et femmes) informé(e)s des opportunités et impliqué(e)s dans l'importation	B.4 Faciliter l'importation des matières premières et des composantes en réduisant les barrières tarifaires. Lever les autres barrières juridiques et offrir d'autres systèmes d'incitation appropriés. Informer les fournisseurs et les commerçants de ces opportunités sans discrimination de sexe		DGE

Objectifs stratégiques	Résultats	Indicateurs	Activités à mener	Responsable
C. 2018-2020: Construction de coalition				
Construire une coalition sensible au genre	La coalition mise en place est sensible au genre	Lettres d'intention signées Accord de principe pour l'opérationnalisation du genre	C.1 Identifier et inviter les organisations ayant un intérêt dans la création d'un secteur de petits aérogénérateurs au Bénin, incluant l'industrie (fabrication, construction, importation), ONG y compris des organisations féminines, instituts d'enseignement et agences. <ul style="list-style-type: none"> • Explorer d'autres possibilités de partenaires potentiels et établir de nouveaux partenariats permettant de promouvoir et d'opérationnaliser le genre dans l'intervention • Développer une synergie et une complémentarité avec des organisations promouvant le genre pour booster l'atteinte des résultats en matière de genre et d'autonomisation des femmes/filles • Développer le réflexe genre dans toutes les pratiques sur les plans organisationnel, partenarial et programmatique 	Coalition de leaders
		Documents juridiques signés	C.2 Déterminer le mandat et la structure de coopération de la coalition Elaborer les cahiers de charge de la coalition en faisant du genre un critère de partenariat.	DGE
		Plan stratégique finalisé sensible au genre	C.3 Elaborer une approche détaillée pour la création d'une prise de conscience nationale sur la technologie de petits aérogénérateurs, l'alignement des acteurs dans l'industrie des petits aérogénérateurs et l'identification des avenues pour le positionnement et le développement du secteur. Prévoir la mobilisation sociale pour la prise en compte du genre dans le secteur	Coalition de leaders
D. 2018-2020: Développement des connaissances				
Promouvoir le développement et la gestion des connaissances sur la technologie éolienne, et sur les aspects genre de l'énergie éolienne	Le niveau de connaissance s'est accru dans ces domaines	-Stratégie de recherche élaborée -Nombre d'études de cas sensible au genre élaborées -Nombre de publications faites sur la prise en compte du genre dans le secteur d'éolienne -Nombre d'articles scientifiques sur le genre et l'énergie publiés dans des revues	D.1 En collaboration avec les instituts internationaux d'enseignement, établir un centre d'expertise technique en énergie éolienne pour mesures du vent (pour la sélection des sites potentiels) et de recherche appliqué (exemple: l'optimisation des turbines, le système de configuration) <ul style="list-style-type: none"> • Elaborer la stratégie de recherche • Identifier des thèmes de recherche et les proposer aux étudiant(e)s dans le cadre de leur stage ou mémoire • Entreprendre des activités pour promouvoir la gestion des connaissances en genre et éolienne comme des recherches, des publications, des séminaires et rencontres etc. • Intégrer des personnes disposant des expertises dans la réalisation des études et les prestations diverses relatives au projet. 	Université Technologique
		2 ou plus d'universités offrent des cours en éolienne	D.2 Faire de l'énergie éolienne une partie importante des programmes d'études des ingénieurs et techniciens. Introduire le genre dans le curricula	Université Technologique ; SBEE

Objectifs stratégiques	Résultats	Indicateurs	Activités à mener
2020-2025: Directives à moyen-terme			
Organiser l'évaluation à mi-parcours et l'ajustement de la programmation sectorielle terminés	Les points forts et faibles en matière de genre sont identifiés	100 ingénieurs en électromécaniques et techniciens composés d'hommes et des femmes expérimenté(e)s en technologie de l'énergie éolienne	-Evaluer le statut du secteur éolien de la perspective des objectifs formulés dans l'élaboration de la feuille de route -déterminer si et comment un changement de direction est nécessaire.
	De nouveaux défis en matière de genre sont identifiés	-les premiers ingénieurs et technicien (ne)s (dont 30% de femmes) diplômés d'une formation spécialisée en énergie éolienne -Nombre d'hommes et de femmes formé(e)s pour la SBEE/CEB/ingénieurs et technicien(ne)s existant(e)s en collaboration avec le centre d'expertise en énergie éolienne	Former les premiers ingénieurs et technicien(ne)s diplômé(e)s d'une formation spécialisée en énergie éolienne -Former les Autres SBEE /CEB /ingénieurs et technicien(ne)s existants en collaboration avec le centre d'expertise en énergie éolienne.
	Les effets du projet sur les hommes, les femmes et les jeunes Filles/garçons sont connus	-Nombre d'entreprises soutenues dans le secteur privé ayant créé une main-d'œuvre équilibrée entre les sexes -Projets énergétiques viables sur le plan commercial lancés et gérés par des femmes et les hommes à base de l'énergie éolienne -Nombre de femmes et d'hommes entrepreneurs ayant acquis les compétences techniques, financières et autres nécessaires pour être compétitives en tant que productrices et fournisseurs dans le secteur de l'énergie éolienne. -Niveau d'augmentation de la productivité des femmes et des hommes dans leurs secteurs par l'utilisation accrue des technologies d'énergie éolienne -Niveau de participation des hommes et des femmes aux activités du projet	Mesurer l'effet / impact de l'utilisation de l'aérogénérateur sur les femmes et les hommes, les jeunes filles et garçons
		250 turbines (1-10 kW) fabriquées et installées - Pourcentage de turbines fabriquées et installées par les femmes et les hommes -Pourcentage de turbines fabriquées et installées pour les femmes et les hommes -Niveau de revenus générés par l'industrie et provenant de la fabrication locale et d'assemblage détaillé par sexe -les tailles des turbines selon les circonstances socioéconomiques locales et leur utilisation selon le sexe	-la génération de revenus de l'industrie provient de façon croissante de la fabrication locale et d'assemblage détaillé -les tailles de turbines peuvent varier selon les circonstances socioéconomiques locales • Faire le suivi désagrégé de la fabrication et de l'installation des turbines Identifier des actions d'accompagnement à mener pour équilibrer la production

	<p>La coalition d'énergie éolienne positionnée comme secteur d'association</p>	<p>-Composition sexospécifique de la Coalition -Pourcentage de femmes et d'hommes dans les organes de gestion de la Coalition -Niveau de satisfaction des membres de la coalition -Niveau de positionnement des femmes et des hommes sur les maillons de la filière éolienne</p>	<p>Les tâches de la coalition s'orientent plus vers la collecte des données du secteur, la promotion de l'excellence du business et la représentation du secteur dans la politique de négociations</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assurer un équilibre sexospécifique au sein de la coalition • Faciliter la participation des femmes et des jeunes à la prise de décisions au sein de la coalition • Développer tous les maillons de la chaîne de valeur de la filière éolienne
--	--	--	---

<i>Objectifs stratégiques</i>	<i>Résultats</i>	<i>Indicateurs</i>	<i>Activités à mener</i>
Au-delà 2025: Perspectives à long-terme			
<p>Améliorer les capacités de production de l'industrie</p>	<p>Les capacités de production et le marketing sont améliorés</p>	<p>-Des turbines plus larges (1-5 MW) sont en cours d'installation -Exportation des composantes, systèmes et connaissances devient une opportunité réaliste du secteur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Produire des turbines plus larges • Rechercher et diversifier les marchés • Exporter les produits • Orienter la production de revenus de l'industrie vers le fonctionnement, la maintenance et le remplacement

Annexe VI: Structures interrogées

Structures ayant des capacités de production

MDC (membre de AISER); **SEEPEG** ; **Le Réveil Tossou et Fils**; **2EPS**; **TRANSACIER**; **AJO**; **Groupement ASEMI**; **EMC**.

Agences, ONG, universités et autres structures

ONG: Nature Tropicale ; Marine Service Protection ; Centre Songhai

Universités : Institut Université Cerco, Université UATM

Agences : ANADER (comme expliqué dans la note de bas de page 2, le Gouvernement du Bénin a annoncé, à la fin de 2017, que l'ANADER sera remplacée par l'Unité Chargée de la Politique de Développement des Energies Renouvelables (UC/PDER))

Autres structures: IBIG (membre de AISER) ; **ENERDAS** (membre de AISER) ; **NGOM Service SARL** (membre de AISER) ; **Mini- centrale solaire PV de Kpokissa**

Annexe VII: Questionnaire utilisé pour l'enquête de la capacité Béninoise de fabrication

Nom, adresse et détails du contact

Type de structure

Compagnie Privée SARL / Compagnie Publique SARL / NGO / Agence gouvernement / Autre: -

Année de démarrage de l'entreprise

Principales activités de l'entreprise

1.1 Quelles les présentes principales activités de votre structure ?

1.2 Quels sont les produits et services qu'offre votre structure, et quels sont les prix ? (Inclure les brochures, si nécessaire)

1.3 Avez-vous une liste de références (avec photos) de vos produits/services que vous fabriquez/distribuez dans les 10 dernières années

Oui/Non (si oui, veuillez les ajouter en annexe)

1.4 Qui sont les principaux clients de vos entreprises (ou : quels types de structures sont les clients de vos entreprises) ? Pourrions-nous les visiter pour voir vos produits en exploitation ?

La main-d'œuvre

2.1 Combien d'employés avez-vous dans votre structure, et quelles sont leurs qualifications (exemples: ingénieurs, vendeurs, agents administratifs)?

2.2 Combien de vos employés sont femmes?

2.3 Combien de vos employés ont une expérience en industrie de l'énergie éolienne?

Production

3.1 Quelle est la capacité maximale de production?

3.2 Quel est votre volume total de vente sur les trois dernières années?

3.3 Sur lesquels de vos produits comptez-vous pour les importations? Quel est le prix moyen des produits importés?



3.4 De quelle surface disposez-vous pour le stockage vos produits?

3.5 Connaissez-vous les normes internationales (UE ou USA) pour les processus de production et de matériels ? Est- ce que votre Entreprise est en conformité avec ces normes ?

Stabilité /perspective

4.1 Quels projets avez-vous récemment entrepris pour élargir votre entreprise?

4.2 Quelles opportunités voyez-vous pour développer davantage votre entreprise dans les prochaines années?

4.3 Voyez-vous un rôle éventuel de votre propre société dans le secteur de la fabrication des éoliennes? Pour quelles composantes de turbines en particulier? Quelle taille potentielle de marché espérez-vous?

Perspective industrielle

5.1 Quelle est votre opinion sur la viabilité du secteur de fabrication des éoliennes au Bénin? A quel point les composantes d'éoliennes peuvent être fabriquées localement à court ou long terme, et par qui ?

5.2 Pensez-vous que la fabrication locale peut ouvrir des opportunités d'augmentation de l'électrification des zones rurales au Bénin? Connaissez-vous des exemples de cela?

5.3 Quels sont, selon vous, les principales structures privées et publiques qui (devraient) jouer un rôle dans l'industrie de fabrication des éoliennes au Bénin?

5.4 Quels sont, selon vous, présentement les opportunités les plus importantes et les obstacles à la fabrication des éoliennes au Bénin (exemples : les politiques en élaboration, les investisseurs étrangers qui viennent, la stagnation de l'électrification rurale)?

Autres structures dans la chaîne de valeur

6.1 Connaissez-vous d'autres structures dans ou proche de la chaîne de valeur de fabrication de turbines éoliennes dont on peut en parler ? (exemples: vos fournisseurs, clients, concurrents, etc.)

Annexe VIII-1: Termes de Référence (TdR)

[Le texte ci-après est une traduction des TdR originaux, rédigés en anglais].

TERMES DE REFERENCE (TdR)

L'étude de faisabilité et l'élaboration d'un Plan d'actions pour la promotion de la fabrication des composantes des aérogénérateurs de petite puissance au Bénin

Requête CRTC numéro de référence : 2015000071

Les requêtes pour l'Assistance Technique (AT) sont soumises au CRTC par l'Entité Nationale Désignée (END) de chaque pays. La portée des services dans ces termes de Références décrit la réponse à une telle requête. Par mandat, seuls les Membres agréés du CRTC sont éligibles pour exécuter les services requis et mettre en œuvre la réponse.

Si vous n'êtes pas encore un membre du CRTC, vous pouvez soumettre une offre pour la mise en œuvre de l'assistance technique, à condition de soumettre votre dossier complet pour un statut de membre du réseau avant la clôture de l'appel d'offres et que cela est reconnu par le CRTC. De plus, l'attribution de contrat, si votre offre est sélectionnée, est conditionnée par une approbation par le Directeur du CRTC de votre demande au statut de membre. Si le soumissionnaire se met en partenariat avec une autre institution pour exécuter les services décrits dans ces Termes de Référence, il est attendu que l'institution partenaire adhère aussi au Réseau CTC.

INFORMATIONS SUR LE CONTEXTE

Le Centre et Réseau des Technologies Climatiques (CRTC) est le bras opérationnel de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Le Mécanisme de la Technologie est hébergé par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour le développement Industriel (ONUDI) et soutenu par 11 institutions partenaires ayant une expertise en technologies du climat. La mission du CRTC est de promouvoir le déploiement et le transfert accélérés des technologies du climat à la demande des pays en développement pour un climat à énergie efficient, faible en carbone et résilient.

Ces requêtes d'Assistance Technique (AT) sont soumises au CRTC par l'Entité Nationale Désignée (END) de chaque pays. La portée des services des présents termes de Références devra être exécutée sur la base d'un processus de sollicitation restreinte où seuls les Membres agréés du réseau du CRTC, sont éligibles pour soumettre des propositions. Si le soumissionnaire se met en partenariat avec une autre institution pour exécuter une partie mineure des services décrits dans ces Termes de Référence, il est attendu que l'institution partenaire adhère aussi au réseau.

Le budget maximal de ce contrat est de 77.000 USD.

CONTEXTE

Comme la plupart des pays Sub-sahariens, le Bénin a un faible taux d'accès à l'électricité au niveau des ménages avec 31 % au niveau national, 58 % en zones urbaines et 6,8 % en zones rurales (données 2014). Le Gouvernement du Bénin a commencé un programme d'électrification en 1993 avec l'objectif d'accroître l'accès des populations rurales à l'électricité. Ce programme a consisté à installer des systèmes solaires photovoltaïques dans les petites communautés reculées comme une alternative d'extension du réseau national d'électricité. En se basant sur les efforts initiaux, l'Agence Béninoise d'Electrification Rurale et de la Maîtrise d'Energie (ABERME) a été créée en 2004 pour mettre en œuvre une politique nationale coordonnée d'électrification rurale, qui a jusqu'ici soutenu le développement de plusieurs projets d'électrification rurale. En Juin 2013, l'Agence Nationale de Développement des Energies Renouvelable (ANADER) a été créée afin de mettre en œuvre la politique de l'Etat dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Cette agence s'est fixé comme objectif d'œuvrer à ce que les énergies renouvelables contribuent à hauteur de 25% au mix énergétique national. Pour son développement durable, la préservation de son environnement, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre et son autonomie énergétique, le Gouvernement de la République du Bénin et les institutions intervenant dans le secteur de l'énergie doivent soutenir le déploiement accru des formes d'énergie qui répondent aux défis des changements climatiques à savoir les énergies renouvelables. En dehors des ressources solaires et hydrauliques, des études ont révélé que le Bénin dispose d'un bon potentiel pour le déploiement des aérogénérateurs de petite puissance dans la zone côtière, notamment au profit des populations rurales. Cependant, ce potentiel est jusqu'à présent peu exploité avec seulement quelques infrastructures existantes.

Afin de déployer rapidement et à grande échelle, l'électrification à base d'énergies renouvelables, le Bénin compte aussi utiliser ses ressources éoliennes pour compléter celles existantes telles que le solaire, l'hydraulique et la biomasse. En dépit des études antérieures qui ont été concluantes dans la zone côtière, le déploiement de la technologie des petites éoliennes n'a toujours pas commencé. Les raisons évoquées sont entre autres : le manque d'engagement dans les plans et stratégies, le manque d'intérêt général pour l'énergie éolienne ainsi que les capacités très limitées des secteurs privé et public à identifier et surmonter les précédents obstacles. Une barrière connue est le coût de la technologie des éoliennes de petite échelle, raison pour laquelle les investissements y sont très limités. Pour y répondre, la requête vise à créer une industrie locale utilisant des matériaux et composantes qui peuvent être trouvés localement et par conséquent faciles d'accès, moins chers et aussi faciles à entretenir. La puissance des turbines envisagées peut aller jusqu'à 10 kW. L'étude de faisabilité donnera, cependant, une indication finale sur la définition de la puissance cible .

OBJECTIF DU CONTRAT

Cette assistance technique vise à montrer aux acteurs intervenant dans le secteur de l'énergie au Bénin l'opportunité ou non, de mettre en place une filière de fabrication des petits aérogénérateurs à travers une étude de marché et des possibilités de déploiement, en commençant d'abord par une analyse de la faisabilité de fabrication locale des équipements. Si les résultats de l'étude de faisabilité sont positifs, une deuxième phase d'intervention produira les recommandations au Bénin sur comment créer un marché de fabrication ainsi que comment stimuler l'installation de petits aérogénérateurs à travers les politiques de renforcement de capacité, les régulations et programmes ainsi que d'autres dispositions jugées utiles. Le résultat escompté est que les parties prenantes du Bénin soient informées sur les potentialités de la fabrication des composantes de petits aérogénérateurs et du marché pour vendre la technologie produite afin de générer de l'énergie renouvelable dans les zones rurales qui n'avaient précédemment pas accès à de l'énergie fiable. S'il se trouvait que le déploiement de la technologie est faisable, les parties prenantes seront davantage conseillées sur comment programmer une usine pilote de fabrication. Au cas où la faisabilité ne serait

pas concluante, les parties prenantes seront conseillées sur des opportunités alternatives pour améliorer l'accès à l'électricité à base d'énergies renouvelables dans les zones rurales.

Portée et activités des Services Contractés Proposés

Il est attendu du consultant qu'il comprenne les points suivants des activités à mener:

Extrant 1:

Un rapport d'étude de faisabilité sur la fabrication locale d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin. L'étude prendra en compte la situation actuelle du marché d'aérogénérateurs de petite puissance au Bénin y compris les obstacles à sa croissance, les actions réglementaires courantes et programmées et les informations sur les besoins de la capacité humaine, basées sur une évaluation interne au pays en collaboration avec les experts locaux incluant le gouvernement, le secteur privé, et autres parties prenantes, des recherches en ligne, et des conversations avec les partenaires au développement.

Activité 1.1

Préparer les grandes lignes de l'étude de faisabilité et identifier les parties prenantes clés en collaboration avec l'END et le requérant.

Activité 1.2

Organiser et faire une conférence téléphonique pour discuter et avoir des confirmations sur les grandes lignes et la portée de l'étude et identifier les experts locaux pour la sous-traitance.

Activité 1.3:

Faire un contrat avec les experts locaux et conduire une recherche préparatoire en ligne et par des appels téléphoniques avec les partenaires au développement et autres; prendre des dispositions pour des réunions dans le pays

Activité 1.4:

Conduire une collecte de données dans le pays et consulter les parties prenantes.

Activité 1.5

Evaluer les résultats issus de la collecte des données et des consultations et écrire un rapport.

Activité 1.6:

Tenir une réunion dans le pays pour présenter les résultats de l'étude et en discuter avec les parties prenantes; commencer la discussion sur les prochaines étapes et le Plan d'actions (voir Activité 2.1)

Livrables sous l'Extrant 1

Livrable 1.1: Les grandes lignes de l'Etude et la liste des parties prenantes clés

Livrable 1.2: le Procès-Verbal de l'appel à conférence avec les conclusions; liste des experts locaux

Livrable 1.3: Contrats des experts et plan de travail

Livrable 1.4: Collecte de données et rapport de consultation des parties prenantes

Livrable 1.5: Projet de résumé du rapport pour révision par le Requérant et la END

Livrable 1.6: Rapport final d'étude; projet de plan d'actions

Extrant 2:

Si les résultats de l'Extrant 1 sont positifs et le marché de fabrication et de déploiement d'aérogénérateurs de petite puissance est considéré faisable: un Plan d'actions sera élaboré qui contiendra les détails des objectifs de l'industrie de petits aérogénérateurs pour les délais de 2020 et 2030, un résumé des opportunités de l'industrie de petits aérogénérateurs et les voies pour atteindre ces opportunités, et un plan de haut niveau pour la mise en œuvre du projet pilote de fabrication. (Si les résultats de l'Extrant 2 sont négatifs et le marché de fabrication et de déploiement de petits aérogénérateurs est considéré pas faisable: Un jeu de recommandations sur des opportunités alternatives pour avoir l'accès à et / ou produire localement la technologie d'énergie renouvelable).

Activité 2.1:

Identifier et inviter des parties prenantes clés supplémentaires (si nécessaire), et abriter une réunion initiale de parties prenantes pour déterminer le but et la portée des prochaines étapes (en coordination avec l'Activité 1.6).

Activité 2.2:

Elaborer un projet de Plan d'actions

Activité 2.3:

Intégrer les feedbacks pour élaborer le projet final de Plan d'actions et préparer la réunion finale pour présenter le plan aux parties prenantes.

Livrables sous l'Extrant 2
Livrables 2.1: Les grandes lignes du Plan d'actions et recommandations initiales, et intrants des parties prenantes sur les conditions du plan
Livrables 2.2: Projet avancé du Plan d'actions à partager avec les parties prenantes pour leur révision
Livrables 2.3: Rapport de la réunion et le Plan d'actions final.

A travers toutes les activités, il est demandé au consultant d'assurer l'égalité du genre à la fois en termes d'implication des femmes dans les activités ainsi que des résultats et impacts des activités. Cela doit être explicitement reflété dans le budget et le plan de mise en œuvre. Le consultant est tenu de transmettre un rapport régulier sur l'évolution au CRTC et aux parties prenantes nationales sur la base des points majeurs précédemment convenus et d'élaborer un rapport final de clôture. Ces activités de suivi et évaluation doivent être inscrites dans le budget.

CALENDRIER GENERAL ET PLAN D'ACTIVITES /LIVRAISON

Les activités doivent être finalisées dans un délai de six (6) mois à partir de la date de signature du contrat. Le plan proposé pour la mise en œuvre des activités et leur livraison se présente comme suit:

Activité et livrables	Mois					
	1	2	3	4	5	6
Activité et livrable 1.1						
Activité et livrable 1.2						
Activité et livrable 1.3						
Activité et livrable 1.4						
Activité et livrable 1.5						
Activité et livrable 1.6						
Activité et livrable 2.1						
Activité et livrable 2.2						
Activité et livrable 2.3						

Tous les projets et les livraisons finales sont soumis à l’approbation du Directeur de la Technologie du Climat CRTC avant que ceux-ci puissent être conclus.

PERSONNEL SUR LE TERRAIN (EXPERIENCE PROFESSIONNELLE ET QUALIFICATIONS)

Il est attendu que le consultant fournisse les services d’une équipe qui devrait de façon idéale comprendre les compétences suivantes:

- Expérience dans et compréhension des composantes techniques des systèmes éoliens, leur installation et conditions d’exploitation, les évaluations des ressources éoliennes et les principaux leaders du marché.
- Expérience dans le processus de conception de la fabrication, en particulier dans le secteur de la technologie des aérogénérateurs de petite puissance.
- Compréhension et expérience dans les besoins et les problèmes dont les pays en voie de développement font face à cet égard
- Expérience dans la conduite des projets d’assistance technique dans les pays en voie de développement, y compris le rapportage du suivi et évaluation et la supervision du budget
- Expérience en économie industrielle et chaînes d’approvisionnement et une bonne compréhension des marchés locaux et des circonstances socio-économiques
- Bonnes compétences organisationnelles et en communication

Une expérience de travail au Bénin et en Afrique de l’Ouest est préférée pour tous les points énumérés ci-dessus. En plus, le fait d’avoir des experts Béninois comme membres de l’équipe de mise en œuvre est nécessaire. Les CV des experts respectifs à qui ce travail est confié par le consultant doivent être fournis.

CONDITIONS LINGUISTIQUES

La langue de travail aux fins de cette évaluation est le français, de sorte qu'une excellente maîtrise du français est requise du personnel proposé. La langue anglaise sera également requise pour l'engagement avec le CRTC. Tous les produits livrables finaux doivent être soumis en français et certaines sections doivent ensuite être traduites en anglais par le consultant.

Tous les documents finaux soumis en Français doivent être de qualité suffisante pour qu'aucune correction ne soit nécessaire.

Annexe VIII-2: Termes de Référence (TdR) – amendement 1

Contrat ONUDI No: 3000049032
Bon de Commande No.: 3000057131

Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel

TERMES DE REFERENCE (TDR)

AMENDEMENT I

27 Février 2018

Titre: Etude de Faisabilité et d'Elaboration d'un plan d'actions pour la promotion de la fabrication des composantes des aérogénérateurs de petite puissance

Pays: Bénin

Numéro de référence de la requête CRTC : 2015000071

Les requêtes pour l'Assistance Technique (AT) sont soumises au CRTC par l'Entité Nationale Désignée (END) de chaque pays. La portée des services dans ces Termes de Référence décrit la réponse à une telle requête Par mandat, seul les Membres agréés du CRTC sont éligibles pour exécuter les services nécessaires relatifs à la mise en œuvre de la réponse.

1 INFORMATIONS SUR LE CONTEXTE

Les informations sur le contexte demeurent non touchées par cet amendement.

2 CONTEXTE

L'énergie éolienne est très peu utilisée au Bénin, on y dénombre en effet quelques installations. En complément aux infrastructures de production d'énergies renouvelables telles que le solaire photovoltaïque, l'hydroélectricité et la biomasse, le Bénin compte utiliser la ressource éolienne pour une valorisation rapide et à grande échelle des énergies renouvelables dans ses programmes d'électrification. A la demande de l'Entité Nationale Désignée (END) du Bénin, le CRTC a décidé d'appuyer les ambitions du pays et a signé un contrat avec une organisation partenaire pour réaliser l'étude de faisabilité sur la fabrication locale et l'utilisation d'aérogénérateurs de petite puissance, mais aussi d'élaborer un plan d'actions à cet effet. La mise en œuvre des activités a commencé fin juin 2017.

3 OBJECTIF DU CONTRAT

Au cours de la mise en œuvre des activités décrites dans les Termes de Référence (TDR) d'origine du contrat, deux thèmes qui vont au-delà de la portée du TDR ont émergé, ils ont été considérés de par leur pertinence comme des compléments importants à l'intervention. Par conséquent, il a été convenu avec les acteurs de base impliqués dans le projet, le consultant et le Directeur Général du Centre et Réseau des Technologies Climatiques d'amender la portée des activités et le budget du projet afin d'y inclure le travail additionnel. Les deux activités additionnelles sont:

(i) la prise en compte des zones périurbaines en plus des zones rurales mentionnées dans le TDR et la proposition de le consultant, et

(ii) L'augmentation du nombre des participants aux réunions des parties prenantes ainsi que la prise en charge des coûts de transport et d'hébergement des participants. Dans le contexte ci-dessus, cet amendement au TDR original donne les détails du travail additionnel et les coûts y afférents afin de rendre les fonds supplémentaires disponibles à le consultant.

Cet amendement est basé sur l'avant-projet de proposition de le consultant dont le titre est « Travail demandé en dehors des conditions stipulées dans le contrat--- requête pour une modification du budget » daté du 19 octobre 2017.

[...]

Portée et activités des Services Contractuels proposés

Il est attendu que le consultant exécute les activités suivantes en plus de celles décrites dans le TDR.

Activité 1: Etude de faisabilité dans les zones périurbaines et rurales

Celle-ci est une intégration à l'activité 1.5 du TDR original dont la portée des activités était limitée à l'étude des zones rurales. Cependant, du résultat de la première analyse anémométrique exécutée, il ressort qu'il y a des indicateurs que les potentialités des petits aérogénérateurs devront être plus significatives non seulement en zones rurales dans le Sud-Bénin, mais aussi dans les zones périurbaines. Ainsi, à travers cette activité, le consultant évaluera les potentialités de l'énergie éolienne en incluant les zones périurbaines. L'Entrepreneur appliquera les outils et méthodes utilisés dans la partie précédente de l'étude.

[...]

Les livrables de l'Activité 1: Une section supplémentaire du rapport qui rapporte l'étude sur les zones périurbaines (A ajouter au rapport d'étude de faisabilité)

Activité 2: Augmentation du nombre de participants aux réunions des parties prenantes, et la prise en charge des coûts de transport et d'hébergement

Celle-ci est un amendement à l'Activité 2.3 du TDR original. Le TDR original inclut deux réunions de parties prenantes avec 20 participants--- la première de deux jours et la deuxième d'un jour. La proposition élaborée par le consultant a budgétisé pour ce nombre de participants sans inclure les coûts de leur transport et d'hébergement. Au cours de la mise en œuvre, il a été discuté et convenu avec les homologues, le consultant et le CRTC que l'impact des réunions pourrait être significativement accru en doublant le nombre de participants de 20 à 40, et aussi en invitant des participants des communautés rurales et périurbaines vivant dans les régions côtières. Cet amendement donne le détail des fonds additionnels nécessaires pour couvrir les coûts pour 40 participants.

[...]

Les livrables de l'Activité 2: Rapport sur l'atelier avec 40 participants

Activité 3: Evaluation genre

En conformité avec les normes de procédures du CRTC, un expert genre effectuera une évaluation genre pour s'assurer que le rôle des femmes dans le contexte rural du projet est pris en compte et compris. Sur la base de la revue initiale des Profils Genre, les rôles du genre dans les ménages, la force du travail et la prise de décisions, ainsi que la situation culturelle et juridique, l'expert rassemblera les informations pertinentes dans l'étude de faisabilité et élaborera des actions liées au genre à inclure dans le plan d'actions pour développer le secteur des petits aérogénérateurs au Bénin. Ces actions viseront à assurer l'intégration des femmes et proposer des activités ciblant le genre. En plus, l'expert définira des résultats et indicateurs basés sur le genre pour le suivi et évaluation. L'expert genre suivra une approche à 3 étapes décrite dans l'Outil d'Intégration du Genre à la Réponse au Plan de Développement du CRTC.

[...]

Les livrables de l'Activité 3: Une annexe en deux pages dans le rapport final sur l'évaluation genre. Des actions appropriées au genre incorporées dans le plan d'actions inclus dans le rapport final.

4 CALENDRIER GENERAL ET ACTIVITE /PLAN DE LIVRAISON

La date de la fin du nouveau contrat est le 31 mai 2018.

5 PERSONNEL SUR LE TERRAIN (EXPERIENCE PROFESSIONNELLE ET QUALIFICATIONS)

Il est attendu que le consultant fournisse les compétences supplémentaires suivantes:

- Expérience et compréhension des questions genre et le rôle des femmes dans le contexte local.

Une expérience professionnelle au Bénin et en Afrique de l'Ouest est préférée pour tous les éléments ci-dessus. En plus de cela, il est nécessaire d'avoir des experts Béninois dans l'équipe de mise en œuvre. Les CV des experts respectifs assignés à ce travail par le consultant doivent être fournis.

6 EXIGENCES LINGUISTIQUES:

Elles ne sont pas affectées par cet amendement.