



UN COUPLE SOUS TENSION ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

RATIONALISER L'USAGE DE L'ÉNERGIE

> LE BOIS : ANCIENNE MATIÈRE, NOUVELLES TECHNOLOGIES (NIGER)

ACCÉDER À UNE ÉNERGIE DURABLE

> LE COURANT D'EAU (RWANDA)

> DES TENSIONS DANS L'AIR (MALI)

Accéder à l'énergie améliore sensiblement les conditions de vie des individus, crée des opportunités et augmente le potentiel productif de chaque personne et donc ses sources de revenus. Énergie et développement sont intimement liés. Mais si l'impact positif de l'accès à l'énergie sur le développement est incontestable, sa production pose malheureusement de nombreux problèmes environnementaux : déboisement, pollution, surexploitation de ressources naturelles, émissions de gaz à effet de serre... Cette tension entre le développement et l'environnement s'accroît encore si les sources et/ou les modes de production d'énergie sont non durables. Il convient donc de favoriser les énergies renouvelables et d'améliorer l'efficacité énergétique des modes de production et de consommation.

Pour une agence de développement, la question de l'énergie se pose à deux niveaux : celui de la conception et de la mise en œuvre de programmes liés à l'énergie (centrales micro-électriques, électrification rurale...) et celui de la gestion de l'énergie au sein même des interventions, quel que soit le secteur (alimenter un hôpital ou une école en énergie, par exemple).

Dans tous les cas, la réflexion sur la gestion de l'énergie se construit autour de trois aspects (*le trias energetica*) ou une combinaison de ceux-ci :

1. **Minimiser la demande en énergie** (réduire la consommation d'énergie) ;
2. **Utiliser autant que possible les sources d'énergie renouvelables** (diminuer l'utilisation de la quantité d'énergie fossile primaire) ;
3. **Recourir à des systèmes énergétiques performants.**

Appliqué au contexte des pays en développement, le *trias energetica* se présente comme suit : la consommation actuelle (1) est souvent minime voire inexistante (sauf pour la biomasse), donc supprimer la demande est relativement difficile. Le potentiel d'énergie renouvelable (2) est par contre important (solaire, éolien, hydraulique) et les avancées techniques dans le monde industrialisé permettent d'atteindre une meilleure efficacité de l'énergie (3), sans passer par des étapes intermédiaires.

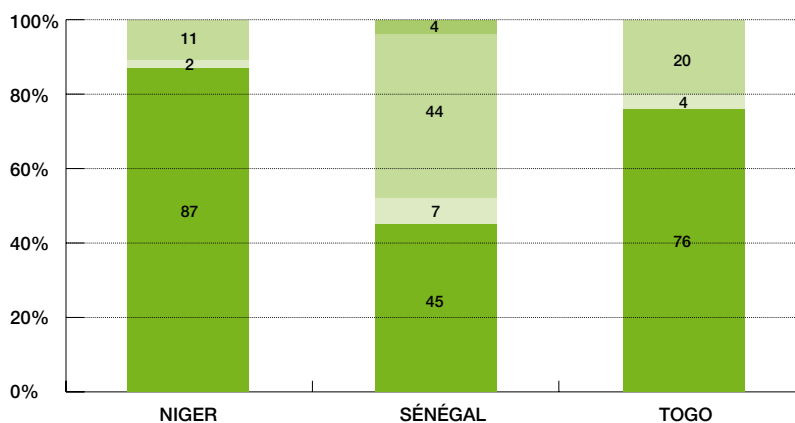
RATIONALISER L'USAGE DE L'ÉNERGIE

À l'instar d'autres pays du Sahel, le Niger est soumis à une dégradation continue de ses ressources forestières. Deux facteurs essentiels expliquent cette évolution : un climat de plus en plus aride et une pression croissante sur les ressources naturelles. Cette pression est liée à l'accroissement démographique du pays, un des plus élevés au monde (3%).

Les Nigériens utilisent le bois pour cuisiner et se chauffer. Son utilisation contribue pour près de 87% à la satisfaction des besoins énergétiques du pays, dont 89% proviennent des ménages. Cette exploitation incontrôlée du bois met en péril le patrimoine forestier national.

Conscient à la fois du danger écologique et soucieux de l'approvisionnement en bois dans les villes, le gouvernement du Niger a mis en œuvre, depuis la fin des années 80, une politique forestière et une stratégie pour l'énergie domestique. Les résultats, après 15 années d'efforts, sont encourageants : 700.000 hectares de forêts exploitées dans le cadre des aménagements se régénèrent et leur productivité augmente. Des actions de replantation et de rationalisation de la consommation sont également mises en œuvre.

STRUCTURE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DANS QUELQUES PAYS D'AFRIQUE DE L'OUEST



SOURCE : SIE NIGER, 2007

NIGER

LE BOIS : ANCIENNE MATIÈRE, NOUVELLES TECHNOLOGIES

RÉDUIRE LA CONSOMMATION DE BOIS-ÉNERGIE

REPÈRES

- *Le bois constitue 87% de l'utilisation d'énergie au Niger.*
- *Le taux de couverture de la demande en bois énergie au Niger devrait passer de 57% en 1990 à 14% en 2015.*
- *Les femmes sont en moyenne occupées plus de 15 heures par jour à des tâches domestiques dont la corvée du bois.*
- *L'utilisation du foyer amélioré réduit de 50% l'utilisation de bois et de 20% les tâches des femmes.*

Le projet d'Augmentation des Revenus Monétaires des Femmes de Dosso (ARMFD), une région du sud-ouest du Niger, participe à cette dynamique de reboisement, bien qu'il soit axé sur le genre, sans portée environnementale directe. L'objectif du projet est de réduire la pauvreté des femmes. Pour y parvenir, il est nécessaire d'alléger leurs tâches quotidiennes liées au ménage. Ces occupations domestiques leur prennent énormément de temps, près de 15 heures par jour !

Parmi ces tâches : la récolte de bois.

Tant en termes de prix que de proximité, l'accès au bois devient de plus en plus difficile. Les femmes mesurent facilement cette évolution par la pénibilité croissante du portage du bois car il faut aller le chercher de plus en plus loin. Cette tâche est souvent assumée par les jeunes filles, ce qui les prive en conséquence d'une scolarité régulière.

Dans la région de Dosso (comme ailleurs au Niger et en Afrique), ces contraintes ne permettent donc pas ou peu de développer des activités génératrices de revenus.

Un foyer comme solution

Partant de ces constats, une des solutions pour alléger la corvée des femmes est la promotion des foyers améliorés. Traditionnellement, les femmes ont recours au foyer à trois pierres pour cuire leurs aliments. Ces pierres sont posées par terre, elles encadrent les flammes et soutiennent la casserole. Le feu expose les ménagères à une fumée très nocive pour la santé. De plus, le temps de cuisson est relativement long.

Le foyer amélioré « albarka » a été présenté en guise de solution. Il couvre le feu d'une coupole de terre à la manière d'un four, conserve la chaleur et réduit les émissions de fumée. Il réduit de plus de moitié le temps de cuisson et améliore l'hygiène de préparation. Il permet aussi de cuire avec deux fois moins de bois une même quantité d'aliments. Sa construction nécessite très peu de moyens et est d'une technicité simple. Il constitue un outil que les femmes peuvent s'approprier facilement après une brève formation technique.

Près de 1.000 femmes ont déjà été formées. D'après le suivi de terrain, quasi 100% des femmes formées appliquent les acquis de leur nouveau savoir et les restituent à d'autres femmes. À ce jour, 20.000 ménages utilisent des foyers améliorés suite à l'action de formation du projet dans la région de Dosso.



© CTB / Suzanne Hoogewijs



© CTB / Suzanne Hoogewijs

Le succès est donc au rendez-vous et cela se traduit par une pression démographique moindre sur l'environnement. Les principaux arguments en faveur de l'adoption de cette technique étaient initialement loin de préoccupations environnementales directes. Pourtant, l'expérience de diffusion des foyers améliorés de Dosso montre que de petites actions, basées sur des technologies simples, peuvent conduire non seulement sur la voie de l'autonomie socioéconomique des plus pauvres, mais peuvent aussi prévenir et limiter la dégradation environnementale. Contribuer activement à la lutte contre la déforestation et à la maîtrise énergétique est donc possible sans nécessairement recourir à des technologies complexes.

Des vies améliorées...

C'est dans la commune de Falwel que le succès de la diffusion des foyers albarka est le plus net. On dénombre plus de 390 foyers construits dans trois villages. Les femmes du village de Gardjé témoignent : « Avant, la corvée du bois nous mobilisait toutes chaque jour. Maintenant, nous avons appris à fabriquer des foyers à moindre prix ; chaque ménage a construit son foyer amélioré dans le village et on a aussi obtenu une charrette. Avec ces deux outils, notre groupement met une seule journée pour se fournir en bois pour

2 semaines, ce qui nous fait gagner 2 à 3 heures de temps par jour. » Les femmes de la région saluent également la sécurité liée à l'utilisation du foyer amélioré, tant du point de vue de la protection des brûlures que de la limitation des risques d'incendie. Les femmes de Sokorbé en savent quelque chose, elles qui ont pratiquement tout perdu lors de l'incendie de leur village. Le feu avait démarré à partir d'un foyer classique « 3 pierres ».

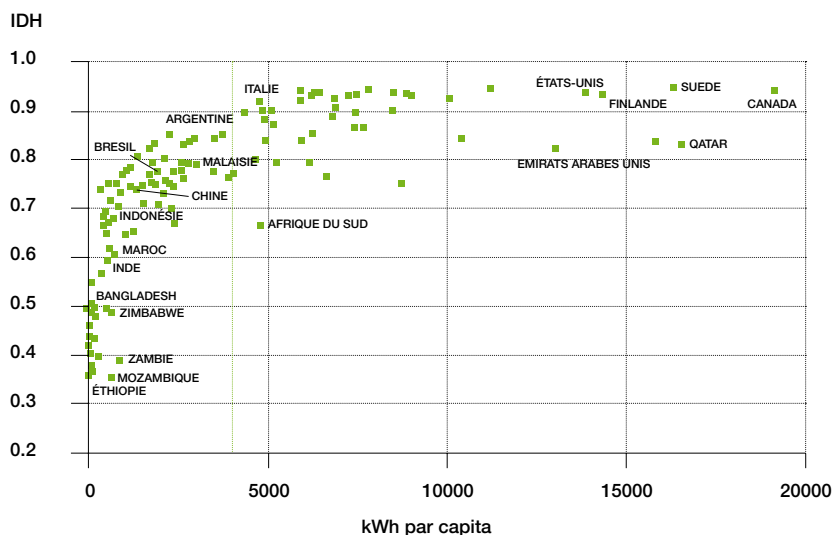
Un aspect intéressant du processus est également le développement de compétences et de prestations de services en matière de construction de foyers. À Hamka Seyni (commune de Dosso), les femmes formées ont été sollicitées par d'autres villages afin d'y dispenser leur savoir. Elles y ont indiqué que le gain pour les femmes qui construisent des foyers améliorés est de 150 à 250 FCFA le foyer construit (0,23 à 0,38 €), ce qui peut générer un revenu complémentaire de 2000 à 3000 FCFA (3 à 4,5 €) par mois. Cette activité leur confère une meilleure reconnaissance de la part de leur famille, des autorités et des villages proches. Leur savoir-faire est très apprécié !

ACCÉDER À UNE ÉNERGIE DURABLE

L'accès à l'énergie et le développement vont de pair. L'énergie facilite le développement économique (petites et moyennes entreprises, mécanisation, communication...) et la qualité des services de base (pompes à eau potable, éclairage d'écoles, amélioration des soins de santé...). Par ailleurs, le développement crée une demande en énergie (télévision, frigo, chargeur de téléphone, ordinateur...). Si l'on compare l'accès à l'énergie à l'indice de développement humain¹, la corrélation est frappante, comme le montre le graphique ci-dessous.

Le moindre accès à l'énergie peut contribuer au développement (partie gauche). À un moment donné (calculé à 4000kWh/an/personne), le graphique stagne. Au-delà, consommer plus d'énergie ne contribue plus au développement.

SOURCE : PNUD



L'électrification contribue au développement, certes, mais elle augmente en parallèle les besoins énergétiques des pays en développement. La population, mais aussi la consommation d'énergie par capita, augmentent. La superposition des deux effets résulte en une croissance exponentielle de la demande en énergie pour les années à venir. Une charge supplémentaire pour la planète.

Par manque d'initiative (étatique ou privée) d'électrification à grande échelle, le générateur de très faible puissance (type « pico-puissance », 1-10 kilowatts, fonctionnant le plus souvent au diesel) se répand dans toute l'Afrique. Produire de l'électricité à partir de tels équipements est accessible pour la plupart des gens : l'investissement initial est faible (une centaine de dollars par famille) et le carburant se trouve facilement partout. De plus, dans des pays où l'électricité est fournie de manière discontinue, posséder son propre générateur est une alternative plus fiable. Mais cette option coûte cher ! À savoir 1 euro/kilowatt-heure, rien qu'en gasoil, dans certaines régions de la République démocratique du Congo. À titre de comparaison, le kilowatt-heure revient à 0,17 euro en Belgique. De plus, cette alternative est particulièrement polluante et son rendement est faible.

Et pourtant, les liens entre développement, énergie et pollution peuvent être découplés, si un pays parvient à répondre à la demande croissante en énergie au moyen de sources renouvelables. Le Rwanda tente l'expérience.

1 | Rapport sur le développement humain, 2007

RWANDA

LE COURANT D'EAU

PRODUCTION D'HYDROÉLECTRICITÉ

LE COURANT CONGOLAIS COMME LE TÉLÉPHONE

Beaucoup de pays en développement disposent des infrastructures de production et de transport d'électricité, mais elles sont souvent mal entretenues par manque de fonds, suite au faible taux de récupération des coûts. En République démocratique du Congo, le succès des cartes prépayées pour le téléphone mobile inspire d'autres secteurs. Des compteurs « prépayés » seront installés dans un projet d'hydroélectricité (Appui à la Fourniture d'Électricité à Kisangani). Ils permettront une meilleure gestion des finances, via un système qui a déjà fait ses preuves dans d'autres pays du continent. En même temps, la population sera sensibilisée au fait que l'électricité, même d'origine naturelle (solaire, éolienne, hydraulique), n'est pas gratuite. En payant ce service, elle sera encouragée à diminuer sa consommation.

Au pays des Mille Collines, le niveau d'électrification rurale est faible, avec un taux d'accès de 4%. Plus de 95% des Rwandais utilisent, pour leurs besoins domestiques, le bois, soit tel quel dans les campagnes, soit sous forme de charbon de bois dans les villes. Vu le nombre d'habitants et la surface limitée du pays, l'impact sur la forêt est énorme.

Le gouvernement veut diversifier les sources d'énergie. Il s'est engagé dans son plan stratégique à multiplier par trois la capacité de production d'électricité, en passant de 44 mégawatt actuellement à environ 120 mégawatt à l'horizon 2011. Cet objectif sera atteint notamment grâce au développement de l'hydroélectricité (50 MW), mais aussi par la production d'énergie électrique à partir du gaz méthane contenu dans le lac Kivu (25 MW).

La Coopération belge s'inscrit dans ce cadre avec un programme basé sur les énergies renouvelables pour garantir la distribution d'électricité en milieu rural. Ce programme comprend la construction de microcentrales hydro-électriques et le développement d'autres sources d'énergie renouvelable (solaire) ainsi que l'installation de lignes moyenne tension pour améliorer l'accès des populations rurales à l'électricité. Il s'agit d'augmenter le taux d'accès des populations à l'électricité pour passer de 4% en 2007 (moins de 1% en milieu rural) à plus de 10% en 2012, ce qui reviendra à tripler le nombre de raccordements (de 77.000 actuellement à presque 200.000).

La construction de microcentrales hydroélectriques au Rwanda présente de nombreux avantages économiques et environnementaux :

- diversifier les lieux de production en améliorant la stabilité du réseau ;
- exploiter le potentiel hydroélectrique du Rwanda (nombreuses rivières et torrents) ;
- renforcer l'autonomie énergétique du pays ;
- diminuer le recours aux énergies fossiles en développant le potentiel des énergies propres et renouvelables ;
- réduire la pression sur la déforestation en substituant progressivement l'électricité au bois de chauffe pour la consommation des ménages ;
- réduire les émissions de CO₂.

Le programme prévoit également d'autres actions environnementales comme la mise en place d'une filière de compostage des déchets végétaux produits par le dégrillage à la prise d'eau des microcentrales. Le compostage vise ici à compenser l'appauvrissement des sols dus à l'érosion et à diminuer le recours aux engrais chimiques.

À l'intérieur de ce programme, le projet *Électrification des populations rurales par les énergies renouvelables* (EPRER) permet d'électrifier environ 60 centres de santé dans 10 districts du Rwanda par des systèmes photovoltaïques. Afin de dimensionner précisément les installations en fonction des



© CTR

besoins et de cibler l'intervention, deux étapes conjointes ont été menées :

- Audits énergétiques dans 98 centres de santé, pour déterminer les besoins exacts en fonction des dimensions des établissements et de leurs équipements.
- Collecte de données cartographiques sur le réseau électrique existant et planifié, pour cibler l'intervention sur les zones isolées du réseau. Le raccordement au réseau national demeure la solution la moins chère et la plus durable.

Priorité aux zones concentrées

La grande dispersion de la population rurale rend le coût d'investissement de l'électrification rurale au Rwanda très élevé. Ce n'est pas la production qui est en cause, mais bien la distribution, un coût souvent négligé à tort. Le projet EPRER se focalise donc sur l'électrification des imidugudu (habitat concentré), des centres ruraux, des équipements sociaux (centres de santé, écoles) et des activités commerciales (ateliers de soudure, communication, mécanique, couture, cinéma, moulins...). Les centres de santé, qui ne sont pas « économiquement connectables » au réseau hydroélectrique, seront approvisionnés en énergie par des panneaux solaires ou des éoliennes. L'approche est donc multiple et permet de choisir, pour chaque localité, la meilleure option technique.

La construction de microcentrales est mise en œuvre en coopération avec Électrogaz, la société nationale de distribution d'électricité et de gaz, dès la phase de conception, ce qui assure une assise locale aux projets.



LES UNITÉS D'ÉNERGIE EN PERSPECTIVE POUR LES NON-INITIÉS

Le **watt** est l'unité de puissance « d'énergie par seconde ». Un kilowatt équivaut à 1.000 watts ; un mégawatt à un million de watts. À titre d'exemple, un bon cycliste a une puissance « au guidon » d'environ 500 watts ; il peut allumer 12 ampoules de 40 watts. Un fer à repasser consomme 1 kilowatt. Un frigo, 100 watts. Une Toyota 4x4, 127 kilowatts, soit l'énergie nécessaire pour allumer 3.000 ampoules de 40 watts !

L'ancienne unité « **chevaux** » représente la puissance développée par un cheval : plus ou moins 750 watts. Notre cycliste développe 0,67 cheval.

Le **kilowatt-heure** est l'unité d'énergie la plus utilisée dans le monde technique. Un kilowatt-heure correspond à l'énergie nécessaire pour fournir un kilowatt pendant une heure ou encore pour repasser pendant une heure, pour allumer une ampoule de 40 watts pendant 25 heures, pour faire deux heures de cyclisme à haute intensité. Le kilowatt-heure (kWh) est aussi l'unité de paiement de l'électricité.

Autre unité d'énergie : les **calories** ou **kilocalories**. Une calorie correspond à 4,184 joules et un joule représente l'énergie à dégager pour développer une puissance de un watt pendant une seconde. Une personne consomme environ 2.000 kilocalories par jour, soit près de trois kilowatts-heure. Un être humain, en moyenne, correspond donc à trois ampoules de 40 watts, un peu moins au repos, un peu plus quand il est actif.

Une **batterie** contient aussi une certaine énergie. En fonction de la puissance demandée, sa durée de vie varie. Une batterie (rechargeable) de 2.000 milliampères-heure de 1,2 volt peut livrer 2.000 milliampères (ou deux ampères) à 1,2 volt pendant une heure, ou bien 0,0024 kilowatt-heure. Un être humain aurait donc besoin de 2.000 de ces batteries par jour ! Ou trois batteries de voiture. Cet exemple illustre l'efficacité de notre système humain de nourriture et digestion de la biomasse.

À un prix de 0,17 €/kilowatt-heure, **un être humain**, s'il pouvait fonctionner sur l'énergie électrique, **consommerait 0,5 € par jour**.

MALI

DES TENSIONS DANS L'AIR

ANALYSE DU POTENTIEL ÉOLIEN



Au Mali, comme au Rwanda, l'extension du réseau d'électrification aux régions rurales, où l'habitat est dispersé, n'est pas rentable. En 2004, le taux d'électrification du pays était de 13%, mais ne dépassait pas 1% en milieu rural, où vivent plus de 70% de la population. Ce faible taux s'explique par les énormes difficultés éprouvées par *Électricité du Mali* pour financer l'extension de son réseau. Par contre, des miniréseaux locaux branchés à des sources renouvelables peuvent être créés, avec la même efficacité qu'une connexion au réseau principal, pour un coût raisonnable et un impact environnemental moindre.

Le potentiel de l'énergie éolienne est énorme dans ce pays, tout comme l'hydroélectricité (plus de 1000 mégawatts, largement sous-exploités) et l'énergie solaire (de l'ordre de 5 à 7 kilowatt-heure/m²/jour). Ce pays figure ainsi parmi les zones les plus ensoleillées au monde. Mais malgré ces sources variées en énergie renouvelable, le Mali demeure largement dépendant de l'énergie fossile.

Cette dépendance coûte cher à la population, le prix de l'électricité s'élevant à 0,21€/ kilowatt-heure (0,17€ en Belgique). Dès lors, la flambée attendue des prix des hydrocarbures dans les prochaines décennies contraint le Mali à réorienter sa politique énergétique vers le renouvelable.

Dans cette optique, la CTB coordonne la réalisation d'une étude de faisabilité sur l'exploitation de l'énergie éolienne dans la région de Tombouctou. Les résultats sont prometteurs. Le vent souffle avec une vitesse moyenne de 6,1 m/s (22 km/h) à une hauteur de 50 mètres. Au niveau énergétique, une éolienne du type Enercon 33 (330 kilowatts-heure) produirait 645 mégawatts-heure par an. Le développement d'un parc de 6 turbines permettrait d'économiser 50% du pétrole utilisé par la centrale thermique qui se trouve actuellement sur le site, soit plus de 3000 litres de fuel par jour et plus de 2.500 tonnes de CO₂ par an, tout en gardant la même fiabilité de production électrique. Cette économie de fuel se traduirait par une baisse du prix de l'électricité pour les consommateurs.

Ces analyses détaillées et chiffrées démontrent le potentiel éolien du Mali. Il devient dès lors plus facile de convaincre les bailleurs de fonds de financer l'installation d'éoliennes et de persuader les décideurs politiques de l'intérêt à « domestiquer le vent » et de la nécessité de mettre en place un cadre légal favorable aux énergies renouvelables.

LES ENJEUX DU VENT AFRICAIN

PAROLE À LUC DEWILDE, 3E

Sur les technologies éoliennes en Afrique

Au niveau de l'énergie solaire, les connaissances techniques ainsi que les acteurs privés existent localement. Mais au niveau de l'éolien, souvent développé en parallèle avec des systèmes hybrides plus complexes, la technologie n'est pas encore assimilée. Pourtant, la combinaison de groupes électrogènes et des énergies renouvelables prend tout son sens dans des zones isolées. C'est un concept qui est économiquement rentable, mais techniquement plus difficile à réaliser.

Outre la formation, la maintenance et les fonds pour l'entretien sont essentiels.

Enfin, au niveau plus global, l'Afrique doit viser l'installation d'une masse critique d'éoliennes. Le marché éolien connaît une liste d'attente de deux ans suite aux booms des marchés américains, canadiens, chinois. Placer trois éoliennes au Mali représente beaucoup de risques associés au niveau de la maintenance, de la garantie. Il faut donc augmenter le volume des commandes pour assurer la livraison et réduire les coûts.

Sur le rôle du secteur public

En Europe, il existe des quotas au niveau des énergies renouvelables. Si un distributeur n'atteint pas l'objectif d'un certain pourcentage d'énergie renouvelable, il est exposé à une amende. Or, c'est cette amende qui donne de la valeur à l'électricité verte. Un tel système n'existe pas encore dans les pays en développement. Ainsi, il est primordial pour les acteurs locaux de ces pays d'instaurer un cadre légal garantissant un prix de rachat pour chaque kilowatt-heure produit localement avec les énergies renouvelables. Cette garantie manque souvent au développement des énergies alternatives. Des projets d'énergies renouvelables en phase de réalisation sont bloqués depuis cinq ans faute de cadre légal.

Luc Dewilde est chef de département éolien à la société 3E, spécialisée dans l'expertise sur les énergies renouvelables. 3E a réalisé l'étude du potentiel éolien de la ville de Tombouctou, au Mali.