

## Le tour des énergies : une Afrique contrastée

Par Blandine Antoine et Elodie Renaud (X01)

*Chapeau* : Après l'Europe et ses innovations énergétiques relatées dans le numéro du mois de mai, c'est au tour de l'Afrique et de certaines de ses problématiques énergétiques d'être mises en mots, revisitées par le Tour des Energies. Six semaines de périple nous auront permis d'effleurer un continent aux contrastes saisissants : expansion économique au Maghreb (Maroc), laborieux développement sub-saharien (Sénégal), bénédiction (?) pétrolière du golfe de Guinée (Angola), friche luxuriante vierge de toute exploitation (Zambie) avoisinant le phare industrialisé qu'est l'Afrique du Sud : notre étonnement est à la mesure de la diversité africaine. A quelques encablures de cette variété, un petit coin de France où nous avons eu la chance de faire escale : l'île de la Réunion.

L'Afrique est trop souvent présentée comme un continent à la dérive, sans espoir d'amélioration, et donc voué au délaissement. Si les difficultés que traversent ou subissent depuis trop longtemps certains pays<sup>1</sup> semblent justifier ce constat, le généraliser équivaut à oublier la diversité d'un continent grand comme trois fois l'Europe, et les efforts et réussites de nombreux autres Etats. Un court récit sur le dynamisme africain ès énergie ? C'est parti, si vous le voulez bien !



---

<sup>1</sup> que nous n'avons pas visités.

*Protocole de Kyoto ici aussi ? C'est possible... et rentable !*

18 février - Après avoir salué l'Europe du pont d'un ferry, c'est étonnamment en terre d'Espagne (dans l'enclave de Ceuta) que nous goûtons au continent africain. Nous la quittons bien vite pour nous rendre à Tétouan, ville marocaine, où nous attend notre premier projet. Il s'agit du premier projet africain ayant bénéficié de crédits carbone au titre des Mécanismes de Développement Propre<sup>2</sup>.

Perchées sur une ligne de crête se détachent 12 éoliennes, pour une puissance installée de 10 MW. Leur situation les fait bénéficier de conditions de vent extrêmement favorables (la vitesse moyenne s'échelonne entre 9 et 11 m/s)<sup>3</sup> qui leur permettent de produire, depuis leur mise en service en mai 2005, entre 40 et 50% des besoins électriques de la cimenterie Lafarge avoisinante<sup>4</sup>.



Figure 1 – Vue d'ensemble des 12 éoliennes du site de Lafarge.

Cette installation, qui semblait risquée en termes de retour sur investissement quand sa construction fut décidée, est devenue plus qu'une vitrine de l'engagement du groupe en matière de développement durable<sup>5</sup> : elle est

<sup>2</sup> MDP, dans le cadre du Protocole de Kyoto

<sup>3</sup> Un projet de ferme éolienne est considéré potentiellement rentable pour des vitesses de vent supérieures à 4 - 5 m/s. Au delà de 7 à 8 m/s, les sites sont jugés être « à fort potentiel »

<sup>4</sup> plus d'informations sur le site de Lafarge <http://www.lafarge.ma/lafarge/fr/institution/Institution.jsp?theme=dev&south=pac>

<sup>5</sup> économie de 30 000 t CO<sub>2</sub> / an

aujourd'hui source d'économies significatives dans le contexte énergétique marocain ! Aujourd'hui, le groupe prévoit dans ses programmes d'investissement un triplement des capacités du parc de Tétouan, tandis qu'un autre parc à Tanger<sup>6</sup> est à l'étude. Le gouvernement prévoit pour sa part d'installer 2 000 MW d'éolien d'ici 2010... Eole a le vent en poupe !

### *L'électrification rurale, une volonté royale*

Lutter contre la pauvreté est une priorité pour les pays en voie de développement, ainsi que le rappellent les Objectifs du Millénaire pour le Développement formulés en 2000 par les Etats-membres de l'ONU. Réduire la pauvreté, c'est accroître la qualité de vie des populations concernées. L'utilisation de formes évoluées d'énergie y contribue. S'il existe de nombreux intermédiaires de confort entre la collecte du bois à usage domestique et l'accès à l'électricité<sup>7</sup>, l'universalisation de cette dernière est la seule solution acceptable à terme puisqu'elle permet aux ménages d'accéder aux technologies domestiques modernes (éclairage, équipements électriques divers...).

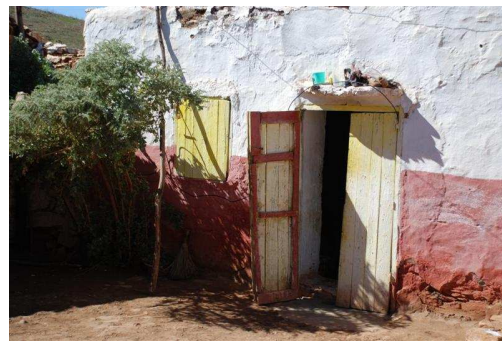


Figure 2 – 25% des ménages des zones rurales marocaines sont en dessous du seuil de pauvreté (Source : IFAD)

<sup>6</sup> [http://compresse.bnpparibas.com/applis/WBMC1/Maroc.nsf/docsByCode/IAKB-6QRFWD/\\$FILE/FOCUS%20Lafarge%20Ciments.pdf](http://compresse.bnpparibas.com/applis/WBMC1/Maroc.nsf/docsByCode/IAKB-6QRFWD/$FILE/FOCUS%20Lafarge%20Ciments.pdf)

<sup>7</sup> Four à bois à rendement amélioré, paraffine, huiles...

La solution technique la plus simple pour apporter le courant dans les foyers est d'étendre le réseau électrique existant. Elle est néanmoins trop coûteuse quand l'habitat est dispersé ou difficile d'accès (exemple des zones montagneuses).

Seules 18% des zones rurales marocaines étaient électrifiées en 1995. En 2007, la fée électricité illumine 97% des ménages ruraux. Une visite de terrain nous a aidées à comprendre ce succès, celui du Programme d'Electrification Rurale Global (PERG), lancé en 1995.

Après avoir étudié différents montages techniques et financiers, l'Office National d'Electricité (ONE, compagnie électrique publique) a décidé de procéder à l'électrification par raccordement au réseau pour 91% des villages. Les 9% restants seraient donc approvisionnés par des sources décentralisées.

Ce programme d'électrification à grande échelle a permis de démontrer la faisabilité technique de l'électrification rurale décentralisée via des modules photovoltaïques, ainsi que la validité d'un schéma contractuel et financier qu'il nous paraît intéressant de vous présenter.



Figure 3 – panneau installé par Témasol, kit de 50 Wc

L'ONE – qui reste propriétaire des équipements qu'il subventionne - alloue à des opérateurs privés par appel d'offres la fourniture d'électricité dans un certain nombre de concessions. Ces derniers sont chargés de l'installation et de la maintenance de kits photovoltaïques, contre paiement d'une redevance périodique. Une véritable

révolution de pensée dans un continent où l'absence de maintenance a conduit nombre de projets au 'cimetière technologique' !

Une équipe de Témasol, opérateur qui a en 2002 remporté le premier appel d'offre (16 000 kits photovoltaïques) nous a accueillies dans la région de Settat. Leur approche « service » dans le paysage rural où les kits sont implantés est intéressante : pour s'assurer de la collecte de redevances et maintenir une proximité avec leurs clients, les techniciens de Témasol tiennent une permanence tous les 15 jours dans les « souks », marchés haut en couleur et animés - qui sont aussi une véritable institution marocaine. Ils permettent aux techniciens de tisser un véritable lien social avec leurs clients en sus des contrôles annuels et de l'obligation de dépannage dans les 2 jours en cas de défaillance du système.



Figure 4– visite de contrôle d'un technicien de Témasol (vérification des niveaux de l'électrolyte)

Si la rapidité d'installation des kits photovoltaïques et la qualité de leur maintenance sont de véritables réussites, la répliquabilité d'un schéma dont la réussite s'explique par l'importante implication du roi Mohammed VI (qui définit les priorités nationales de cette « démocratie autoritaire »), et la satisfaction des besoins locaux restent discutables.

Le plus rudimentaire des kits proposés permet l'éclairage par 3 ampoules et l'obtention de quelques heures de télévision en noir et blanc par jour. Difficile pour un jeune actif d'établir une activité artisanale

qui nécessiterait l'utilisation d'un petit moteur... si les nouveaux kits proposent des puissances plus élevées<sup>8</sup>, le bénéfice social des kits existants est assez limité.

Malgré tout, ces difficultés n'entachent pas la gentillesse des villageois ... et l'accueil qu'ils nous ont réservé lors de notre passage dans les oueds avoisinant Ben Ahmed !

#### *Contre l'avancée du Sahel, les arbres*

28 février – La déforestation accentue la désertification qui menace le Nord du Sénégal bordé par le Sahel. Appauvrissant les sols, elle pousse les populations dépendantes des ressources forestières et agricoles à se déplacer – et avec elles leurs pratiques peu durables. La logique en est simple : de la déforestation dépend leur survie. Le bois collecté est transformé en charbon de bois, source de revenus substantielle pour les familles rurales qui le vendent aux citadins : préserver la forêt est, alors perçu comme une perte de revenus. Comment espérer alors que les codes forestiers soient respectés ?

La motivation de ces pratiques étant économique, seul un mécanisme plus profitable pourra leur être substitué. C'est la voie suivie par le PERACOD<sup>9</sup>, un programme mis en œuvre par le gouvernement sénégalais assisté de la GTZ<sup>10</sup>. Il vise à intéresser les populations à la préservation de la forêt en assimilant cette dernière à une « banque verte », capital naturel à faire fructifier pour en cueillir les fruits. Comment enraciner ce nouveau concept dans la trentaine de villages de Casamance et du bassin arachidien (région de Kaolack, où nous nous sommes rendues) où il a été expérimenté ? En identifiant différentes filières économiques: la confection de miel, l'exploitation du buy

(fruit du baobab), la culture de plantes médicinales sont autant d'exemples de sources de revenus alternatives à la vente de charbon de bois, et ne peuvent prendre racine qu'en milieu forestier. Non seulement la diversification des activités accroît l'indépendance des populations rurales, mais les revenus tirés de ces filières sont même supérieurs à ceux provenant de la vente de charbon de bois (grâce au conditionnement de certains produits pour cibler une clientèle touristique plus aisée par exemple).



Figure 5 – Poudre de buy et miel, exemple de produits conditionnés après avoir été fabriqués dans le village de Nganda.

L'apprentissage de techniques forestières durables, la diffusion de foyers de combustion économes et l'introduction d'un nouveau combustible (à partir de paille et de boue) complètent le dispositif mis en place pour préserver cet habitat fragile.



Figure 6 – Combustible fabriqué à partir de paille et de boue.

Si l'éducation des populations et la formation de quelques volontaires ont permis de lancer le projet, des relais locaux ont rapidement été identifiés pour pérenniser le modèle et permettre son développement autonome. Deux apiculteurs ont ainsi été formés dans chacun des villages ciblés par le

<sup>8</sup> 75Wc et 100Wc contre 50Wc

<sup>9</sup> Programme d'Electrification Rurale et de l'Approvisionnement Durable en Combustibles Domestiques

<sup>10</sup> Organisme de coopération allemand

programme ; à leur tour de diffuser ensuite leur savoir-faire dans leur propre village et dans les alentours. De même, la gestion de l'argent récolté est confiée aux femmes du village réunies en coopérative ; à elles d'en proposer la répartition et un usage bénéficiant à la collectivité. Le transfert de savoir et de technologie est ainsi assuré.

Quelques ombres, toutefois, à ce tableau : le village se garde bien d'une part de diffuser les clés de sa réussite aux villages non partenaires du projet, ce qui limite son impact ; d'autre part les revenus générés reviennent essentiellement aux personnes actives dans le projet (une dizaine par village) rendant l'interdiction de la déforestation plus complexe à l'échelle de la communauté - d'autant que la mal-exploitation des ressources forestières est le plus souvent le fait d'étrangers à la région-. Malgré cela, la forêt tient dans ce coin du bassin arachidien, les jeunes trouvent à s'y employer plutôt qu'à courir vers la ville : le modèle mis en place nous a passionnées !

Petite parenthèse sur le transport à la sénégalaise en période de pèlerinage national à Touba : pour parcourir les 300 kms séparant Dakar de Nganda, prenez un zeste de lever matinal, ajoutez-y quelques heures de taxi collectif coincés à 4 sur la banquette arrière (à l'avant, on n'est que 3), quelques noisettes de mobylette taxi au milieu de nulle part, saupoudrez le tout de taxi brousse ... vous obtiendrez un trajet mémorable! A réitérer sans modération.

#### *Panneaux solaires sud-africains*

3 mars - Départ pour le Cap, en Afrique du Sud, où nous visitons une manufacture de panneaux solaires Ténésol (50% Total / 50% EDF). Nous qui pensons que les chaînes d'assemblage actuelles étaient toutes automatisées, imaginez notre surprise de découvrir un vaste atelier où, certes aidés de deux machines des plus modernes, c'est une centaine d'ouvrier(e)s qui assemblent, alignent, collent et contrôlent! Les coûts de main d'œuvre sont ici peu élevés (de l'ordre

de 100 euros/ mois) : concurrentiels en termes de prix sur le marché européen, les panneaux ainsi fabriqués misent sur une meilleure qualité pour voler la vedette aux produits chinois.



Figure 7 – Atelier d'alignement des cellules photovoltaïques et de soudure.

Où partent donc les 35 MW produits annuellement ? 90% des panneaux filent sous nos latitudes... serions-nous les seules étonnées de découvrir l'Afrique en atelier de l'Europe à l'heure où l'on ne parle que de l'Asie ?

#### *Au pays du charbon, la maîtrise de la demande est à l'honneur*

« Coke en stock », comme notre ami Tintin le fit remarquer en son temps, est un atout stratégique important dans un avenir énergétique qui laissera une grande part au charbon. L'Afrique du Sud, dont les réserves de charbon la placent au 5<sup>ème</sup> rang, est bien située sur l'échiquier mondial. Les sud africains ont par ailleurs développé du temps de l'embargo d'apartheid une technologie permettant de transformer le charbon en carburants liquides ('coal to liquid').

Armées d'un appareil photo, nous avons la chance de découvrir les entrailles de la mine de Dorstfontein (800 000t charbon produit / an), et de visiter l'un des plus grands terminaux charbonniers au monde, celui de Richards Bay. Si les techniques ont évolué depuis l'époque des oiseaux à grisou, s'il est difficile d'appeler ici le souvenir d'Etienne Lantier et du monde ouvrier dépeint par Zola, les boyaux de la terre sont

toujours bien sombres. Ici, un monde de machines rampantes et de détecteurs peuplent cet univers, dont l'obscurité et l'humidité plus que les conditions difficiles nous rappellent que nous sommes sous terre...

En surface, le terminal de Richard's Bay nous ouvre les portes du charbon compté par millions. Construit en 1976 avec une capacité d'exportation de 12 Mt de charbon par an, il en fait transiter aujourd'hui 68 Mt/an, (capacité maximale : 72 Mt/an). Et ses projets d'extension (91 Mt/an annoncées pour 2009) témoignent du dynamisme du secteur.

Nous restons bouche bée devant ces chiffres qui jouent l'hyperbole : le site s'étend sur 260 ha, accueille 24h/24 des trains longs de 200 wagons – 80 kms de rails serpentent dans l'enceinte du terminal ! -, et peut stocker sur place jusqu'à 6 Mt de charbon. Pour éviter les incendies et réduire les impacts sanitaires et environnementaux liés à l'envol des poussières, ces dernières sont régulièrement arrosées:



Figure 8 – Stockage en piles dont les plus grosses pèsent jusqu'à 120 000t.

Quittant cet univers « noir de suie », nous nous intéressons au secteur électrique. Suite à l'abolition de l'Apartheid<sup>11</sup>, le gouvernement sud-africain a prioritairement alloué ses ressources à la résolution des questions sociales au détriment d'une planification énergétique raisonnée.

<sup>11</sup> 1994

Aujourd'hui, la compagnie électrique publique ESKOM doit faire face à un manque de capacité. Et impossible de compter sur les importations d'électricité de pays voisins eux aussi déficitaires ! Reste à investir suffisamment pour répondre à la demande du futur proche, et à parer au plus urgent. Plutôt que de mettre en ligne des batteries de générateurs diesels coûteux et polluants, les sud africains ont penché pour la solution prônée par Amory Lovins dans les années 70 : maîtriser la demande, en mettant à l'honneur le « nega » plutôt que le « méga » watt. Un outil indispensable de cette stratégie consiste à redéfinir la tarification électrique de façon à rendre avantageuse la consommation en heures creuses, ce qui ferait de l'aplanissement de la courbe de demande électrique un jeu d'enfant (ou presque!).

#### *Un projet ambitieux : l'autonomie énergétique réunionnaise*

17 mars - Partez alors pour une étape plus exotique, l'île Bourbon, paradis du rhum et de la vanille, qui s'est aussi fixé d'ambitieux objectifs dans le secteur de l'énergie: l'autonomie énergétique de l'île (transports compris) à horizon 2050 avec pour objectif intermédiaire l'autonomie électrique en 2025. Ce programme politique ambitieux développé dans le cadre du Plan Régional des Energies Renouvelables et d'Utilisation Rationnelle des Energies (PRERURE) témoigne d'une réelle volonté de s'attaquer aux défis énergétiques à venir. Valorisation de produits agricoles<sup>12</sup>, exploitation des gisements solaire, éolien, géothermique ou marins (courants), rien n'est laissé de côté dans le recensement des options énergétiques aujourd'hui en cours. La Réunion précède la métropole en ce qui concerne la diffusion des énergies renouvelables (ainsi fin 2005, un peu plus de 260 000 m<sup>2</sup> de chauffe-eau solaires avaient

<sup>12</sup> Nous avons notamment visité l'usine de Bois-Rouge, qui fournit au réseau une partie de l'électricité qu'elle produit à partir de bagasse (sous-produit de la canne à sucre)

été installés) : pourquoi ne pas en faire, ainsi qu'aiment le proposer certains responsables politiques, le « laboratoire français » dans ce domaine ?

*Des éoliennes « basculables » pour faire face aux cyclones*

Accompagnées des élèves de CM2 de l'Ecole de l'Ancien Théâtre de Saint-Denis<sup>13</sup>, nous sommes parties à la découverte du parc éolien de Sainte-Suzanne. Si les parcs éoliens ne sont pas pléthores à la Réunion, c'est que les contraintes y sont de taille – et s'appellent pour l'essentiel : cyclones. En cas d'alerte cyclonique, il est nécessaire de pouvoir coucher les éoliennes.



Figure 9 – Deux éléments sont à noter : 1. la base en forme de L à l'envers, permettant le treuillage 2. L'utilisation d'une hélice bipale.

Les éoliennes de Sainte-Suzanne<sup>14</sup> sont ainsi équipées d'un système de treuil et ne comportent que 2 pâles afin d'alléger leur poids.

<sup>13</sup> Dans le cadre de notre partenariat avec 7 classes primaires. Pour plus d'information, voir le numéro du mois d'avril 2007 de La Jaune et la Rouge... et notre site Internet [www.promethee-energie.org](http://www.promethee-energie.org)

<sup>14</sup> 14 aérogénérateurs de 275 Wc chacun, soit une puissance installée totale de 3,85 MW (système Vergnet)

*Toujours plus de pétrole : plus profond, plus visqueux*

31 mars. Notre « Tour des Energies » s'est intéressé aux innovations tous azimuts du secteur de l'énergie – y compris celles relatives aux ressources fossiles. L'ère de l'or noir est-elle révolue ? Avons-nous atteint le pic d'Hubbert? Loin de nous l'idée d'entrer dans ces controverses qui s'approchent plus de la rhétorique que de l'analyse scientifique tant les données sont difficiles d'accès. Néanmoins, si les ressources pétrolières sont incontestablement limitées, différentes techniques permettent d'en augmenter les réserves : d'où notre intérêt pour l'Angola et son pétrole sous-marin des grands fonds.

L'Angola, qui se remet aujourd'hui difficilement de 30 années de guerre civile, a commencé dans les années 50 ses premières exploitations pétrolières.

En 1997, le gigantesque gisement de Dalia a été découvert, à 135 kms de la côte et par plus de 1000 mètres de fonds. La production, débutée en décembre 2006 a atteint en avril 2007 un plateau de 240 000 barils / jour (71 puits, dont 37 de production). En quoi ce projet colossal (4 G\$ d'investissement) est-il innovant ?



Figure 10– Sur mer et sous mer : l'exploitation offshore Dalia.

Tout d'abord, la hauteur d'eau au dessus du gisement varie entre 1200 et 1500 mètres, ce qui rend complexe l'installation des équipements d'exploitation (recours à du téléguidage de grande précision).

D'autre part, pour empêcher la formation d'hydrates (due aux températures des eaux profondes), et extraire une huile passablement visqueuse, des technologies sophistiquées sont nécessaires (puits horizontaux, pipelines à plus gros diamètre, isolation thermique renforcée).

La profondeur d'eau empêche d'autre part l'utilisation d'une plateforme. L'exploitation du gisement se fait à partir d'un FPSO (Floating, Production, Storage and Off-loading structure). Il s'agit d'une barge de la taille d'un pétrolier géant abritant une véritable usine flottante, près de 30 000 t d'équipements à son bord. Ceux-ci lui permettent notamment de séparer le pétrole du gaz, et de réinjecter ce dernier dans le gisement. Alors que le torchage du gaz était pratique courante sur les champs offshore, la réinjection de gaz est aujourd'hui une obligation lorsque le volume critique de production du gaz n'est pas atteint... une évolution vers une production plus propre?

*Suntech ou une entreprise solaire rentable en Zambie !*

6 avril - La Zambie est un pays pauvre, 166<sup>ème</sup> sur 177 en Indice de Développement Humain<sup>15</sup> onusien. Mais cette statistique ne sait pas dire l'exceptionnelle richesse du pays : fort de ses 70 tribus et 10 millions d'habitants pour un territoire grand comme 1,5 fois la France, il n'a, contrairement à ses voisins, jamais connu de guerre - et concentre 30% des réserves en eau de toute l'Afrique australe.

C'est à Lusaka que nous rencontrons Gerda Smulders. Du Zimbabwe où son mari et elle enseignaient dans un lycée technique, cette Hollandaise a choisi de s'installer en Zambie et d'y lancer une entreprise spécialisée dans l'importation et la vente d'équipements solaires. L'analyse qu'elle fait des besoins

locaux diffère significativement de celle développée par les organismes internationaux pour l'aide au développement. Selon eux, le premier besoin auquel répond l'électricité est l'éclairage (pour que les enfants fassent leurs devoirs, que les femmes puissent exercer des activités artisanales le soir...). Ce à quoi Mme Smulders rétorque : balivernes ! Aujourd'hui, ce qui importe, c'est d'accéder à l'information. Ecouter la radio, regarder quelques heures de télévision, pouvoir charger son téléphone portable, être connecté au monde via Internet sont bien plus importants pour les Zambiens que l'éclairage ! Les familles sont pauvres, mais disposent une fois par an d'importantes ressources financières : à la récolte, certains peuvent mettre de côté suffisamment d'argent pour acheter un équipement solaire. C'est ainsi que ce commerce est né : d'un besoin bien compris, auquel est apportée une réponse non subventionnée. Aujourd'hui et malgré des débuts difficiles, Suntech dégage un chiffre d'affaire honorable, qui lui permet d'envisager des extensions à son activité, dont par exemple un centre de formation à l'utilisation et la maintenance de ces merveilles technologiques !

Après ces trop courts séjours, c'est le 14 avril que nous avons embarqué pour l'Asie... dont nous vous entretiendrons le mois prochain ! Au programme : Pakistan, Inde, Chine et Japon, dont vous pouvez trouver un avant-goût sur [www.promethee-energie.org](http://www.promethee-energie.org).

---

<sup>15</sup> IDH, indice statistique mis en place en 1990 incluant des données sur la santé, l'éducation et le niveau de vie du pays.