

**HENRI BOYÉ (67)**

*consultant en énergie  
et en électrification rurale*

**THOMAS LÉONARD (2002)**

*associé d'Okan*

**NICOLAS PLAIN (2011)**

*en thèse Cifre*

## DES SOLUTIONS ADAPTÉES AU CAS DE L'AFRIQUE

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



Les petits groupes thermiques électrogènes ont un coût de revient élevé.

### REPÈRES

L'Afrique dispose d'un énorme potentiel en énergies renouvelables : hydroélectrique, biomasse (souvent surexploitée), éolien, et bien évidemment une importante ressource solaire dans la plupart des régions (irradiation de 2250 kWh/m<sup>2</sup>/an à Dakar à comparer aux 1210 kWh/m<sup>2</sup>/an à Paris).

**A**UJOURD'HUI dans le monde près de 1,2 milliard d'humains n'a pas accès à l'électricité, dont plus de 600 millions sur le continent africain. L'Afrique est en effet à la traîne en termes d'infrastructures – faible capacité installée (pour l'ensemble du continent hors Afrique du Sud, capacité 3 fois inférieure à celle de la France), réseau peu développé, taux d'électrification très faible (37,5 % pour l'Afrique subsaharienne). Avec la forte chute des coûts du solaire PV, l'énergie solaire n'est plus du tout

une utopie, elle devient réellement compétitive par rapport au diesel dans les zones hors réseau et peut apporter une contribution décisive à l'électrification du continent, à un coût abordable et de manière propre.

### DES INVESTISSEMENTS SUPPORTABLES

Au plan économique, les montants d'investissement sont aujourd'hui de quelques dizaines d'euros pour une bonne lampe solaire photovoltaïque à batterie intégrée, et de quelques centaines

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

### DES SOLUTIONS ADAPTÉES À LA VARIÉTÉ DES SITUATIONS

Les systèmes solaires peuvent être déployés de manière adaptée à chaque zone de peuplement. Dans les zones éloignées du réseau, avec une faible densité de population, les SHS (Solar Home Systems) individuels sont généralement la solution à privilégier avec des panneaux solaire PV (1 à 40 watts-crête) et une batterie pour le stockage. Sur les cinq dernières années, les leaders du marché (M-Kopa, Off-Grid Electric, Mobisol, etc.) ont levé plus de 360 millions de dollars et servent plus de 700 000 consommateurs. Ces systèmes permettent à chaque foyer d'économiser annuellement jusqu'à 200 dollars.

Dans les zones couvertes par le réseau, il est alors possible d'utiliser des centrales solaires plus importantes (10 à

100 MWe) qui vont injecter directement leur production dans le réseau.

Cette production pourra être issue de centrales solaires thermodynamiques de type CSP (Concentrating Solar Power Plant) à concentration. C'est le cas au Maroc qui développe actuellement la plus grande centrale CSP au monde à Ouarzazate. Elle peut aussi provenir de centrales photovoltaïques. C'est ainsi que Neoen vient de signer un contrat de partenariat public-privé de vingt-cinq ans en Zambie pour 54 MWe pour un prix de vente record de US \$ 0,0602 par kilowattheure.

### LES MINI-RÉSEAUX POUR DES SITUATIONS INTERMÉDIAIRES

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

loppement de réseaux « à l'européenne » étant non supportables par les États. Là encore, le solaire a tout son rôle à jouer pour la production d'électricité et pour fournir un service électrique de qualité capable de soutenir le développement des usages commerciaux et industriels, pour ces zones.

### DES PRIX DE REVIENT COMPÉTITIFS

Pour les miniréseaux, une fois de plus, le solaire peut désormais être une option privilégiée. Ces zones, si elles sont électrifiées aujourd'hui, le sont bien souvent par des petits groupes thermiques électrogènes, diesel ou essence, au coût de revient très élevé. La production est fondamentalement chère et il convient de prendre en compte les surcoûts (parfois plus de 50 %) liés à l'approvisionnement complexe en

carburant, ces lieux étant souvent isolés. Un système à base solaire photovoltaïque permet aujourd'hui de produire des kilowattheures à un coût de revient compétitif,

nettement inférieur au diesel, parfois de moitié. Couplés à d'autres moyens de production (thermique ou idéalement hydroélectrique ou biomasse) permettant

« La compétitivité des miniréseaux solaires est démontrée »



Avec la forte chute des coûts, l'énergie solaire devient réellement compétitive par rapport au diesel dans les zones hors réseau.



DR

Le développement du solaire est une opportunité pour favoriser le développement durable.

de gérer les intermittences et les pics de demande (notamment le soir) en attendant une baisse suffisante du coût du stockage (attendu d'ici cinq ans), les systèmes hybrides sont des solutions performantes économiquement. Ces « petites » centrales hybrides ont également d'autres avantages : rapidité et facilité d'installation (moins d'un an), modularité et proximité possible avec les consommateurs pour limiter les coûts du réseau local, avec un réseau intelligent.

### DES BESOINS EN CAPITAUX ET EN COMPÉTENCES POUR LE DÉPLOIEMENT

La compétitivité des miniréseaux solaires est démontrée, reste à assurer leur déploiement sur le terrain. La clé est maintenant de trouver la manière de déployer à l'échelle ces miniréseaux avec un *business model* adapté, qui nécessite l'intégration de plusieurs métiers et compétences : innovation financière pour permettre le financement de ces systèmes (pas d'acheteur institutionnel mais une myriade de consommateurs finaux appartenant au « bas de la

pyramide »), innovation dans la gestion client pour assurer un service low cost mais efficace (SAV, facturation, recouvrement, notamment en utilisant la technologie de paiement mobile), formation des ressources humaines pour assurer la gestion et la maintenance du système sur le long terme, etc.

### DES OPÉRATIONS PILOTES POUR VALIDER LES CONCEPTS

De nombreux développeurs travaillent actuellement sur des opérations pilotes pour valider la faisabilité technique et l'équilibre économique et financier des miniréseaux. Beaucoup de projets de petite taille se sont développés par exemple en Tanzanie où l'État a fixé un cadre institutionnel et réglementaire favorable, en permettant la fixation libre des prix de revente de l'électricité pour les miniréseaux de puissance inférieure à 100 kW.

C'est ce dont devraient s'inspirer de nombreux États africains, afin d'offrir aux investisseurs et développeurs privés un cadre des affaires adapté au développement des *minigrids*.

« Une énergie propre, fiable pour tous à l'horizon 2030 »

### UN MARCHÉ DE 140 MILLIONS DE CONSOMMATEURS

Les miniréseaux solaires seront une composante importante de l'électrification à grande échelle des pays en développement. L'Agence internationale de l'énergie estime que près de 140 millions de personnes sur le continent africain obtiendront ainsi l'accès à l'électricité. Le développement des miniréseaux solaires est donc une formidable opportunité pour permettre d'atteindre l'objectif du développement durable n° 7 des Nations unies – l'accès à une énergie propre, fiable pour tous à l'horizon 2030 – y compris dans des zones isolées, tout en restant compatible avec les objectifs climatiques de la COP 21.

Au Sénégal, plusieurs concessions d'électrification rurale en solaire ont été attribuées à des opérateurs privés. En République démocratique du Congo, vaste pays où le taux d'électrification réel est de moins de 10 %, un appel d'offres original de miniréseaux à base solaire est en préparation pour des opérateurs privés, sur des sites pilotes pré-étudiés, pour des puissances en solaire de plusieurs mégawatts et des populations dépassant 100 000 habitants. ■



**KARIM EL ALAMI (2011)** *directeur général Elum-Energy*

## SOLAIRE : L'ÉMERGENCE D'UN MODÈLE AFRICAIN

**Karim El Alami (2011) s'est associé avec un de ses camarades de promotion, Cyril Colin, pour fonder Elum-Energy, une start-up qui a développé une plateforme informatique pour la gestion de l'énergie dans des modèles distribués. Il témoigne ici de son vécu en Afrique.**

**D**EPUIS une dizaine d'années, l'Afrique connaît une véritable révolution grâce à l'émergence du téléphone et du paiement mobiles (dit *pay as you go*). Au-delà de cette nouvelle donne, il apparaît qu'un modèle distribué et décentralisé s'impose comme une solution technologique avec un impact économique notable sur la région. Cette révolution se met en place dans le secteur de l'énergie : depuis 2010, les prix des modules des panneaux photovoltaïques et des batteries ont été divisés par 5. Cela rend les systèmes combinant énergie solaire et stockage moins chers que les systèmes d'électrification traditionnels (à base de générateurs diesels et de réseaux peu fiables) et amène à des modèles économiques

viables. À petite échelle, les kits solaires sont une alternative économiquement intéressante pour les villages non électrifiés. Des entreprises comme Off-Grid Electric, M-Kopa ou Upowa proposent des petits panneaux solaires de 10 W et des batteries pour assurer les besoins élémentaires d'une famille. Les habitants paient avec leur téléphone

portable en *pay as you go* à l'avance pour pouvoir débloquent l'utilisation de l'électricité. À moyenne échelle, des solutions de microréseaux avec une installation solaire d'une dizaine à une centaine

*« Depuis 2010, les prix ont été divisés par cinq »*

de kilowatts, de batteries et de générateurs diesels émergent pour des secteurs variés comme les usines, les bâtiments commerciaux, des installations de télécommunications, ou des villages. Certaines entreprises se positionnent déjà sur ce créneau comme Engie, Total, Bolloré... avec des *business models* variés en fonction des géographies et des clients finaux visés. À grande échelle, certaines entreprises équipent directement des bâtiments miniers : c'est le cas de EREN ou Aggreko. Ces nouvelles initiatives ne constituent que le début du développement des énergies solaires en Afrique. Avec 646 millions de personnes non reliées à l'électricité, avec une croissance démographique et économique importante, la consommation énergétique de l'Afrique augmentera indéniablement et le solaire à coup sûr aura un rôle prépondérant. C'est la raison pour laquelle l'entreprise Elum se positionne dans les solutions logicielles pour optimiser la gestion des microréseaux et faire diminuer la facture des bâtiments. ■



© KRISSTY / FOTOLIA.COM

À petite échelle, les kits solaires sont une alternative économiquement intéressante pour les villages non électrifiés.