

INTRODUCTION

Électrification décentralisée et développement : un premier bilan des initiatives récentes

Jean-Claude Berthélemy et Victor Béguerie - Coordinateurs



Jean-Claude Berthélemy est Professeur à l'Université Paris 1, dont il a dirigé le département d'économie, et co-directeur de l'axe de recherche « Économie du développement durable » du Centre d'Économie de la Sorbonne. Il est

également Senior Fellow de la FERDI, pour laquelle il anime des recherches sur l'accès à l'électricité au sein du programme « Environnement, climat et développement » ; et membre correspondant de l'Institut de France (ASMP).



Victor Béguerie est chargé de recherche au sein du programme « Environnement, climat et développement » de la FERDI. Son travail se concentre sur l'accès à l'énergie moderne et à l'électricité, sur leurs impacts sur les conditions

de vie des ménages, et sur leur fiabilité. Il a un doctorat en économie du développement du CERDI – Université d'Auvergne, qui porta sur l'analyse d'impact du programme des Plates-formes Multifonctionnelles sur les conditions de vie des femmes et des enfants au Burkina Faso.

De nombreuses initiatives ont été développées ces dernières années dans le but de favoriser l'accès des populations à l'électricité. Malgré ces actions et la prise de conscience de la communauté internationale du rôle important que l'accès à l'électricité peut jouer dans la réduction de la pauvreté (DFID, 2002 ; CDEAO et UEMOA, 2006), il reste encore beaucoup à faire pour atteindre l'Objectif du Développement Durable 7 d'un accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable. En effet, 1,2 milliard de personnes vivent encore sans électricité (AIE, 2015), soit 17 % de la population mondiale. 97 % de ces personnes vivent en Afrique subsaharienne ou en Asie en développement (Ibid.). Les niveaux d'électrification marquent de fortes disparités régionales. L'objectif d'un accès universel à l'électricité est quasiment gagné pour l'Afrique du Nord, le Moyen Orient et l'Amérique Latine, avec des taux d'électrification de 99,92 et 95 % respectivement (Ibid.). Comme illustré à la Figure 1, les zones rurales d'Afrique subsaharienne et d'Asie en développement, avec un taux d'électrification rurale de respectivement 17 et 78 %, concentrent la plupart des enjeux.

EXTENSION DES GRANDS RÉSEAUX ET ÉLECTRIFICATION DÉCENTRALISÉE : DEUX APPROCHES COMPLÉMENTAIRES

Jusqu'à récemment ces initiatives en faveur de l'accès des populations à l'électricité se sont principalement focalisées sur les grands réseaux, ce qui correspond d'ailleurs au savoir-faire des grandes institutions de financement du développement. Les initiatives les plus récentes (Power Africa ; New Deal pour l'Énergie en Afrique notamment) font toutefois place à des projets d'électrification décentralisée. Par ailleurs de nombreuses ONG, petites ou grandes, et de nombreuses entreprises privées, sont actives depuis plusieurs années dans ce domaine.

Plusieurs raisons militent en faveur d'un intérêt croissant pour la mise en œuvre de solutions décentralisées, du moins dans les régions les plus en retard en matière d'électrification, à savoir l'Afrique sub-saharienne et l'Asie du Sud.

La dispersion de la population sur de grands territoires, et les coûts élevés du transport de l'électricité sur de longues distances, rendent très coûteux les projets d'extension des grands réseaux électriques. À titre d'exemple l'ADEA (2015) a chiffré à 884 milliards de dollars le plan initié par Jean-Louis Borloo en vue de l'électrification universelle de l'Afrique à l'horizon 2040, plan qui repose essentiellement sur des investissements dans l'extension des capacités de production et de distribution des grands réseaux, dont plus de la moitié serait consacrée à des infrastructures de transport et de distribution.

CHRONOLOGIE DES PRINCIPALES INITIATIVES RÉCENTES EN FAVEUR DE L'ÉLECTRIFICATION

- 2016**
 - Electrification Financing Initiative (Commission européenne)
 - Africa Power Vision (Commission de l'Union africaine, Nepad, Ministère nigérian des finances, Commission des Nations Unies pour l'Afrique et Banque africaine de développement)
- 2015**
 - The New Deal pour l'Énergie en Afrique (Banque africaine de développement)
 - Energy Africa campaign (DFID)
 - African Energy Leaders Group (chefs d'État et patrons d'entreprises)
 - Energy Access Ventures Fund (Schneider Electric, CDC Group, DFID, Banque européenne d'Investissement, FISEA, PROPARCO, OFID, et AFD- FFEM)
 - Énergies pour l'Afrique (Jean-Louis Borloo)
- 2013**
 - Power Africa (gouvernement Obama)
- 2012**
 - Sustainable Energy Fund for Africa (Banque africaine de développement)
 - Access to Energy Initiative (World Business Council for Sustainable Development)
 - Global Electricity Initiative (initiative associée au World Energy Council)
 - Global Lighting and Energy Access Partnership (initiative inter-gouvernementale)
- 2011**
 - Sustainable Energy for All (Nations Unies)
- 2008**
 - Africa Electrification Initiative (Banque mondiale)
- 2007**
 - Lighting Africa (Banque mondiale)

On constate que même quand les consommateurs potentiels sont proches du réseau (« under grid ») ils ne se connectent pas toujours. Lee et al. (2014) ont montré à partir de données collectées au Kenya que la moitié des ménages non connectés au réseau vit à moins de 200 mètres d'une ligne basse tension. Les coûts de raccordement expliquent une partie du phénomène, mais pour bien le comprendre il faut aussi prendre en compte la faible fiabilité des réseaux dans les régions en retard de développement électrique.

Les solutions décentralisées, qu'elles prennent la forme de solutions individuelles ou collectives (mini-réseaux, kiosques) constituent une réponse partielle aux défis posés par le coût extrêmement élevé et le manque de fiabilité des grands réseaux. Ceci a d'ailleurs été observé depuis longtemps dans l'industrie en Afrique sub-saharienne, où les entreprises industrielles qui dépendent de l'électricité pour leur production se sont majoritairement équipées de générateurs électriques autonomes, malgré le coût élevé de l'électricité produite par ces générateurs, pour pallier les pannes du réseau sur lequel elles sont par ailleurs connectées.

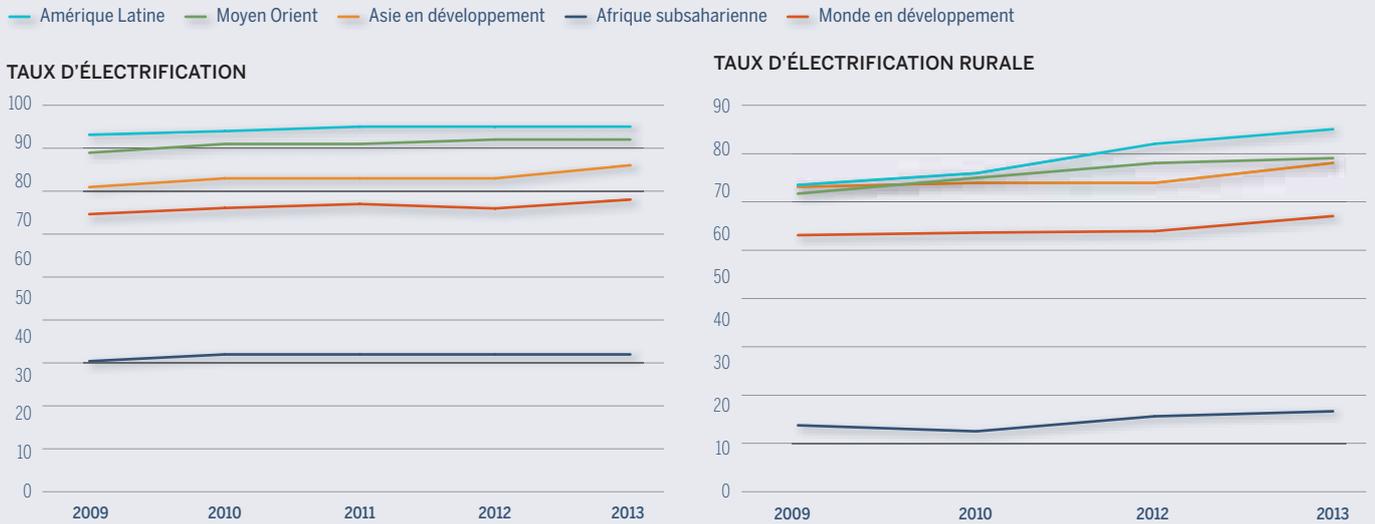
Les solutions décentralisées d'accès à l'électricité offrent une capacité d'approvisionnement électrique moins importante que celle permise par le réseau, notamment en termes de puissance disponible. Cependant, les activités agricoles et les petites activités de services ou artisanales qui peuvent se développer en zones rurales (éclairage, réfrigération, irrigation, utilisation de petits outillages électriques) ne nécessitent pas de courant de forte puissance. Par ailleurs, ces activités font partie de celles qui ont le plus fort impact en matière de réduction de la pauvreté en Afrique sub-saharienne d'après la Banque mondiale (Banque mondiale, 2014). Ainsi le développement de l'électrification décentralisée peut constituer une option pertinente dans la perspective d'une politique de développement centrée sur la réduction de la pauvreté.

La recherche de sources d'énergie renouvelables (principalement solaire, mais aussi éolien, hydraulique, biomasse et géothermique) est compatible avec la mise en œuvre de projets décentralisés. Dans le contexte actuel où le développement durable et le changement climatique sont au cœur des enjeux de notre planète, il est primordial que la réduction de la fracture énergétique s'opère d'une manière durable et respectueuse de l'environnement. Les solutions décentralisées reposant totalement ou partiellement sur des énergies renouvelables offrent cette possibilité. En effet, les solutions techniques intégrant les énergies renouvelables existent et ont déjà fait leurs preuves (centrales micro-hydroélectriques, solaires, éoliennes, hybrides, kiosques, kits ou lampes solaires). Par ailleurs la baisse des prix des panneaux solaires, qui pourrait atteindre 67 % entre 2011 et 2020, va à cet horizon rendre le coût de l'électricité d'origine photovoltaïque comparable au coût des sources traditionnelles d'électricité (de la Tour et al., 2014).

La multiplication des initiatives, et leur absence de coordination, rendent impossible le recensement et l'évaluation des nombreuses solutions d'électrification décentralisée qui ont été récemment développées ou sont en cours de réalisation. Il est impossible dans ces conditions d'avoir une vision claire des mérites respectifs des différentes solutions proposées, qui peuvent d'ailleurs totalement dépendre du contexte, géographique et institutionnel, dans lequel ces solutions sont mises en œuvre.

“LA DISPERSION DE LA POPULATION SUR DE GRANDS TERRITOIRES, ET LES COÛTS ÉLEVÉS DU TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ SUR DE LONGUES DISTANCES, RENDENT TRÈS COÛTEUX LES PROJETS D'EXTENSION DES GRANDS RÉSEAUX ÉLECTRIQUES.”

Taux d'électrification dans le monde en développement



Source : AIE, Rapports annuels World Energy Outlook

Figure 1

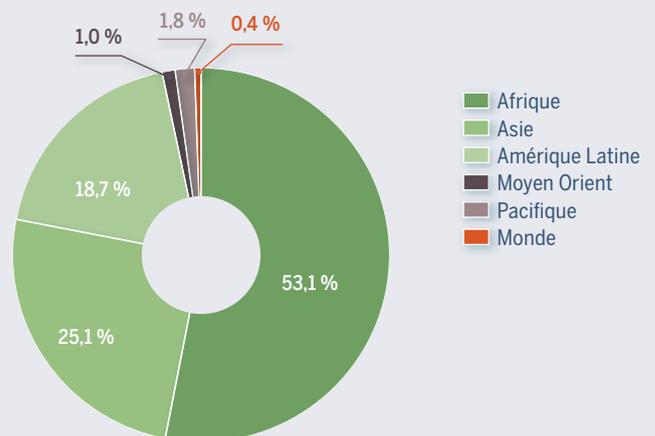
UN ÉTAT DES LIEUX DES PROJETS RÉCENTS

À notre connaissance, la seule initiative qui ait été mise en place en vue de rassembler des informations sur ces expériences est la base de données de World Access to Modern Energy (WAME) & EXPO 2015¹. WAME & EXPO 2015 est une association fondée par huit grandes entreprises européennes d'énergie (A2A, Edison, Enel, Eon, Gas Natural Italia, Engie et Tenaris) et les organisateurs de l'Exposition Universelle 2015 de Milan. Son but est de sensibiliser le public aux enjeux et aux conséquences du manque d'accès aux énergies modernes pour une grande part de la population mondiale. Cette association lutte pour éradiquer la « fracture énergétique moderne », en supportant, développant et multipliant les initiatives d'actions de terrain dans ce domaine. La base de données de WAME contient des projets, politiques, études de cas et publications d'accès à l'énergie qui ont contribué à accroître l'accès des ménages, des organisations collectives et des entreprises aux services énergétiques essentiellement en Asie, Afrique et Amérique Latine. Les initiatives recensées dans la base de données ont un focus particulier (mais pas exclusif) sur les énergies renouvelables et couvrent un large panel d'acteurs (bailleurs de fonds bilatéraux et multilatéraux, institutions publiques, gouvernements, ONG, entreprises privées, fondations). Sans être exhaustive, l'exploitation de cette base de données nous permet d'établir une première vue d'ensemble sur l'état actuel des projets d'électrification décentralisée.

En se concentrant sur les données recueillies sur des projets documentés de façon précise (localisation, année, source de l'énergie et technologie utilisée) 606 projets ou études de cas d'électrification menés entre 2000 et 2015 ont pu être identifiés. Parmi ces 606 projets, 481 (79,4 %) concernent des initiatives d'électrification décentralisée, 99 (16,3 %) des initiatives d'électrification centralisée, et 26 (4,3 %) des initiatives d'électrification qui intègrent à la fois la densification ou l'extension du réseau national et la mise en place de systèmes décentralisés.

La répartition géographique des projets d'électrification décentralisée ou des projets à la double dimension centralisée et décentralisée est la suivante :

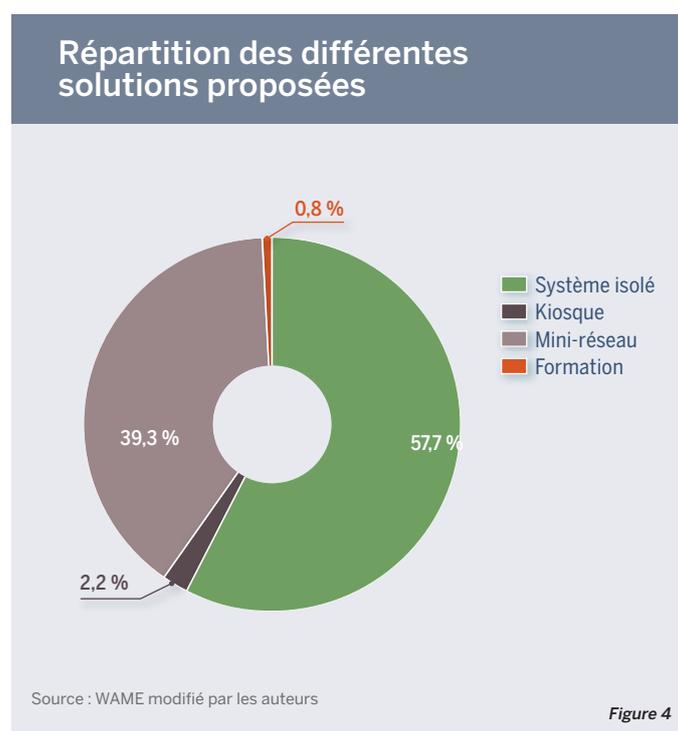
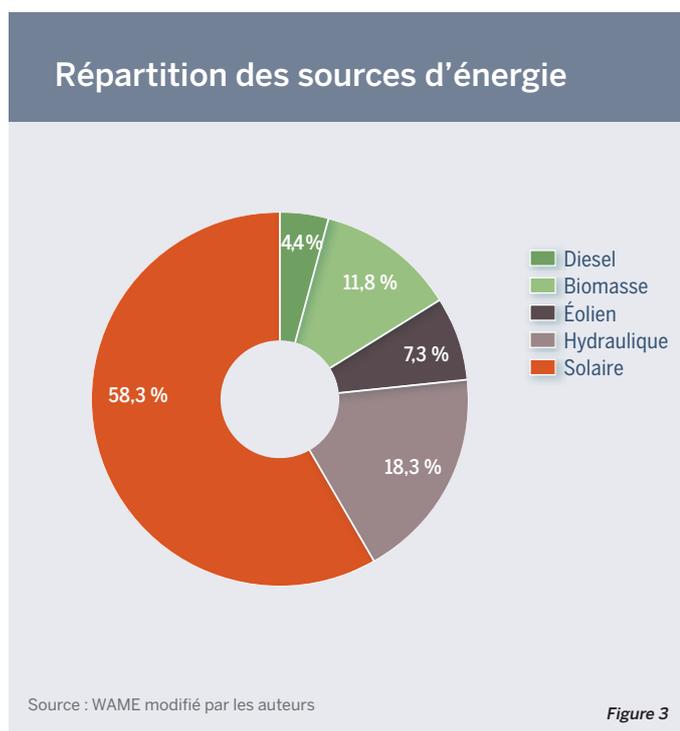
Répartition géographique des projets recensés



Source : WAME modifié par les auteurs

Figure 2

¹ <http://www.wame2015.org/database>



Sans surprise, l'Afrique et l'Asie concentrent près de 80 % des projets d'électrification recensés dans la base de données entre 2000 et 2015.

Les sources d'énergie de ces projets d'électrification décentralisée sont très variées : combustibles fossiles, solaire, hydraulique, éolien, biomasse. 15,9 % des initiatives recensées concernent distinctement plusieurs sources d'énergie, et 4 % combinent ces sources d'énergie dans des technologies hybrides allant de la simple centrale solaire-thermique à des solutions plus complexes alliant l'énergie solaire, éolienne et le diesel par exemple. La source d'énergie la plus répandue est le solaire, avec une utilisation dans près de 60 % des projets d'électrification décentralisée recensés.

Trois grandes familles de solutions techniques peuvent être identifiées :

- les mini-réseaux alimentés par des centrales électriques (thermique, solaire, hydraulique, hybride...).
- les kiosques énergétiques offrant divers services utilisant l'énergie électrique aux communautés.
- les systèmes isolés permettant l'accès à l'électricité des ménages ou des structures collectives (écoles, centre de santé, pompe à eau...). Ces solutions techniques peuvent prendre la forme de lampes solaires, de kits solaires, de pico-turbines, de pico-éoliennes, de biodigesteurs à usage individuels...

20,6 % des projets recensés concernent plusieurs familles de solutions techniques.

La plupart des projets recensés a une dimension de renforcement des capacités. Une minorité d'entre eux, en revanche, se consacre exclusivement à la formation.

Les systèmes isolés (57,7 %) et les mini-réseaux (39,3 %) concentrent la grande majorité des initiatives d'électrification décentralisée recensées dans la base de données.

LES EFFETS ATTENDUS DES PROJETS D'ÉLECTRIFICATION DÉCENTRALISÉE

Il n'est pas possible à partir de la base de données WAME d'évaluer les effets de ces initiatives, tout au plus a-t-on des informations sur les effets attendus. Les effets attendus dépendront certainement de la nature des solutions mises en œuvre.

Des installations individuelles de faible puissance permettent l'éclairage et la recharge de téléphone portable. On ne dispose pas d'information sur les effets sur le bien-être des populations et on en est réduit à des conjectures : l'éclairage le soir devrait permettre aux enfants de mieux progresser dans leur travail scolaire ; disposer d'une solution de recharge de téléphone portable fait économiser du temps qui pourrait être consacré à des activités productives. Tous ces effets en matière d'économie de temps ou de gain de temps utile restent potentiels. À cela on peut ajouter le fait que les populations privées d'éclairage électrique ont recours à des énergies primaires nocives pour la santé et l'environnement et coûteuses (kérosène, bougies, bois) ou multiplient les solutions individualisées et polluantes à long terme (petites lampes à pile ou batterie), mais les effets nocifs de ces solutions traditionnelles sur la santé ne sont généralement pas mesurés.

Des installations de plus forte puissance peuvent participer au déclenchement de processus de développement en contribuant à une transformation économique des communautés concernées, par la création de nouvelles activités artisanales, l'utilisation de pompes hydrauliques pour l'irrigation. Elles peuvent également contribuer à l'amélioration de services

“LE SUCCÈS DE LA MISE EN PLACE D’UN MINI-RÉSEAU DÉPEND DE LA QUALITÉ DE LA GOUVERNANCE DU RÉSEAU.”

publics essentiels tels que des dispensaires ou des écoles. Les mini-réseaux doivent être alors conçus, dimensionnés, organisés (partage de la ressource, modes de facturation) pour permettre le développement de ces usages économiques de l'électricité.

Les contraintes liées à l'intermittence des principales sources de production renouvelable (solaire, éolien) imposent des contraintes supplémentaires dans l'organisation des mini-réseaux, qui sont d'autant plus importantes qu'on l'on veut pouvoir satisfaire une demande de puissance. Le succès de la mise en place d'un mini-réseau dépend alors de la qualité de la gouvernance du réseau. Par comparaison aux grands réseaux interconnectés, qui dans le contexte des pays en développement connaissent des défaillances chroniques associées à l'incapacité des opérateurs de réseau à répondre à la demande, la gouvernance locale des mini-réseaux est potentiellement plus efficace, comme le suggèrent les travaux d'Elinor Ostrom (1999) sur l'efficacité des règles de gouvernance locales pour résoudre la tragédie des communs.

DES RETOURS D'EXPÉRIENCE CONTEXTUALISÉS

Ce numéro spécial de FACTS Reports ne prétend pas répondre à toutes ces questions, mais à exposer des cas concrets d'électrification décentralisée, et à en tirer de premiers enseignements. Ces cas sont exposés par les porteurs des projets eux-mêmes. On trouve déjà des réponses encourageantes aux questions sur l'évaluation de l'impact de ces actions de terrain, même si ces réponses restent souvent très qualitatives. L'examen de ces expériences permet aussi de mettre en évidence quelques facteurs clés pour le succès de ces entreprises. L'identification de la technologie la plus adaptée en fonction des circonstances n'est de loin pas le seul facteur, les questions soulevées sont nombreuses, telles que l'identification préalable des besoins/attentes de la population, l'adaptation du cadre institutionnel et réglementaire, la mise en œuvre de solutions innovantes de financement/paiement par les usagers (solutions « pay-as-you-go », microcrédit), la nécessité de former des entrepreneurs énergie,

qui assurent non seulement l'installation mais aussi la maintenance et le service après-vente ; dans le cas de mini-réseaux, la mise en place d'un mode de gouvernance de ce bien public local qui soit adapté au contexte et qui permette une gestion collective de la maintenance et des conflits potentiels de répartition de la ressource commune.

Ce numéro spécial est centré sur la présentation d'expériences de terrain organisées selon les trois catégories précédemment identifiées (mini-réseaux, kiosques, solutions individuelles) qui correspondent à des stades plus ou moins ambitieux de développement de l'offre électrique décentralisée. Il ne faut évidemment pas évaluer ces différentes solutions à la même aune, mais elles doivent toutes répondre, d'une manière ou d'une autre, aux attentes des populations concernées.

La première partie porte sur les mini-réseaux. Les mini-réseaux, permettent, dans des zones dépourvues d'accès au réseau national interconnecté, l'approvisionnement en électricité de ménages, d'acteurs économiques (TPE) et de fournisseurs de services publics (écoles, dispensaires, etc.). Ces mini-réseaux constituent dans certains cas une alternative intéressante à l'électrification par extension des grands réseaux interconnectés, en apportant des services comparables à ceux des grands réseaux, en termes d'adéquation de la puissance disponible aux besoins notamment. Quatre expériences de création de mini-réseaux sont examinées ici :

- des mini-réseaux hybrides gérés en Mauritanie par la société CDS agissant comme concessionnaire de service (article de David Munnich).
- des mini-réseaux construits dans le cadre du programme d'électrification rurale au Mali auquel a contribué le GERES (entretien avec Benjamin Pallière).
- un projet de déploiement de pico-turbines au Laos par Électriciens sans frontières (article de Gérard Descotte).
- le projet d'électrification rurale Rhyviere développé à Madagascar par le GRET (article de Julien Cerqueira).

Cette première partie comprend par ailleurs deux articles relevant de l'analyse de l'électrification par un réseau national mais d'un intérêt particulier pour la gouvernance et la gestion des mini-réseaux :

- un article sur un projet social, « Light Recicla », permettant l'inclusion des pauvres dans l'accès à l'électricité au Brésil (article d'Eleanor Mitch et Fernanda Mayrink)
- un article sur les contraintes limitant l'inclusion des sources intermittentes dans le réseau électrique des Seychelles identifiées par l'entreprise Energynautics (article de Tom Brown, Nis Martensen et Thomas Ackermann).

La deuxième partie porte sur les kiosques énergétiques, qui permettent d'offrir à la population locale des services dont la production nécessite une source d'électricité (solaire dans les exemples considérés), plutôt qu'un accès à une connexion électrique. Ces solutions peuvent ainsi apporter dans des villages reculés et pauvres, où la construction d'un mini-réseau s'avérerait non-soutenable économiquement, les premiers bienfaits en matière de modernisation de la vie économique et sociale que l'électricité procure de manière spécifique, tels que la réfrigération ou encore l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

- Le développement de kiosques solaires par l'entreprise sociale HERi Madagascar (article de Louis Tavernier et Samy Rakotoniana).
- Le développement par la fondation SELCO de centres d'énergie intégrés pour les populations vivant dans des habitats informels au Karnataka (article de Adritha Subbiah, Sahar Mansoor, Rachita Misra, Huda Jaffer et Raunak Tiwary)

La troisième partie est consacrée aux solutions solaires individuelles. Souvent limitées à l'apport de courant de faible puissance pour l'éclairage

et à la recharge des téléphones portables, les solutions individuelles n'en rencontrent pas moins un grand succès dans de nombreux pays en développement en raison de la simplicité de leur mise en œuvre, de la conception de solutions de financement adaptées « pay-as-you-go », à tel point que leur diffusion relève maintenant de plus en plus d'initiatives commerciales privées plutôt que de projets financés par des ONG ou des agences d'aide. L'arrivée à maturité d'un marché pour les solutions individuelles reste cependant conditionnée par la mise en place d'infrastructures de marché, notamment des réseaux de distribution et de maintenance, ou des solutions de financement dédiées (telles que des institutions de microfinance), qui dépendent encore largement d'initiatives collectives.

Plusieurs articles traitent de ces problématiques :

- Deux articles qui illustrent la diffusion des solutions de commercialisation avec financement de type « pay-as-you-go », l'un relatant l'expérience de la société Azuri Technologies qui commercialise des solutions solaires individuelles au Rwanda avec l'aide de l'USAID (article de Simon Collings et Anicet Munyehirwe), l'autre discutant les leçons tirées du projet « Light Lwengo » développé par Village Power en Ouganda (article de Annie von Hülsen, Thomas Huth et Simon Koch).
- Deux articles sur le microcrédit comme solution de financement d'achat de solutions solaires individuelles, l'un sur le Burkina Faso où intervient dans ce domaine la Fondation Énergies pour le Monde (article de Sarah Holt) et l'autre sur les partenariats construits par PAMIGA avec des institutions locales de microfinance au Cameroun, en Ethiopie et au Kenya (article de Marion Allet).
- Un article relatant l'expérience de PAMIGA dans la formation d'« entrepreneurs énergie » pour aider à la construction d'un marché pour les solutions solaires, au Cameroun et en Ethiopie (article de Marion Allet).

Enfin une dernière partie présente deux articles de synthèse qui permettent de tirer des premières leçons de l'expérience des dernières années en matière d'électrification décentralisée. En cohérence avec le fait que les initiatives se sont concentrées sur les solutions solaires décentralisées ces deux articles portent largement sur ce thème. Il s'agit de :

- Un article qui fait le bilan des leçons tirées des projets primés par les « Ashden Awards » en matière de développement de l'accès à l'électricité renouvelable (article de Anne Wheldon, Chhavi Sharma et Ellen Dobbs).
- Un article qui présente les récentes dynamiques du marché des produits solaires en Afrique (article de Jörg Peters et Michael Grimm).

“IL FAUT QUE L'ARRIVÉE DE L'ÉLECTRICITÉ AIT UN VÉRITABLE EFFET DE TRANSFORMATION DES COMPORTEMENTS ET DES MODES DE PRODUCTION.”

CONCLUSION

*Ce numéro spécial de FACTS Reports sur l'électrification décentralisée n'apporte sans doute pas de réponses définitives aux questions, légitimes, qui se posent sur la pertinence pour le développement des projets d'électrification décentralisée. Il montre néanmoins que de nombreuses solutions ont émergé pour résoudre les difficultés rencontrées, notamment dans le domaine de la diffusion des solutions solaires individuelles, mais également dans l'établissement de solutions plus ambitieuses telles que des mini-réseaux. Il reste sans doute en pratique beaucoup d'obstacles, technico-économiques, financiers et organisationnels, à surmonter, et la multiplication des retours d'expérience tels que ceux que nous avons réunis ici devrait y contribuer. D'autres questions restent également à explorer en ce qui concerne la réalité des impacts économiques et sociaux. Ces impacts sont parfois vérifiés, mais la mesure de ces impacts est loin d'être systématique. Il faudrait dans l'avenir mieux mesurer les impacts, économiques, sociaux et environnementaux des projets mis en œuvre dans ce domaine. Nous soumettons en conclusion que, pour parvenir à des impacts significatifs sur le développement, **il faut que l'arrivée de l'électricité ait, dans les différents contextes géographiques et économiques, comme dans les différentes strates de la population, un véritable effet de transformation des comportements et des modes de production.***

RÉFÉRENCES

- ADEA (2015), Energy for Africa, n°19, mai/juin
- AIE (2015), World Energy Outlook 2015
- Banque mondiale (2014), Africa's Pulse vol. 10
- CEDEAO et UEMOA (2006), Livre Blanc pour une Politique régionale, sur l'accès aux services énergétiques des populations rurales et péri-urbaines pour l'atteinte des ODM
- DFID (2002), Energy for the poor – Underpinning the Millennium Development Goals
- Lee K., Brewer E., Christiano C., Meyo F., Miguel E., Podolsky M., Rosa J. and Wolfram C. (2014), Barriers to Electrification for “Under Grid” Households in Rural Kenya, *NBER Working Paper No. 20327*
- Ostrom E. (1999), Coping with tragedies of the commons, *Annual Review of Political Science*, Vol. 2: 493-535
- de la Tour A., Glachant M. and Ménière Y. (2014), Predicting the costs of photovoltaic solar modules in 2020 using experience curve models, *Energy*, 62, pp 341-348. doi: 10.1016/j.energy.2013.09.037