



Quartier informel d'Enkanini, Cap-Occidental, Afrique du Sud
Crédit photo : MrNovel / Shutterstock

Énergie solaire : favoriser l'accès à l'électricité des quartiers non raccordés

La population urbaine non raccordée au réseau

L'accès à l'électricité est indispensable pour garantir un développement durable et nécessaire aux activités domestiques essentielles¹. À l'inverse, le manque d'électricité peut entraver la productivité, limiter les possibilités de création de revenus et affecter la capacité des populations à améliorer leurs conditions de vie. Près de 1,1 milliard de personnes dans le monde sont encore privées d'accès à l'électricité et un milliard sont reliées à des réseaux électriques instables et peu fiables^{2,3}. Bien que des progrès considérables aient été enregistrés ces dernières années en matière d'électrification dans des pays comme l'Inde et le Nigéria, les prévisions réalisées portent à croire que près de 780 millions de personnes pourraient encore être coupées du réseau en 2030². Des approches nouvelles et durables de distribution d'électricité qui transcendent les normes établies doivent être adoptées, surtout si nous voulons atteindre l'objectif de développement durable visant

à garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables et modernes, à un coût abordable, d'ici 2030.

Les zones rurales sont celles qui ont le plus besoin de solutions énergétiques hors réseau, mais le problème de l'accès à l'électricité rencontré par les résidents des zones urbaines doit aussi être pris en compte. Aujourd'hui, environ 48 % de la population des pays en développement réside dans les villes et ce pourcentage pourrait atteindre 63 % d'ici 2050⁴. Près d'un quart de la population urbaine vit dans différentes formes de quartiers informels et cette proportion est beaucoup plus élevée dans les villes d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine à forte croissance. La demande croissante d'infrastructures et de services – logements adéquats, approvisionnement en eau salubre et assainissement, et sources d'énergie fiables et financièrement abordables, telles que l'électricité – a tendance à excéder la capacité des villes à répondre aux besoins de tous leurs habitants.



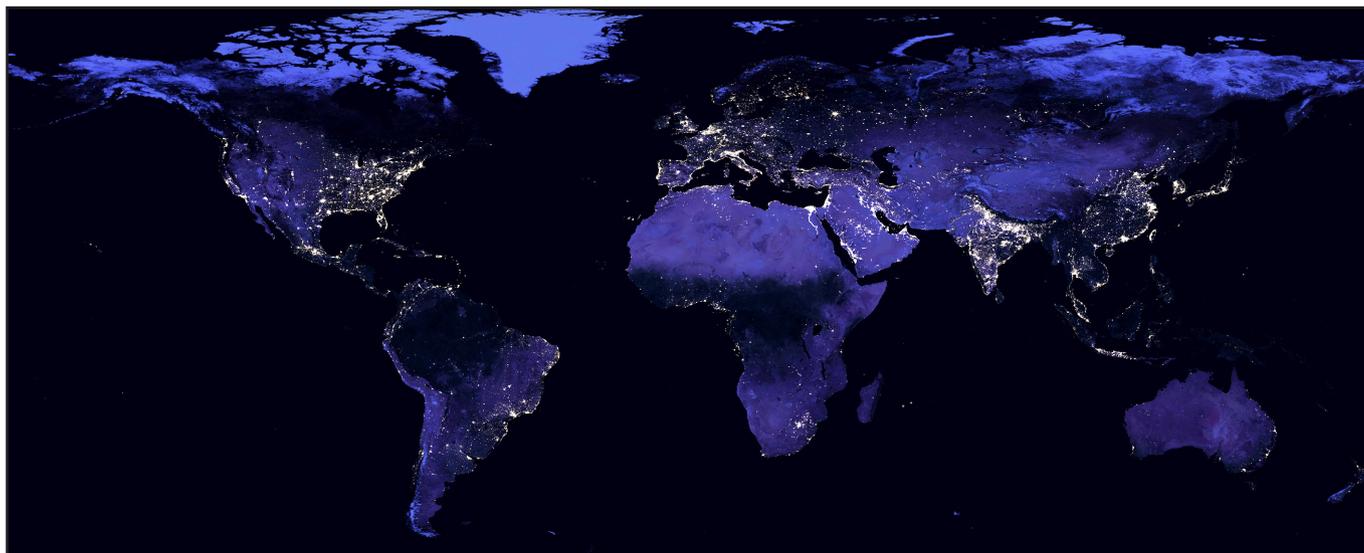
La fourniture de services essentiels dans les quartiers informels urbains constitue un défi de taille qui varie en fonction des critères d'éligibilité fixés par les autorités municipales pour bénéficier des services urbains formels. Concernant l'accès à l'électricité, les difficultés rencontrées ont trait aux droits fonciers, à la reconnaissance par les autorités de l'occupation légale des terres, à la frilosité des parties prenantes à s'engager, au prix des services, au retour sur investissement enregistré par le fournisseur d'électricité et à la distance de raccordement au réseau existant et aux autres infrastructures nécessaires⁵.

L'absence de possession officielle de la propriété sur laquelle est implantée une cabane ou une maison peut empêcher ses habitants de prétendre à un raccordement officiel aux services locaux ou nationaux d'électricité⁶. Les fournisseurs d'électricité s'inquiètent de la rentabilité des services fournis à ces communautés : leur première préoccupation porte sur le taux élevé de défaut de paiement et la seconde sur la faible consommation d'électricité. Toutes deux sont liées aux revenus faibles et aléatoires des membres de ces communautés^{5,6}.

Le risque d'incendie est l'une des principales menaces au sein des quartiers informels en raison des fortes densités de population, de la grande promiscuité des structures et des habitations et de l'utilisation fréquente de lampes à pétrole ou à paraffine, de bougies et d'autres sources d'énergie à flamme nue^{7,8}. Ce risque élevé et la pollution de

l'air intérieur qui en découle devraient convaincre différentes parties prenantes d'installer l'électricité dans les quartiers informels⁹⁻¹¹. Cependant, une fois quelques habitations raccordées au réseau, les connexions électriques illégales et surchargées se multiplient, entraînant d'importants risques de sécurité pour ces zones, le plus souvent sous forme d'incendie, mais aussi d'électrocution. Les études réalisées en Afrique du Sud montrent que dans certains quartiers informels, plus de 30 % de la population utilise un branchement illégal comme principale source d'électricité⁵.

Un raccordement officiel au réseau peut tout de même signifier une source d'énergie non fiable. Dans certains pays en développement, des ménages raccordés depuis longtemps au réseau s'adaptent aux coupures régulières de courant en prévoyant de pomper de l'eau et de recharger les batteries pendant les heures où l'alimentation électrique est la plus fiable¹². Les pays développés connaissent eux aussi des pannes de courant, qui peuvent être totales en cas de fortes tempêtes par exemple, mais aussi périodiques, également appelées délestage par rotation, lorsque d'autres phénomènes extrêmes, tels que des vagues de chaleur, exercent des contraintes sur l'approvisionnement¹³. Trop souvent, les ménages des pays développés et en développement investissent dans de petits générateurs diesel comme approvisionnement d'appoint. Ces derniers polluent en émettant des gaz à effet de serre et des gaz polluants toxiques, et produisent un bruit désagréable^{12,13}.



La Terre vue de nuit, 2016

Credit photo : NASA Earth Observatory/NOAA NGDC

L'évolution de l'énergie solaire photovoltaïque

Pendant des décennies, les organisations multilatérales, gouvernementales et non gouvernementales ont encouragé l'installation de systèmes photovoltaïques décentralisés dans les zones rurales difficiles d'accès, en particulier pour fournir de l'énergie aux services publics, tels que l'éclairage des écoles et des centres de santé, et garantir le fonctionnement des systèmes d'échange d'informations et de communication et des dispositifs de pompage communautaires, ainsi que la réfrigération des vaccins^{14,15}. Aujourd'hui, ils sont utilisés comme alternative au raccordement au réseau électrique dans tous les pays en développement dans lesquels le gouvernement et le secteur privé ne peuvent pas répondre aux attentes relatives au développement et à l'entretien d'un réseau électrique, y compris dans les quartiers informels urbains¹⁴.

Au cours des dernières années, nous avons assisté à un essor de la popularité des petits systèmes à énergie solaire décentralisés dans les communautés à faible revenu d'Afrique et d'Asie, où réside pas moins de 95 % de la population non raccordée au réseau¹⁶⁻¹⁸. Ces systèmes vont de la lampe solaire autonome composée d'un panneau solaire intégré, d'une batterie et d'une ampoule à diode électroluminescente (DEL), à la petite installation solaire, ou système pico-photovoltaïque, dotée d'un panneau solaire, d'au moins une ampoule à DEL et d'une batterie avec prises de chargement USB pour téléphones mobiles, voire pour un appareil peut gourmand en énergie³. Les prix varient de 10 dollars US pour une lampe solaire à 50 dollars US pour un système pico-photovoltaïque.

Ces dispositifs d'éclairage solaire relativement abordables offrent un meilleur retour sur investissement, notamment au regard de leur longue durée de vie, par rapport aux frais récurrents engendrés par le pétrole lampant ou la paraffine pour les lampes, les piles sèches pour les lampes de poche, ou les bougies^{3,19}. Les installations solaires à usage domestique plus puissantes offrent des fonctionnalités similaires et peuvent alimenter plusieurs lampes et des appareils ménagers relativement plus importants et fonctionnant en courant continu, comme une radio, un ventilateur, un téléviseur, voire un réfrigérateur.

En Afrique subsaharienne, la majorité des ménages non raccordés au réseau électrique consacrent environ 10 à 30 % de leur revenu à l'achat de pétrole lampant. Pour les populations pauvres d'Afrique subsaharienne et d'Asie, ces dépenses équivalent à 15,7 milliards de dollars US par an^{20,21}. Remplacer les lampes à pétrole par des lampes solaires pourrait ainsi permettre aux ménages de réaliser des économies considérables sur toute la durée de vie du dispositif d'éclairage solaire et de réduire sensiblement l'utilisation de flammes nues avec les lampes et bougies, limitant par conséquent l'exposition à la pollution de l'air intérieur et le risque d'incendie dans les quartiers informels^{11,21-23}.

Ces systèmes pico-photovoltaïques et installations solaires à usage domestique présentent des avantages pour un nombre toujours plus important de ménages non raccordés au réseau.

On constate une baisse constante du prix des différents composants photovoltaïques et de rapides avancées technologiques en la matière. En effet, le coût des cellules solaires en silicium cristallin a chuté de 85 % entre 2008 et 2016 grâce à une meilleure efficacité de fabrication et à de plus grandes économies d'échelle²¹.

Les progrès enregistrés en matière de technologie DEL ont permis d'améliorer le rendement des dispositifs – une plus forte lumière est émise pour chaque unité d'énergie consommée. Les batteries au plomb très polluantes deviennent obsolètes et sont aujourd'hui remplacées par des batteries lithium-ion plus performantes qui offrent une meilleure capacité de stockage d'énergie, une plus longue durée de vie et un rechargement plus rapide et plus efficace²⁴. Bien que les batteries restent l'élément le plus coûteux d'une installation solaire à usage domestique, le prix des batteries lithium-ion a chuté de près de 65 % en l'espace de cinq ans et devrait baisser encore davantage du fait de leur utilisation généralisée dans les ordinateurs portables et d'autres appareils²¹.

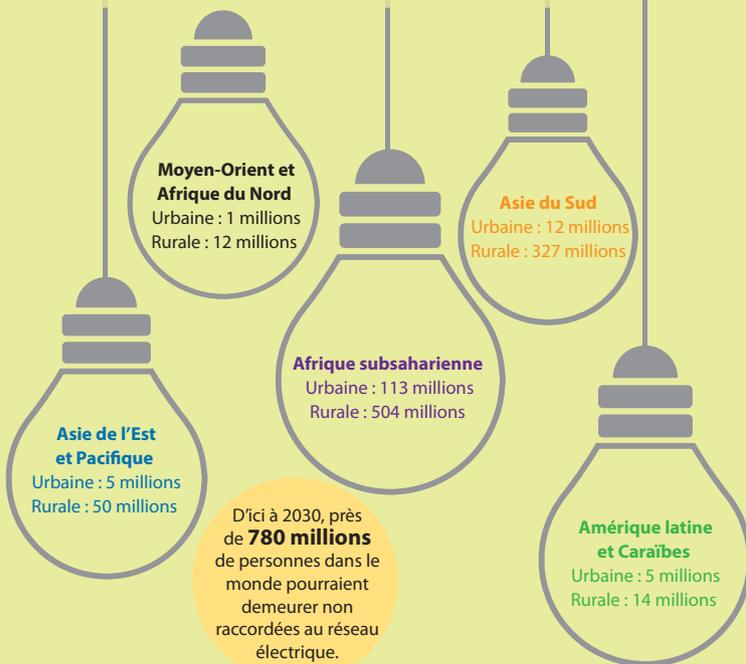


Lampes à pétrole à mèche faites de boîtes de conserve recyclées

Avec l'aimable autorisation d'Evan Mills

L'énergie solaire hors réseau

La population non raccordée au réseau électrique



Dispositifs d'énergie solaire photovoltaïque

Ces systèmes solaires photovoltaïques sont variés : il peut s'agir aussi bien de **lampes solaires**, de petites installations solaires ou de systèmes **pico-photovoltaïques** pouvant alimenter au moins une ampoule, que d'**installations solaires à usage domestique** possédant une batterie de plus grande capacité pouvant alimenter plusieurs éclairages à LED et des appareils ménagers en courant continu.

Les **systèmes solaires photo-voltaïques** sont de plus en plus répandus parmi les populations des régions rurales et urbaines non raccordées au réseau électrique, en particulier en Afrique et en Asie du Sud.

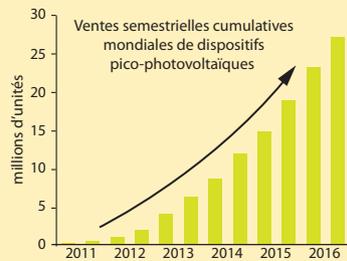
Chaque année, les populations non raccordées d'Afrique et d'Asie du Sud dépensent respectivement environ **14,4 milliards d'USD** et **6,6 milliards d'USD** en lampes, pétrole lampant, lampes torches à piles et bougies.

Les lampes solaires et les systèmes pico-photovoltaïques remplacent les **systèmes d'éclairage traditionnels peu performants**.

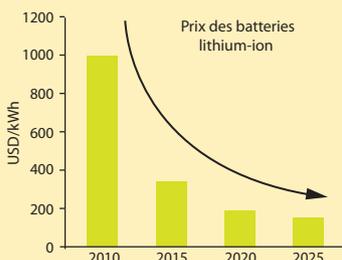
Les prix baissent



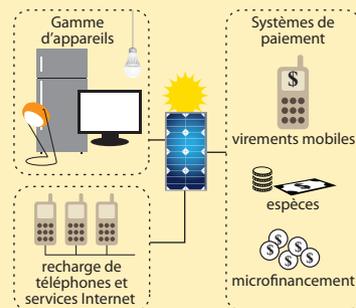
Les ventes augmentent



Les coûts des batteries baissent



Différents modèles commerciaux



Défis et opportunités

Des **politiques bien conçues** ainsi qu'une vision claire concernant les énergies renouvelables, associées à des **technologies avancées** et à l'**innovation du marché**, pourraient encourager les communautés actuellement non raccordées au réseau électrique à rester sur la **voie d'une énergie propre et durable**.

Les **déchets électroniques** produits par les dispositifs solaires devraient augmenter de manière exponentielle au cours des prochaines décennies. Si ce constat signifie que la gestion des appareils usagés devra être respectueuse de l'environnement, il est aussi synonyme de possibilités commerciales pour le **secteur du recyclage**.

Les dispositifs solaires hors réseau pourraient créer des **centaines de milliers d'emplois** sur toute la chaîne de valeur.

L'ONU Environnement estime que la transition vers des systèmes d'éclairage hors réseau performants devrait créer **30 fois plus d'emplois** que le système actuel reposant sur les combustibles.

Des stratégies innovantes de commercialisation du solaire hors réseau

L'une des clés de l'introduction de l'électricité solaire sur le marché des quartiers informels est la création de modèles commerciaux innovants^{16,25,26}. Bien que le prix de détail des systèmes pico-photovoltaïques et des installations solaires à usage domestique soit abordable pour certains, la tranche de population non raccordée au réseau percevant les plus faibles revenus ne peut pas faire face au coût initial d'achat de l'équipement. De nombreuses petites entreprises et start-up proposent donc des mécanismes d'aide au financement pour aider les consommateurs à dépasser l'obstacle que constituent les coûts initiaux, dans l'idée d'atteindre à terme la rentabilité grâce aux volumes élevés du marché^{16,17,19}.

Plusieurs de ces mécanismes prévoient des échéances égales aux faibles montants payés initialement pour le pétrole lampant. Dans le cas des programmes de paiement à la carte, les clients versent un petit montant initial, puis effectuent des paiements réguliers sur une base quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle. En l'absence de paiement, le système est automatiquement désactivé. Au terme des échéances, le client devient propriétaire de l'installation. Ce type de programme est souvent utilisé en association avec les services de paiement mobile existants, déjà bien implantés dans certaines régions, à l'instar de plusieurs zones d'Afrique subsaharienne^{17,27}.

En Inde, près d'un tiers de la population urbaine vit dans des quartiers informels²⁸. Une étude menée sur les quartiers informels de Delhi a estimé le revenu mensuel moyen de ses habitants à seulement 105 dollars US (6 676 INR) par personne dont 90 % est dépensé²⁹. La plupart des entreprises proposent des mécanismes d'aide au financement adaptés aux familles les plus marginalisées, qui sont en fait des migrants ruraux venus habiter dans les quartiers informels des villes indiennes à forte croissance.

Sans adresse officielle et avec moins de dix ans d'installation dans ces lieux, les familles ne peuvent pas prétendre aux services de financement traditionnels. Certaines entreprises emploient des hommes et des femmes issus de ces communautés pour faire du porte-à-porte dans les quartiers informels et proposer des produits avec des modalités de paiement abordables³⁰. Les clients peuvent acheter une lampe solaire grâce à un plan de paiement de 5 à 8 semaines. D'autres entreprises sont allées encore plus loin en développant des relations commerciales avec les institutions de microfinancement en vue d'élargir les possibilités de financement pour les clients aux revenus les plus faibles³¹.

En Afrique du Sud, malgré les programmes de logement et d'électrification mis en place après l'apartheid, près d'un quart de la population vit dans des quartiers informels, sans électricité³². Un projet de développement

 Vidéo : Pourquoi l'énergie solaire se développe-t-elle aussi vite en Afrique ?



Lien de la vidéo (en anglais) : <https://www.youtube.com/watch?v=tkvbZ0ADmz0>
Crédit photo : Gabriela Gemio Beltrán

© The Economist

Estimation du nombre d'abonnés au réseau de téléphonie mobile non raccordés au réseau



Source des données : Nique (2013)³³



durable dirigé par l'université de Stellenbosch a œuvré à améliorer les conditions de vie des 4 500 habitants d'Enkanini, un quartier informel non raccordé au réseau électrique et situé dans la province du Cap-Occidental³³⁻³⁵. En s'appuyant sur des technologies à haut rendement énergétique, les interventions mises en œuvre consistaient à réorienter les habitations pour optimiser leur potentiel bioclimatique, à améliorer l'isolation des constructions et à développer la collecte d'eau.

Le projet a mis en place un fournisseur d'énergie solaire hors réseau fournissant ses services aux habitants du quartier, avec pour objectif de créer un modèle de franchise pour les autres quartiers informels non raccordés au réseau. Des installations solaires à usage domestique – un panneau solaire, deux lampes DEL d'intérieur, un téléviseur, une lanterne d'extérieur et des dispositifs de recharge de téléphones – sont mises à la disposition des résidents moyennant la rémunération de ces services à l'acte. Les clients payent des frais d'installation de 14 dollars US (200 ZAR) puis des frais de location mensuels de 11 dollars US (150 ZAR)³³.

Une entreprise créée dans le cadre du projet emploie des habitants du quartier et se charge de l'installation et de l'entretien du système. Depuis, ce modèle commercial a été adopté par certaines autorités municipales et appliqué à d'autres quartiers informels d'Afrique du Sud³⁶⁻³⁸.

Les kiosques solaires sont un autre modèle commercial innovant unique qui utilise l'énergie solaire pour offrir des services en dehors de leur foyer

 Vidéo : En forte demande : les kiosques solaires au Rwanda



Lien de la vidéo (en anglais) : <https://www.youtube.com/watch?v=QpukLasOnSo>
Avec l'aimable autorisation de Henri Nyakarundi/African Renewable Energy Distributor

© DW English

Fréquence et durée des pannes de courant du réseau électrique
(seules les régions au-dessus de la moyenne mondiale sont représentées)

Nombre de coupures de courant par mois

Durée moyenne de chaque coupure (en heures)

Moyenne mondiale



Afrique subsaharienne



Moyen-Orient et Afrique du Nord



Asie de l'Est



Source des données : enquêtes menées par la Banque mondiale auprès des entreprises (Enterprise Surveys), <http://www.entreprisesurveys.org>

aux habitants des communautés n'ayant pas accès au réseau électrique. Un petit kiosque solaire mobile est équipé de quelques panneaux solaires et d'une batterie lithium-ion pouvant recharger simultanément entre 10 et 80 téléphones mobiles. Certains offrent même un service Wi-Fi^{39,40}. Les kiosques solaires de plus grande taille sont fixes et leur toit est doté de panneaux solaires⁴¹. À l'image d'une épicerie, ils proposent toute une gamme de produits, tels que des dispositifs solaires, des téléphones mobiles, des consommables, des médicaments, ainsi que des services Internet et de rechargement de téléphones mobiles. Une multitude de kiosques solaires se répandent en Afrique, où 135 millions d'abonnés aux services de téléphonie mobile n'ont pas accès à l'électricité à leur domicile⁴².

Poursuivre le développement des énergies renouvelables

L'acquisition d'un système pico-photovoltaïque par une famille n'est que le premier pas pour sortir de la pauvreté énergétique. Un petit système peut tout d'abord s'avérer suffisant pour fournir de l'électricité à une habitation des zones rurales, périurbaines ou urbaines, mais avec l'augmentation de leur pouvoir d'achat et la baisse du prix des installations, les ménages souhaiteront accroître leur capacité énergétique. Cette augmentation des besoins ouvre de nombreuses opportunités pour poursuivre le développement de l'énergie solaire, plutôt que de se tourner vers le réseau électrique alimenté par le charbon et le pétrole. En 2016, près de 80 % de l'électricité produite en Afrique et 60 % de l'électricité produite en Asie du Sud provenait de sources de combustibles fossiles^{43,44}.

Pour continuer sur la voie du développement durable et renforcer les solutions d'énergie renouvelable, il convient de se pencher sur certains facteurs qui exercent une influence notable sur l'expansion du marché de l'énergie solaire. Parmi eux figurent l'adoption de normes de qualité, la sensibilisation des consommateurs, le soutien financier, la gestion des déchets électroniques et la réorientation des politiques gouvernementales^{17,25}.

Dans de nombreux pays en développement, les dispositifs solaires sont disponibles depuis des années, voire des décennies, mais étaient bien souvent de piètre qualité et d'une durée de vie limitée. Le choix des habitants de continuer à utiliser une installation solaire autonome peut dépendre de l'idée qu'ils ont aujourd'hui des produits disponibles

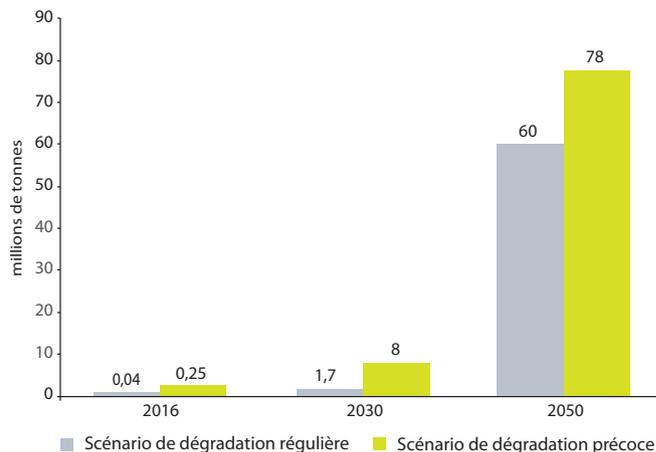
 Vidéo : L'énergie solaire en Afrique d'ici 2030



Lien de la vidéo (en anglais) : <https://www.youtube.com/watch?v=Bb8Su6OeWYw>
Crédit photo : MrNovel/Shutterstock.com

© CGTN Africa

Aperçu des prévisions mondiales concernant les déchets de panneaux photovoltaïques, 2016-2050



Source : adaptée de l'IRENA et de l'IAIE PVPS (2016)⁴⁷

sur le marché. Des expériences négatives avec des produits génériques de mauvaise qualité peuvent entraver la réceptivité des consommateurs potentiels d'aujourd'hui et de demain. Deux stratégies concomitantes peuvent contribuer à pallier ce problème : la première consiste à établir des normes de qualité plus élevées pour les produits eux-mêmes et à prévoir des garanties de reprise et de recyclage par les prestataires de services. La seconde stratégie vise à sensibiliser les consommateurs à la meilleure qualité généralisée des produits, des services fournis pour chaque transaction et des modalités de paiement élargies et facilitées²⁵.

Un manque de fonds de roulement de la part des entreprises, particulièrement celles proposant des mécanismes d'aide au financement au consommateur final, peut également limiter le développement du marché. Des programmes de soutien peuvent être élaborés pour outrepasser ces problèmes et les modèles commerciaux déjà mis en place offrent un bon exemple des possibilités existantes^{5,16,17,25}. La future demande d'installations solaires à usage domestique de plus grande capacité participera également à étendre les marchés actuels et à renforcer les intérêts commerciaux et les investissements des investisseurs privés, des banques de développement et des donateurs. En 2016, pas moins de 60 millions de dollars US ont été investis dans deux entreprises africaines proposant des installations solaires à usage domestique de plus grande envergure et plus coûteuses que les traditionnels opérateurs offrant des programmes de paiement à la carte⁴⁵. Il est probable que ces entreprises chercheront à créer un nouveau marché à destination des consommateurs au revenu plus élevé qui pourraient déjà être raccordés à un réseau électrique non fiable.



Un autre défi concerne les déchets électroniques générés par le volume croissant de produits utilisés. Bien que les batteries lithium-ion soient considérées comme moins toxiques que celles au plomb, elles présentent tout de même un risque de pollution pour l'environnement étant donné la multitude de produits chimiques qu'elles contiennent⁴⁶. Actuellement, rares sont les fabricants à fournir des pièces de rechange ou à recycler les batteries en fin de vie^{47,48}. Les panneaux solaires en silicium cristallin suscitent également des préoccupations, car ils contiennent eux aussi des substances toxiques, telles que du cadmium et du plomb. Permettre aux consommateurs d'échanger leurs biens de consommation contre des produits plus performants grâce à des programmes de reprise garantirait la viabilité des marchés du recyclage et réduirait le risque de contamination. Il convient par ailleurs de souligner l'absence éventuelle de réglementation relative à la gestion des déchets électroniques spécifiques aux panneaux solaires dans de nombreux pays où l'utilisation des petites installations solaires s'est répandue⁴⁷.

Concernant les interventions du gouvernement, les difficultés portent notamment sur les incertitudes quant aux choix politiques futurs relatifs à l'électrification hors réseau pouvant être faits dans le cadre des stratégies nationales, régionales et municipales, et de leur mise en œuvre. En outre, de nombreux pays subventionnent depuis longtemps les achats de pétrole lampant par les habitants pour dissiper les mécontentements à l'encontre des gouvernements qui ne tiennent pas leurs promesses en matière de réseau électrique. Tandis que certaines recommandations encouragent l'élimination des subventions pour le pétrole lampant, une autre piste consisterait à permettre aux habitants non raccordés au réseau d'utiliser ces subventions pour financer l'acquisition d'installations solaires. La question reste toutefois de savoir si le versement des subventions doit se poursuivre une fois ces installations entièrement payées. Par ailleurs, les entreprises d'approvisionnement en électricité hors réseau suggèrent de supprimer les barrières fiscales et les obstacles à l'importation, tels que les droits de douane élevés et la taxe sur la valeur ajoutée applicable aux dispositifs solaires, qui peuvent augmenter considérablement le prix des produits^{19,25}.

Enfin, des difficultés se posent quant au développement des capacités, outre la sensibilisation du public. En effet, les entreprises et les communautés doivent disposer d'une main-d'œuvre compétente et qualifiée pour soutenir le développement du secteur. Des formations et des programmes d'apprentissage, destinés en particulier aux membres de la communauté locale qui composera le marché, doivent être proposés^{3,25}. Dans un avenir proche, les systèmes hors réseau créeront des centaines de milliers d'emplois tout au long de la chaîne de valeur, et pourraient permettre aux personnes se formant à l'installation et à l'entretien des installations solaires à usage domestique de plus grande taille de sortir de la pauvreté^{25,49}. Une étude réalisée en Afrique

de l'Ouest par l'ONU Environnement estime que la transition vers des systèmes d'éclairage hors réseau performants devrait créer 30 fois plus d'emplois que l'éclairage à combustible n'en crée actuellement⁵⁰. Avec des politiques et des réglementations adaptées sur les énergies renouvelables et une vision claire des possibilités futures, les équipements solaires proposés aujourd'hui pourraient demeurer la solution énergétique privilégiée par les communautés rurales et urbaines non raccordées au réseau électrique. Ils participeraient alors largement à la réalisation des objectifs de développement durable visant à garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables et modernes, à un coût abordable, d'ici 2030, et à éliminer la pauvreté.



Femme formée par le Barefoot College à l'installation, la réparation et l'entretien des installations solaires pour sa maison, au Rajasthan (Inde).

Crédit photo : Knut-Erik Helle, reproduit sous licence CC BY-NC-ND 2.0

Références bibliographiques

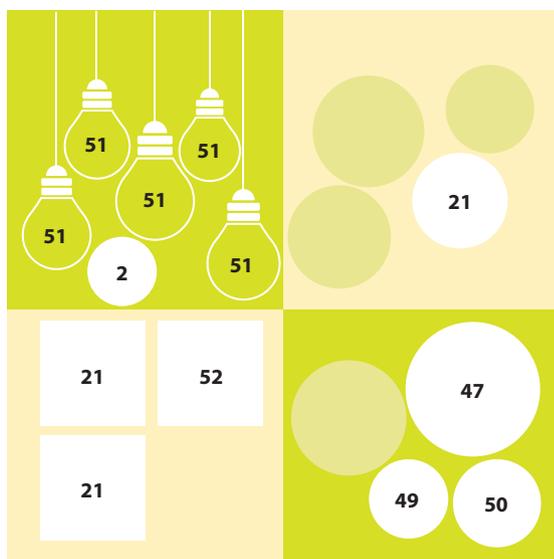
1. GEA (2012). *Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg, Austria. http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/Global_Energy_Assessment_FullReport.pdf
2. International Energy Agency and the World Bank (2015). *Sustainable energy for all 2015—Progress toward sustainable energy*. The World Bank, Washington DC. <http://www.se4all.org/sites/default/files/GTF-2105-Full-Report.pdf>
3. UNEP (2015). *Developing effective off-grid lighting policy: Guidance note for governments in Africa*. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://www.enlighten-initiative.org/portals/0/documents/Resources/publications/OFG-publication-may-BDef.pdf>
4. UNDESA (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, New York. <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.Pdf>
5. Gaunt, T., Salida, M., Macfarlane, R., Maboda, S., Reddy, Y. and Borchers, M. (2012). *Informal Electrification in South Africa: Experience, Opportunities and Challenges*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. http://www.cityenergy.org.za/uploads/resource_116.pdf
6. Reddy, Y. and Wolpe, P. (2015). *Tackling urban energy poverty in South Africa*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. <http://www.sustainable.org.za/uploads/files/file72.pdf>
7. Kazerooni, Y., Gyedu, A., Burnham, G., Nwomeh, B., Charles, A., Mishra, B., Kuah, S.S., Kushner, A.L., Stewart, B.T. (2015). Fires in refugee and displaced persons settlements: The current situation and opportunities to improve fire prevention and control. *Burns*, 42, 1036-1046. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417915003861>
8. Kimemeia, D.K., Vermaak, C., Pachauri, S. and Rhodes, B. (2014). Burns, scalds and poisonings from household energy use in South Africa: Are the energy poor at greater risk? *Energy for Sustainable Development*, 18, 1-8. https://www.researchgate.net/publication/259519739_Burns_scalds_and_poisonings_from_household_energy_use_in_South_Africa_Are_the_energy_poor_at_greater_risk
9. Jacobson, A., Bond, T.C., Lam, N.L. and Hultman, N. (2013). *Black carbon and kerosene lighting: An opportunity for rapid action on climate change and clean energy for development*. Global Economy and Development Policy Paper 2013-03. The Brookings Institution, Washington DC https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/04_climate_change_clean_energy_development_hultman.pdf
10. Lam, N.L., Smith, K.R., Gauthier, A. and Bates, M.N. (2012). Kerosene: A review of household uses and their hazards in low-and middle income countries. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, Critical Reviews*, 15(6), 396–432. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3664014/pdf/nihms447641.pdf>
11. Mills, E. (2016). Identifying and reducing the health and safety impacts of fuel-based lighting. *Energy for Sustainable Development*, 30, 30-59. https://www.researchgate.net/publication/290975529_Identifying_and_reducing_the_health_and_safety_impacts_of_fuel-based_lighting
12. Mukwaya, P.I. (2016). Urban Adaptation to Energy Insecurity in Uganda. *Current Urban Studies*, 4, 69-84. https://file.scirp.org/pdf/CUS_2016032414011321.pdf
13. Ghanem, D.A., Mander, S. and Gough, C., 2016. "I think we need to get a better generator": Household resilience to disruption to power supply during storm events. *Energy Policy*, 92, pp.171-180.
14. Frame, D., Tembo, K., Dolan, M.J., Strachan, S.M. and Ault, G.W. (2011). A community based approach for sustainable off-grid PV systems in developing countries. In The Electrification of Transportation and the Grid of the Future, the report of the 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting, Detroit, MI, United States, 24-28 July 2011. https://www.strath.ac.uk/media/departments/eee/cred/Conference_Paper.pdf
15. UNDP (2004). *Solar Photovoltaics in Africa: Experiences with financing and delivery models-Lesson for the future*. Monitoring and evaluation report series, Issue 2. United Nations Development Programme, New York and Global Environment Facility, Washington DC. http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/sustainable_energy/solar_photovoltaicsinafricaexperienceswithfinancinganddeliverymo.html
16. Nygaard, I., Hansen, U.E. and Larsen, T.H. (2016). The emerging market for pico-scale solar PV systems in Sub-Saharan Africa: From donor-supported niches toward market-based rural electrification. UNEP DTU Partnership, Copenhagen.
17. REN21 (2016). *Renewables 2016 Global Status Report*. REN21 Secretariat, Paris. <http://www.ren21.net/GSR-2016-Report-Full-report-EN>
18. UN-HABITAT (2016). *Urbanization and Development: Emerging Futures*. World Cities Report 2016. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. <https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/03/WCR-%20Full-Report-2016.pdf>
19. Lysen, E.H. (2013). *Pico Solar PV Systems for Remote Homes: A new generation of small PV systems for lighting and communication*. Report IEA-PVPS T9-12: 2012. International Energy Agency, Paris. http://iea-pvps.org/index.php?id=299&elD=dam_frontend_push&docID=1433
20. SolarAid (2013). *Facts about kerosene, solar and SolarAid*. SolarAid factsheet. <https://www.solar-aid.org/assets/Uploads/Publications/Facts-about-kerosene-solar-and-SolarAid.pdf>
21. BNEF and Lighting Global (2016). *Off-grid solar market trends report 2016*. Bloomberg New Energy Finance, New York and Lighting Global, Washington DC. https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2016/03/20160303_BNEF_WorldBankIFC_Off-GridSolarReport_.pdf



22. UN-HABITAT (2009). Promoting Energy Access for the urban poor in Africa: Approaches and Challenges in Slum Electrification. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/8292_16690_GENUS%20AFRICA.EGM%20Final%20Report.pdf
23. UN-HABITAT (2012). Enhanced Energy Access for Urban Poor Practice Casebook. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. http://www.avsi-usa.org/uploads/6/7/4/2/67429199/avsi___coelba3.pdf
24. Phadke, A.A., Jacobson, A., Park, W.Y., Lee, G.R., Alstone, P. and Khare, A. (2015). Powering a Home with Just 25 Watts of Solar PV. Super-Efficient Appliances Can Enable Expanded Off-Grid Energy Service Using Small Solar Power Systems. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.
25. Diecker, J., Wheeldon, S., and Scott, A. (2016) Accelerating access to electricity in Africa with off-grid solar: Policies to expand the market for solar household solutions. Overseas Development Institute, London UK.
26. McKibben, B. (2017) The Race to Solar Power Africa. *The New Yorker*, 26 June 2017. <http://www.newyorker.com/magazine/2017/06/26/the-race-to-solar-power-africa>
27. IEA and World Bank (2015). Sustainable Energy for All 2015 – Progress Toward Sustainable Energy. World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22148>
28. Corrigan, G. and Di Battista, A. (2015). 19 charts that explain India's economic challenge. World Economic Forum website. <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/19-charts-that-explain-indias-economic-challenge/>
29. PRIA (2014). Government led exclusion of the urban poor: A greater contribution though a lesser recipient. Delhi Study Report 2014. The Society for Participatory Research in Asia, Delhi. https://terraurban.files.wordpress.com/2014/01/delhi-study_april-2014.pdf
30. Pollinate Energy (2017). Pollinate Energy website. <https://pollinateenergy.org/>
31. Davidsen, A., Pallassana, K., Singh, J., Shiv, J., Walker, P., Parrish, S. and Sitsabeshan, S. (2015). The business case for off-grid energy in India. The Climate Group. <https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/archive/files/The-business-case-for-offgrid-energy-in-India.pdf>
32. Department of Energy (2012). A survey of energy-related behaviour and perceptions in South Africa: The residential sector. Department of Energy, Government of the Republic of South Africa. <http://www.energy.gov.za/files/media/Pub/Survey%20of%20Energy%20related%20behaviour%20and%20perception%20in%20SA%20-%20Residential%20Sector%20-%202012.pdf>
33. Lemaire, X. and Kerr, D. (2014). The iShack Project in Enkanini, Stellenbosch, South Africa. Supporting Africa Municipalities in Sustainable Energy Transitions (SAMSET) website. <https://samsetproject.wordpress.com/2014/12/20/the-ishack-project-in-enkanini-stellenbosch-south-africa/>
34. SM and CORC (2012). Enkanini (Kayamandi) household enumeration report. Stellenbosch Municipality and Community Organisation Resource Centre. <http://sasdialliance.org.za/wp-content/uploads/docs/reports/Enumerations/Enkanini%20Final%20Report.pdf>
35. Wilde, S. (2015). iShack delivers power (and television) to the people. Mail & Guardian, 13 March 2015. <https://mg.co.za/article/2015-03-13-ishack-delivers-power-and-television-to-the-people>
36. Kovacic, Z., Smit, S., Musango, J.K., Brent, A.C. and Giampietro, M. (2016). Probing uncertainty levels of electrification in informal urban settlements: A case from South Africa. *Habitat International*, 56, 212-221. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397515302356>
37. Lemaire, X. and Kerr, D. (2016). Informal Settlements – Electrification and Urban Services. SAMSET Policy Brief. UCL Energy Institute, London.
38. Murugan, S. (2013). Solar energy lights up Ekurhuleni's informal settlements. Vuk'uzenzele, June 2013. <http://www.vukuzenzele.gov.za/solar-energy-lights-ekurhuleni-s-informal-settlements>
39. ARED (2017). Our solutions. African Renewable Energy Distributor. <http://www.a-r-e-d.com/>
40. Juabar (2017). Our design process. Juabar Design. <http://juabar.com/>
41. SOLARKIOSK (2017). One Solution—Various Purposes. SOLARKIOSK. <http://solarkiosk.eu/product/>
42. Nique, M. (2013). Sizing the opportunity of mobile to support energy and water access. GSMA, London. https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2013/12/Sizing-the-Opportunity-of-Mobile_Nov-2013.pdf
43. UNEP (2017). Atlas of Africa Energy Resources. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/20476>
44. Shukla, A.K., Sudhakar, K. and Baredar, P. (2016). Renewable energy resources in South Asian countries: Challenges, policy and recommendations. *Resource-Efficient Technologies*, 1-5. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405653716302299>
45. Bloomberg New Energy Finance (2017). 1Q 2017 Off-grid and mini-grid market outlook. *Climatescope 2016* website. <http://global-climatescope.org/en/off-grid-quarterly/q1-2017/>
46. Wang, X. (2014). Managing end-of-life lithium-ion batteries: An environmental and economic assessment. Thesis, Rochester Institute of Technology, New York. <http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9337&context=theses>
47. IRENA and IEA-PVPS (2016), "End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels," International Renewable Energy Agency and International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf

48. Industry Opinion on Lifecycle and Recycling (2014). The Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht, https://www.gogla.org/sites/default/files/recource_docs/gogla-industry-opinion-on-lifecycle-and-recycling1.pdf
49. Mills, E., 2016. Job creation and energy savings through a transition to modern off-grid lighting. *Energy for Sustainable Development*, 33, pp.155-166.
50. UNEP (2014). Light and livelihood: A bright outlook for employment in the transition from fuel-based lighting to electrical alternatives. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://www.ecreee.org/sites/default/files/light_and_livelihood_-_a_bright_outlook_for_employment.pdf

Références bibliographiques des illustrations



51. World Bank (2017). World Development Indicators. The World Bank, Washington DC. <http://databank.worldbank.org/data/>
52. GOGLA (2017). *Global off-grid solar market report July-December 2016: Semi-annual sales and impact data*. Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht. https://www.gogla.org/sites/default/files/recource_docs/final_sales-and-impact-report_h22016_full_public.pdf

