

État des lieux des marchés des mini-réseaux – Rapport 2020

13 juillet 2020

Le texte ci-après est une traduction en français, préparée par l'Observatoire Europe-Afrique 2030, de l'Executive Summary et des conclusions du rapport intitulé « State of the Global Mini-grids Markets – Report 2020 » préparé par MGP/Bloomberg NEF/Sustainable Energy for All. Le rapport complet est accessible à travers le lien suivant :

<https://www.seforall.org/publications/state-of-the-global-mini-grids-market-report-2020>

Les mini-réseaux jouent un rôle essentiel dans la fourniture d'électricité aux communautés rurales et aux entreprises en aidant à connecter les 900 millions de personnes dans le monde qui n'y ont actuellement pas accès. Aujourd'hui, le marché du mini-réseau est naissant, bien qu'il soit l'option la moins coûteuse d'accès à l'électricité dans de nombreuses régions.

Deux défis doivent être surmontés pour que les mini-réseaux se développent et réalisent leur potentiel :

Premièrement, les clients ruraux qui ont besoin d'un accès à l'électricité ont souvent une demande d'électricité limitée et n'ont parfois pas la capacité de payer. Certains développeurs ciblent les petites entreprises et les utilisateurs industriels aux côtés des consommateurs résidentiels, afin d'augmenter leur niveau moyen de revenus et donc la rentabilité. D'autres financent des appareils pour stimuler la demande, voire deviennent les acheteurs. Le coût estimé de l'électricité pour les mini-réseaux solaires hybrides isolés pour les clients productifs et les ménages est dans la fourchette de 0,49 à 0,68 \$ / kWh.

Deuxièmement, il existe un manque général de politiques et de réglementations relatives aux mini-réseaux. Presque tous les mini-réseaux ruraux nécessitent un financement public, les financements privés étant rares. Toutefois, un petit nombre de pays mettent en place des cadres conçus pour développer le marché des mini-réseaux et suscitent l'intérêt du secteur privé. Les gouvernements de ces pays ont clairement déclaré leur objectif d'élargir considérablement l'accès à l'énergie et sont pragmatiques et flexibles quant aux outils nécessaires pour atteindre cet objectif.

Statut et perspectives du marché

Pourquoi des mini-réseaux?

- Fin 2018, le nombre total estimé de personnes n'ayant pas accès à l'électricité dans le monde était tombé à environ 900 millions (789 millions dans le rapport de suivi de l'ODD 7), contre 1,4 milliard en 2010. L'extension des réseaux ainsi que le déploiement rapide de kits solaires hors réseau ont contribué à cette remarquable progression, notamment en Asie. En Afrique subsaharienne, le nombre de personnes qui n'y ont pas accès a oscillé autour de 600 millions ces dernières années. Selon les tendances actuelles et compte tenu de la croissance démographique continue, l'accès universel à l'électricité ne sera pas atteint d'ici 2030. Environ 620 millions de personnes seraient toujours privées d'accès, selon l'Agence internationale de l'énergie (2019).
- Les nouvelles technologies permettent de fournir de l'électricité via des réseaux beaucoup plus décentralisés car les coûts de stockage de l'énergie photovoltaïque et des batteries ont continué de baisser fortement. La connectivité à distance, le contrôle et l'analyse des données ont élargi la gamme d'options disponibles. Les mini-réseaux solaires hybrides qui intègrent le photovoltaïque et d'autres DER¹ peuvent compléter et concurrencer les solutions basées sur les extensions du réseau, en termes de coût de l'électricité produite et de vitesse de déploiement.
- Jusqu'à présent, l'extension du réseau a été l'approche prédominante pour fournir l'accès à l'électricité. Cependant, les zones que le réseau principal peut atteindre plus économiquement que les alternatives hors réseau s'épuisent lentement et les coûts supplémentaires de l'ajout de nouveaux clients ruraux via cette solution deviennent prohibitifs. Il est essentiel que les gouvernements et les services publics adoptent une approche au moindre coût qui profite de l'étendue des options technologiques.

Quelle est la taille du marché aujourd'hui?

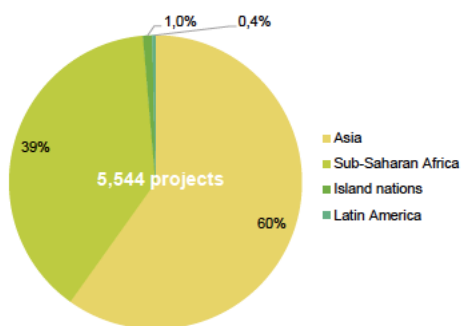
- En mars 2020, les auteurs du rapport ont identifié 7181 projets de mini-réseaux en Afrique subsaharienne, en Asie, dans les petits pays insulaires et en Amérique latine. 5544 mini-réseaux étaient opérationnels, dont 63% basés sur le solaire ou l'hybride solaire, 21% sur l'hydroélectricité et 11% sur le diesel / fioul lourd. Les mini-réseaux déjà installés aujourd'hui ne représentent qu'une petite fraction du total nécessaire à une électrification rurale complète.

Comment le marché a-t-il évolué?

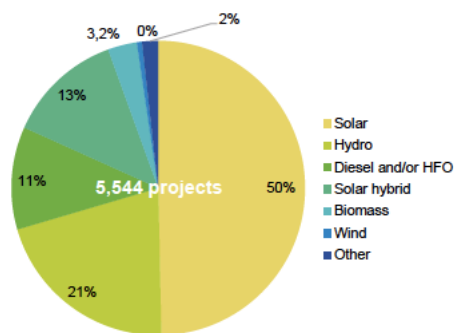
- Le segment ayant la croissance la plus rapide du marché mondial des mini-réseaux est celui des mini-réseaux solaires hybrides. Alors que 32% des mini-réseaux installés sont des systèmes diesel / fioul lourd (HFO) ou hydroélectriques, le photovoltaïque (PV) est la technologie de génération la plus utilisée pour les mini-réseaux actuellement installés.

¹ Distributed Energy Resource.

Installed mini-grids by region



Installed mini-grids by technology



Source: BloombergNEF, GIZ, Carbon Trust, CLUB-ER, surveyed developers.

- Les mini-réseaux modernes typiques installés aujourd'hui combinent le stockage d'énergie avec le PV. À l'heure actuelle, les développeurs préfèrent utiliser des batteries plomb-acide car elles sont facilement disponibles et ont un coût inférieur à celui des alternatives. Cependant, les développeurs commencent également à utiliser les batteries lithium-ion. Les auteurs estiment que 66% des mini-réseaux avec stockage installés en 2019 utilisaient du plomb-acide tandis que 32% utilisaient du lithium-ion. Ils s'attendent à ce que ce ratio évolue.

- La plupart des développeurs de mini-réseaux sont des petites entreprises ou des start-ups. Ces dernières années, alors que le marché des mini-réseaux solaires hybrides évoluait, de grandes entreprises internationales sont également entrées sur ce marché. Certains l'ont fait en acquérant des sociétés qui proposent des systèmes de stockage sur batteries, une alimentation sans interruption (UPS) et des technologies logicielles de contrôle. D'autres se sont associés à des développeurs ou ont investi : services publics, compagnies pétrolières, tels qu'EDF, Enel, ENGIE, Iberdrola, Shell et Tokyo Electric. Des conglomérats japonais tels que Mitsui et Sumitomo ont également investi dans des développeurs de mini-réseaux. Leur participation au marché est en partie motivée par le désir de contribuer aux objectifs de développement durable adoptés par les dirigeants mondiaux lors de l'Assemblée générale des Nations Unies en 2015.

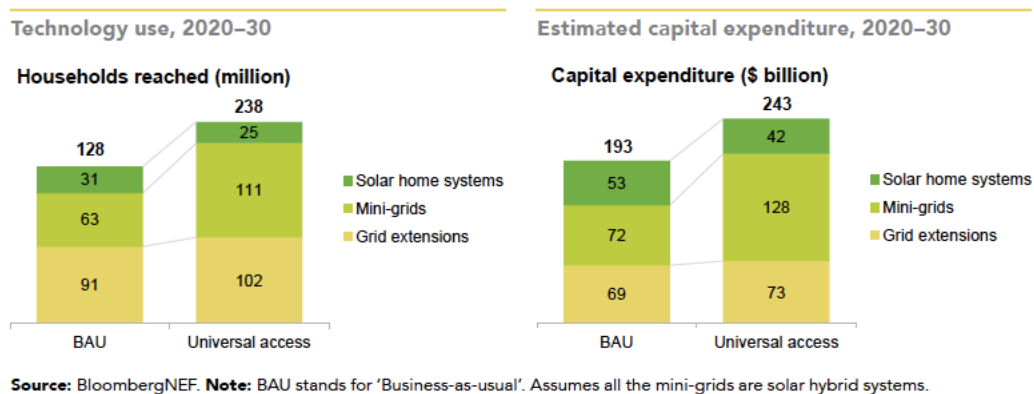
- Un défi récurrent pour les développeurs de mini-réseaux est lié à la demande électrique limitée et à la faible capacité de payer des clients résidentiels ruraux. Faute de stimuler la consommation électrique de ces clients, il faut plus de temps pour atteindre le seuil de rentabilité des projets de mini-réseau. Les modèles commerciaux sont multiples et visent de plus en plus à stimuler l'utilisation de l'électricité avec des mini-réseaux pour rendre les projets viables. Afin d'améliorer le revenu moyen par utilisateur (ARPU), en plus de desservir les clients résidentiels, certains développeurs ciblent également les petites entreprises et les utilisateurs industriels, les utilisateurs de matériel agricole et les tours de télécommunications. Ces profils ont des demandes d'énergie plus élevées et plus prévisibles que les clients résidentiels.

- Certains développeurs sont allés au-delà de la vente directe d'électricité et proposent de financer les équipements. Cela permet aux clients d'utiliser les appareils sans aucun apport financier initial. D'autres ont adopté un modèle « KeyMaker » dans lequel ils s'approvisionnent en produits non transformés (tels que le poisson) auprès de la communauté

locale, utilisent l'électricité du mini-réseau pour traiter ces produits et vendent les produits traités (par exemple, le poisson transformé) à des prix plus élevés aux clients des zones urbaines.

Quelle est la taille potentielle du marché des mini-réseaux à l'horizon 2030?

Pour atteindre l'objectif d'un accès universel à l'électricité d'ici 2030, 238 millions de nouveaux ménages devraient y accéder en Afrique subsaharienne, en Asie et dans les pays insulaires. Les mini-réseaux pourraient desservir près de la moitié de ce total – soit environ 111 millions de ménages. Cela nécessiterait un investissement en capital de 128 milliards USD, soit 78% de plus que l'investissement en capital estimé dans un scénario de « statu quo ». La technologie des mini-réseaux est l'option la plus appropriée pour de nombreuses zones à faible et moyenne densité de population et peut s'adresser à un grand nombre de familles à faible revenu de manière plus économique que les options alternatives.



Politique et réglementation

• Quel est le statut actuel?

Les politiques les plus efficaces pour le développement de mini-réseaux s'appuient sur des subventions, des licences, la fixation des tarifs et l'arrivée du réseau. Deux principaux types de subventions publiques ont stimulé le développement de projets de mini-réseaux: les subventions d'investissement initiales et le financement basé sur les résultats (FBR). Le premier est un investissement payé avant l'installation d'un mini-réseau. Le financeur ne verse des sommes déterminées sur les projets qu'une fois qu'il y a une vérification claire d'une connexion électrique fonctionnelle. Le second donne au secteur public plus de contrôle sur la procédure car il paie sur la base des résultats. Les auteurs estiment que cette approche axée sur les résultats est un mécanisme de financement important et précieux pour le secteur des mini-réseaux.

• Qu'est-ce qui fonctionne?

Certains gouvernements, comme celui du Nigéria, ont établi des réglementations pour réduire les risques pour un mini-réseau si le réseau principal est installé plus tard dans la même zone. Dans un tel cas, les développeurs peuvent choisir entre plusieurs options: recevoir une

compensation, continuer à fonctionner et à tirer des revenus du mini-réseau (y compris une option selon laquelle les développeurs ne reçoivent une compensation que pour le système de distribution), ou opérer à côté du réseau principal.

Aux Philippines, le gouvernement travaille sur une loi qui permettra la divulgation d'informations et des procédures simplifiées pour les mini-réseaux hybrides renouvelables dans les zones non desservies et mal desservies.

- Quels sont les défis?

Les politiques ambiguës d'électrification rurale, le manque de flexibilité dans la fixation des tarifs de l'électricité fournie par les mini-réseaux et la complexité des processus d'octroi de licences sont quelques-uns des principaux défis qui entravent les projets de mini-réseaux. On observe également une sensibilité croissante du public et des responsables politiques aux tarifs de l'électricité, ce qui rend délicate la fixation de systèmes de tarifs flexibles (par exemple, en Tanzanie). Contrairement au Nigéria, de nombreux gouvernements ne disposent pas de réglementations protégeant les mini-réseaux isolés si le réseau principal est implanté ultérieurement dans la même zone.

- Comment ces défis peuvent-ils être surmontés?

Les gouvernements doivent fixer des objectifs clairs pour l'accès à l'électricité grâce à de fortes initiatives politiques. Ils doivent établir des centres décisionnaires uniques ayant pouvoir pour rationaliser le processus d'octroi des licences, assouplir les seuils de taille pour les licences requises, déréglementer les tarifs et établir un ensemble solide de règles concernant l'arrivée du réseau pour protéger les actifs des mini-réseaux isolés.

Le financement

- Quel est le statut actuel?

La plupart des développeurs de mini-réseaux se sont appuyés sur des financements publics : subventions gouvernementales, institutions de financement du développement (IFD), organismes donateurs et fondations. Le FBR a augmenté de manière significative. Il est favorisé par les développeurs ainsi que par les investisseurs privés, car il améliore les rendements, réduit les risques de financement par emprunt ou par capitaux propres à un stade précoce et déverrouille potentiellement le capital privé (par exemple, le fonds de roulement nécessaire pour préfinancer les connexions et les fonds propres du projet nécessaires aux frais de pré-développement), à condition que les investisseurs soient convaincus de la capacité du développeur à fournir des connexions électriques.

- Qu'est-ce qui fonctionne?

Certains développeurs ont réussi à lever des financements commerciaux. Des services publics, des majors pétrolières et des maisons de commerce participent au développement du secteur des mini-réseaux depuis 2018. En 2019, le premier financement d'un portefeuille de projets de mini-réseaux en Tanzanie a été obtenu (Fondation Rockefeller, 2019). La participation de bailleurs de fonds publics pour le financement (par exemple le FBR) et les garanties sont essentielles pour encourager les financeurs privés à participer et les inciter à surmonter les risques perçus.

- Quels sont les défis?

Selon le « Mini-grids Funders Group », 14 bailleurs de fonds avaient approuvé un total de 2,07 milliards USD en mars 2020, dont seulement 13% avaient été décaissés. Bien que la situation sur le terrain soit probablement meilleure que les données ne le suggèrent, il est clair qu'il peut y avoir des retards importants dans l'obtention des financements, et donc dans l'avancement des projets. En outre, le marché des mini-réseaux est encore naissant, les antécédents des projets des développeurs sont limités (par conséquent, les risques liés aux projets ne sont pas encore totalement transparents), les réglementations ne sont parfois pas claires et les consommateurs résidentiels ont une demande d'électricité limitée.

- Comment ces défis peuvent-ils être surmontés?

Le déploiement du financement pourra devenir plus fluide à mesure que le marché évoluera. Cela est également lié à la politique et à la réglementation des pays où se trouvent les bénéficiaires des financements. Les gouvernements doivent prendre des initiatives fortes et promouvoir des cadres réglementaires solides qui soutiennent le développement de mini-réseaux. Les bailleurs de fonds publics doivent poursuivre et étendre l'aide au financement pour le développement de mini-réseaux, en particulier en utilisant le FBR. Ceux-ci peuvent à leur tour attirer plus de financements commerciaux.

Clear rules on the arrival of the main grid across surveyed countries, 2018



Source: Climatescope 2019, BloombergNEF.

Aspects économiques

- Quel est le statut actuel?

L'installation de modules photovoltaïques dans des mini-réseaux améliore la rentabilité par rapport à l'utilisation du diesel. La maximisation d'une demande diurne peut réduire le coût global de production de l'électricité car elle est en corrélation avec les profils de génération de systèmes photovoltaïques alimentés par le soleil. Cela augmente le taux d'utilisation du mini-réseau, entraînant une baisse du coût de l'électricité et une augmentation du revenu moyen par utilisateur (ARPU). Dans les six pays étudiés, les coûts actualisés de l'électricité (LCOE) varient de 0,49 à 0,68 USD / kWh pour le solaire mini-réseaux hybrides opérant dans

des zones isolées et desservant à la fois les ménages et les clients à usage productif. Les LCOE diffèrent principalement selon les prix du diesel, des équipements, de l'installation et des modalités de financement.

- Qu'est-ce qui fonctionne?

Les développeurs ont de plus en plus tendance à sélectionner des sites où prévaut un niveau d'activité économique ou de consommation électrique suffisant dans les communautés rurales. Certains ont adapté leurs modèles commerciaux pour augmenter les revenus en optimisant les structures tarifaires et en stimulant la demande d'électricité de leurs clients (par exemple, en proposant des financements pour les appareils) ou même en devenant eux-mêmes des utilisateurs productifs de l'électricité du mini-réseau (modèle commercial « KeyMaker »).

- Quels sont les défis?

L'électricité produite par les mini-réseaux solaires hybrides reste chère pour de nombreux clients ruraux qui ont un faible besoin en capacité et une solvabilité limitée. Dans le cas où les communautés rurales ont des clients à usage productif (par exemple, celles qui utilisent des équipements agricoles), cela peut aider à augmenter les revenus du mini-réseau. En pratique, ils n'utilisent pas toujours l'électricité le jour où le PV génère de l'électricité.

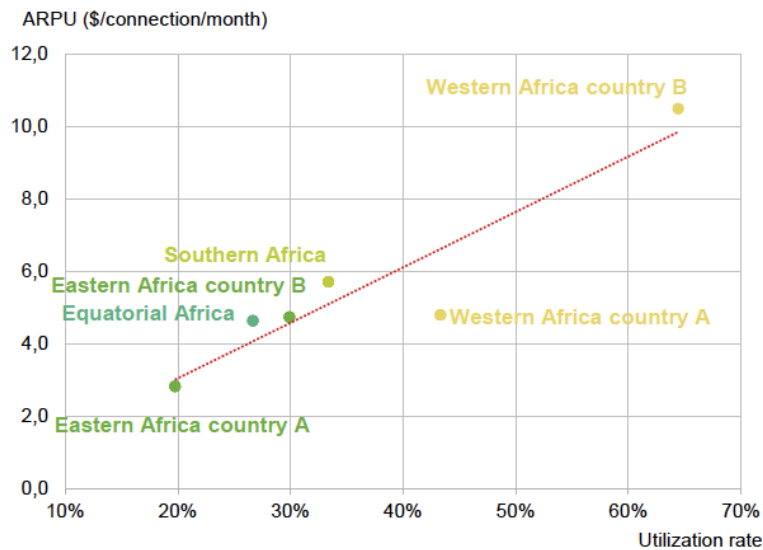
- Comment ces défis peuvent-ils être surmontés?

Les financements publics, comme les subventions du FBR, sont essentiels à la viabilité économique des mini-réseaux ruraux. Les développeurs peuvent améliorer leurs revenus grâce à des modèles commerciaux ou à des initiatives qui incitent les clients à utiliser plus d'électricité dans la journée.

L'établissement de structures tarifaires garantissant un niveau de revenu minimal est également une option. Les gouvernements devraient permettre aux développeurs de fixer leurs tarifs avec souplesse, en particulier pour les projets inférieurs à 100 kW.

Les subventions tarifaires constituent un autre moyen de surmonter l'obstacle des coûts élevés. Ces incitations peuvent inciter les consommateurs à augmenter leur consommation d'électricité, ce qui, à son tour, améliore les revenus des opérateurs de mini-réseaux.

Correlation between utilization rate and ARPU



Source: Africa Minigrid Developers Association (AMDA), ECA. **Note:** Each dot represents weighted average ARPU in a specific country in Sub-Saharan Africa. The data were collected from AMDA's member developers who are operating mini-grid projects with 11,882 connections.

Impacts

Quel est le statut actuel?

Les mesures d'impact adoptées par les financeurs varient en fonction de leurs objectifs. Les métriques sont utilisées de manière sélective pour des modalités de financement spécifiques, en fonction de leur pertinence pour l'entreprise concernée, du modèle commercial, des clients ou du type de produit ou de service. Les paramètres faciles à mesurer, par exemple le nombre de bénéficiaires, la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou le nombre d'emplois créés sont les plus couramment utilisés.

- Qu'est-ce qui fonctionne?

Certaines organisations ont développé des métriques innovantes d'évaluation d'impact pour les projets hors réseau et collecté des données d'impact. Acumen a développé « Lean Data », en se concentrant sur les changements dans la qualité de vie des clients qui mettent en œuvre des mini-réseaux. Il a investi massivement dans la collecte de données à distance via les téléphones mobiles (SMS, enquêtes en ligne) pour réduire les coûts et réduire le temps nécessaire à la collecte des données.

Quels sont les défis?

Il n'y a pas d'approche unique pour recueillir et communiquer les données d'impact des projets d'accès à l'électricité. Le calcul du nombre de personnes ayant accès à l'électricité est simple mais ne permet pas de mesurer les effets sur la vie des communautés rurales ayant bénéficié des projets. Certains impacts sociaux sont complexes à mesurer et n'apparaissent qu'à long terme. Davantage de données d'impact sont nécessaires pour attirer les investisseurs qui souhaitent investir dans des projets ayant des impacts environnementaux et sociaux positifs et pouvoir informer les parties prenantes des résultats.

- Comment ces défis peuvent-ils être surmontés?

Le secteur des mini-réseaux doit rassembler des données d'impact pour les projets de mini-réseaux en utilisant les métriques établies. Par exemple, les IFD, les bailleurs de fonds et les investisseurs peuvent insister pour que les destinataires des fonds (c'est-à-dire les développeurs) collectent des données d'impact auprès des consommateurs finaux.

Conclusions

Le marché des mini-réseaux est encore en phase de démarrage. Les projets offrent souvent l'option la moins coûteuse pour fournir de l'électricité aux populations rurales qui n'ont pas accès à l'énergie. Le marché des mini-réseaux est passé de 60 projets solaires / hybrides solaires installés dans le monde en 2010, à 2099 fin février 2020 dans les régions étudiées. La marge de croissance est énorme. De plus, bien que les financiers et les sociétés commerciales aient soutenu certains projets de mini-réseaux, la plupart des projets nécessitent encore une forme de financement public ou de garantie. Le secteur des mini-réseaux n'a pas encore atteint le point de basculement au-delà duquel il pourra se développer de façon exponentielle, sans soutien subventionné.

L'énergie renouvelable produite à grande échelle est aujourd'hui largement compétitive sur le plan des coûts et peut être entièrement financée par des capitaux privés dans les pays de l'OCDE et les pays à revenu intermédiaire. Ce succès peut être en partie attribué à des années de subventions substantielles, y compris des tarifs de rachat dans les pays de l'OCDE, qui ont créé un effet d'échelle et fait baisser les coûts. À l'heure actuelle, dans les pays où vivent plus des deux tiers de la population mondiale, la source la plus compétitive de production d'énergie électrique est l'énergie solaire ou éolienne non subventionnée.

Les mini-réseaux modernes utilisent un grand nombre de technologies similaires à celles qui sont utilisées dans les projets solaires ou de stockage solaire à grande échelle. La question est de savoir si les mini-réseaux peuvent suivre les traces de l'énergie propre développée par les services publics, pour atteindre la viabilité et une échelle plus grande en tirant parti de l'investissement privé?

Il convient de souligner trois différences fondamentales entre l'énergie propre à l'échelle des services publics et les mini-réseaux: 1/ : la nature de la façon dont les actifs sont décomposés ou protégés; 2/ : les profils des clients qui achètent l'électricité produite ; 3/ : les différences de taille des projets. Ces différences montrent les défis que le secteur des mini-réseaux doit surmonter pour décoller.

Comparing market fundamentals – renewables versus mini-grids

	Renewables in 2010	Mini-grids today
Technology	Developing	Mature
Cost competitiveness versus alternatives	Not competitive (in terms of cost of electricity for bulk generation)	Competitive (in terms of cost of electricity to be delivered to rural customers)
Protection of asset cash flows	Power purchase agreements (backed with feed-in tariffs)	Lacking except for some countries
Customers	Grid operators / state-run utilities	Rural households, commercial and industrial users
Size of project	Large (1–1,000MW)	Small (10–100kW)

Source: BloombergNEF. Note: Renewables here refer to solar and wind for bulk generation. Mini-grids refer to renewable hybrid systems or third generation mini-grids in rural areas.

Protection des flux de trésorerie

Dans le cadre des mécanismes de tarifs de rachat introduits au début des années 2010, les développeurs d'énergies renouvelables ont construit des centrales solaires et éoliennes et vendu toute l'électricité aux gestionnaires de réseaux à des prix fixes pendant des périodes fixes. Ces politiques ont donné aux investisseurs et aux développeurs la certitude que leurs projets généreraient des flux de trésorerie suffisants pour obtenir des rendements financiers acceptables. En substance, les politiques ont protégé la valeur des actifs pour les investisseurs.

En revanche, dans les pays qui ont besoin d'investissements soutenus dans l'électrification rurale, peu de gouvernements fournissent des réglementations qui protègent de manière explicite les propriétaires de mini-réseaux. Sans surprise, les investisseurs privés ont tendance à privilégier les marchés où les politiques sont les plus favorables. Mais même dans des pays comme le Nigéria, où le gouvernement a été proactif en donnant aux développeurs le droit de définir les tarifs et a établi des protections contre l'intégration dans le réseau principal (et ses tarifs), l'investissement privé n'est pas aussi élevé qu'il pourrait l'être.

Les clients

Les clients directs des projets d'énergie renouvelable à grande échelle dans les pays en développement sont généralement des gestionnaires de réseau ou des services publics d'État qui paient des tarifs fixes aux opérateurs sur la base d'accords d'achat d'électricité (AAE). Pour les opérateurs, ces clients sont à risque (beaucoup ont une solvabilité médiocre), mais ils sont généralement soutenus par les gouvernements centraux. En outre, ces dernières années, plusieurs projets à l'échelle des services publics ont pu vendre leur production directement à de grandes entreprises clientes.

En revanche, les opérateurs de mini-réseaux ruraux vendent à des clients à faible revenu et ayant des capacités de paiement limitées. La demande de ces clients peut être imprévisible car elle dépend fortement des revenus issus de l'activité agricole. Les conditions

météorologiques, la saisonnalité et les rendements agricoles variables ont un impact direct sur la capacité des clients à honorer leurs factures. Pour les opérateurs de mini-réseaux, ces flux de revenus irréguliers présentent des risques importants, ainsi que pour les bailleurs de fonds. Le manque de fiabilité de ces clients représente l'un des principaux obstacles à la viabilité économique des mini-réseaux sans subventions. Elle dissuade également les investisseurs privés de déployer des capitaux pour soutenir de tels projets.

Taille

Les projets typiques d'énergie renouvelable à l'échelle des services publics ont une taille d'au moins 1 MW. En revanche, la majorité des mini-réseaux ruraux varient entre 10 et 100 kW. Les financiers privés ont tendance à privilégier les transactions plus importantes qui leur permettent d'amortir les coûts liés aux transactions sur des volumes de capital plus importants. En conséquence, beaucoup ne sont pas disposés à investir le temps et les efforts nécessaires pour fournir un financement pour des projets qui souvent nécessitent 1 million USD ou moins.

Le secteur des mini-réseaux² doit prendre en compte toutes ces préoccupations. Il cherche à atteindre le point où les projets peuvent être entièrement financés par des capitaux privés et à grande échelle. Quatre groupes de parties prenantes ont le potentiel pour relever ces défis : les gouvernements, les institutions de financement du développement (IFD) et les agences donatrices, les financeurs privés et les développeurs de projets de mini-réseaux.

² Les mini-réseaux se réfèrent ici au type le plus couramment installé ces dernières années, à savoir les mini-réseaux hybrides renouvelables - principalement, les mini-réseaux hybrides solaires ou les mini-réseaux de troisième génération - plutôt que les mini-réseaux à base de combustibles fossiles - grilles.