



Observatoire Europe-Afrique 2030

Étude de cas n°18

Promouvoir une filière de fabrication de mini-réseaux de troisième génération en Afrique subsaharienne

21 avril 2022

Auteur : Christian Delavelle – Observatoire Europe-Afrique 2030

Résumé

On estime entre 100 000 et 150 000 le nombre de mini-réseaux supplémentaires nécessaires en Afrique subsaharienne à l'horizon 2030 pour satisfaire le scénario « accès à l'électricité pour tous ». Or, aucun pays d'Afrique subsaharienne ne dispose d'un outil industriel capable de fabriquer localement des mini-réseaux. De ce fait, à l'horizon 2030, l'acquisition de plusieurs dizaines de milliers d'installations obligera les états africains concernés à importer la plus grande partie des 100 milliards de dollars d'équipements et de services nécessaires. L'impact sur l'endettement et la balance commerciale de ces pays sera très lourd. Une solution consisterait à développer une filière africaine intégrée de conception et de fabrication de mini-réseaux de troisième génération, dans un ou plusieurs pays d'Afrique subsaharienne. Cette filière serait basée sur une logique de co-production entre des industriels européens et africains. Du fait de ses caractéristiques high-tech, ce projet de filière apparaît en rupture avec les stratégies habituellement préconisées pour développer le secteur manufacturier en Afrique subsaharienne, qui s'appuient sur des secteurs « traditionnels ».

Table des matières

1.	CONTEXTE	3
2.	OBJECTIF	4
3.	SCENARIO « MULTI-PAYS » VS. SCENARIO « NATIONAL »	5
3.1	SCENARIO « MULTI-PAYS »	5
3.2	SCENARIO « NATIONAL »	5
4.	MODELE DE DEVELOPPEMENT	5
5.	UNE FILIERE A PART ENTIERE	6
5.1	QU'EST-CE QU'UN MINI-RESEAU SOLAIRE HYBRIDE ?	7
5.2	MAXIMISER LE TAUX D'INTEGRATION LOCALE	8
6.	CONCLUSION	10

1. Contexte

Dans de nombreuses régions d'Afrique, l'électricité distribuée par les mini-réseaux de troisième générationⁱ (solaire hybride) est d'ores et déjà compétitive par rapport au kWh délivré par les réseaux centralisés. Les progrès technologiques réalisés depuis une quinzaine d'années ont permis d'abaisser fortement le coût de l'électricité produite par ces mini-réseaux. Ce coût devrait encore diminuer de moitié au cours de la décennie à venir, de 0,41 \$/kWh en 2020 à 0,20 \$/kWh en 2030ⁱⁱ.

Le développement des mini-réseaux de troisième génération permettrait à 81 millions de consommateursⁱⁱⁱ supplémentaires d'Afrique subsaharienne d'avoir accès à l'électricité^{iv}, y compris des consommateurs industriels. En corollaire, cela réduirait significativement les émissions de gaz à effet de serre^v grâce au remplacement progressif des générateurs diesel actuellement utilisés à grande échelle dans les zones urbaines^{vi} et rurales^{vii}.

De nombreux gouvernements africains, dont l'Éthiopie, le Kenya et le Nigeria, font des mini-réseaux un pilier de leurs plans d'électrification nationaux, en complément des extensions de réseau et des installations solaires domestiques. De leur côté, les entreprises européennes, japonaises et américaines détentrices du savoir-faire multiplient les initiatives.

Des structures se mettent en place pour favoriser ce développement. Récemment, le partenariat entre l'Association africaine des développeurs de mini-réseaux (Amda) et le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (Comesa - organisation sous régionale regroupant 21 pays) a été créé afin de faciliter l'installation de mini-réseaux dans des zones rurales en Afrique. Ce partenariat porte, entre autres, sur l'amélioration de la qualité de la collecte et la diffusion des données sur le secteur des mini-réseaux au sein des pays membres du Comesa, ainsi que sur l'amélioration de la disponibilité des instruments financiers^{viii}.

On estime globalement entre 100 000 et 150 000 le nombre de mini-réseaux supplémentaires qui seraient nécessaires en Afrique subsaharienne à l'horizon 2030 pour satisfaire le scénario « accès à l'électricité pour tous »^{ix}. Or, à ce jour, seulement 2160 mini-réseaux sont opérationnels, dont 63% sont basés sur le solaire ou le solaire hybride.

Une ombre importante subsiste toutefois dans le tableau décrit ci-avant : Aucun pays d'Afrique subsaharienne ne dispose d'un outil industriel capable de fabriquer localement des mini-réseaux. De ce fait, à l'horizon 2030, l'acquisition de plusieurs dizaines de milliers d'installations obligera les états africains concernés à importer la plus grande partie des 100 milliards de dollars d'équipements et de services nécessaires. L'impact sur l'endettement et la balance commerciale de ces pays sera très lourd.

2. Objectif

Une solution permettrait de réduire fortement ce fardeau financier. Une occasion unique se présente pour les gouvernements et les entrepreneurs africains et européens de démontrer qu'il est possible de **développer une filière africaine intégrée de conception et de fabrication de mini-réseaux de troisième génération en Afrique subsaharienne**. Cette filière serait basée sur une logique de co-production entre des industriels européens et africains.

Du fait de ses caractéristiques high-tech , ce projet de filière apparaît en rupture avec les stratégies habituellement préconisées pour développer le secteur manufacturier en Afrique subsaharienne, qui s'appuient sur des secteurs « traditionnels » tels que le cuir ou le textile/habillement.

Une telle filière trouverait sa raison d'être dans la nature même du marché des mini-réseaux :

- La taille du marché potentiel africain des mini-réseaux étant considérable, la filière pourrait se développer sous la forme d'unités industrielles de grande capacité, maximisant ainsi les économies d'échelle. Le contexte est beaucoup plus favorable, par exemple, que pour les chaînes locales d'assemblage d'automobiles, qui ne se justifient pas au plan économique dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne du fait de la taille réduite des marchés domestiques de véhicules neufs.
- Le marché mondial des mini-réseaux étant en pleine croissance, des unités de conception/fabrication de mini-réseaux localisées en Afrique pourraient s'ajouter sans difficulté aux capacités existantes dans le monde. Là encore, le contexte est favorable si l'on compare, par exemple, avec d'autres marchés « high-tech » comme la fabrication de téléphones mobiles, qui ont atteint la maturité et pour lesquels le ticket d'entrée est très élevé.
- Pour les concepteurs/fabricants européens d'équipements de mini-réseaux solaire hybride, la co-production est une opportunité à ne pas manquer pour optimiser leurs chaînes de valeur et rester compétitifs à long-terme sur les marchés africains, face à une concurrence, en particulier chinoise, qui va s'amplifier au cours des prochaines années.

3. Scénario « multi-pays » vs. scénario « national »

Le contexte institutionnel dans lequel la filière pourrait se développer dépendra beaucoup du rythme de mise en place de la ZLeCAF au cours des cinq à dix prochaines années. Deux scénarios sont envisageables.

3.1 Scénario « multi-pays »

Ce scénario trouve sa pleine justification économique dans l'hypothèse où la ZLeCAF se développe conformément aux prévisions. La filière s'articulerait autour d'une sous-région englobant les pays d'Afrique subsaharienne qui représentent la plus forte demande potentielle de mini-réseaux : Nigéria, République Démocratique du Congo, Ethiopie, Tanzanie, Ouganda. Il consiste à réaliser un maillage de pôles industriels coordonnés, situés dans des zones économiques spéciales et répartis entre ces différents pays.

3.2 Scénario « national »

Ce scénario correspond à l'hypothèse d'une mise en œuvre de la ZLeCAF moins rapide que prévu. Il consiste à concentrer la co-production dans un pays d'Afrique subsaharienne, choisi pour l'importance de son marché potentiel. Comme dans le scénario précédent, chaque pôle industriel serait implanté dans une zone économique spéciale.

4. Modèle de développement

Deux profils d'entreprises européennes disposent du savoir-faire technologique nécessaire pour accompagner des entreprises africaines dans un processus de co-production :

- Les ensembliers concepteurs de mini-réseaux solaire hybride (Engie, Power Corner...)
- Les concepteurs/fabricants d'onduleurs (Schneider Electric, Kostal Solar, Fronius, SMA Solar....).

Une entreprise n'acceptera de jouer ce rôle de « locomotive » qu'à condition d'être accompagnée, dans la durée et de manière concertée, par les pouvoirs publics de(s) l'état(s) membre(s), de l'Union européenne et des pays africains concernés. Le mécanisme proposé pour cette aide a été décrit en détail dans une étude de cas précédente^x. Il est basé sur la combinaison de deux aides complémentaires, accordées directement aux entreprises porteuses d'un projet :

- Une aide au démarrage, sous réserve que le pays d'accueil envisagé soit éligible, c'est-à-dire que son degré d'engagement dans les réformes structurelles soit suffisant.
- Une ou plusieurs aides complémentaires ciblées, s'il s'avère que la zone géographique concernée par l'investissement présente des handicaps sur des domaines précis tels

que la faible qualification de la main d'œuvre ou l'insuffisance des infrastructures d'accès à la zone.

En outre, les états africains concernés devront jouer pleinement la carte de la coopération et de la transparence, en s'engageant sur un cadre institutionnel incitatif et stable dans la durée^{xi} :

- Exonérer de taxes tous les échanges de prestations de services, de pièces et de sous-ensembles manufacturés entre les pôles industriels de la filière
- Exonérer de taxes les importations provenant des entreprises européennes partenaires : pièces et sous-ensembles importés en vue de l'assemblage sur le(s) site(s) de production africain(s)
- Garantir la sécurité du personnel
- Garantir la qualité des infrastructures d'accès au(x) site(s) de production.

Les sites de production africains devront être opérés et gérés en quasi-totalité par du personnel local, afin d'éviter une dérive des coûts de production. Le volet « formation » revêt par conséquent un caractère essentiel dans le plan de développement de la filière.

5. Une filière à part entière

L'outil industriel sera constitué de plusieurs pôles d'ingénierie, de formation, de fabrication et d'assemblage. Chaque pôle sera constitué d'une galaxie d'entreprises sous-traitantes et cotraitantes, qui viendront se greffer progressivement autour d'une co-entreprise « locomotive », afin d'atteindre un taux d'intégration locale maximum après cinq années d'activité.

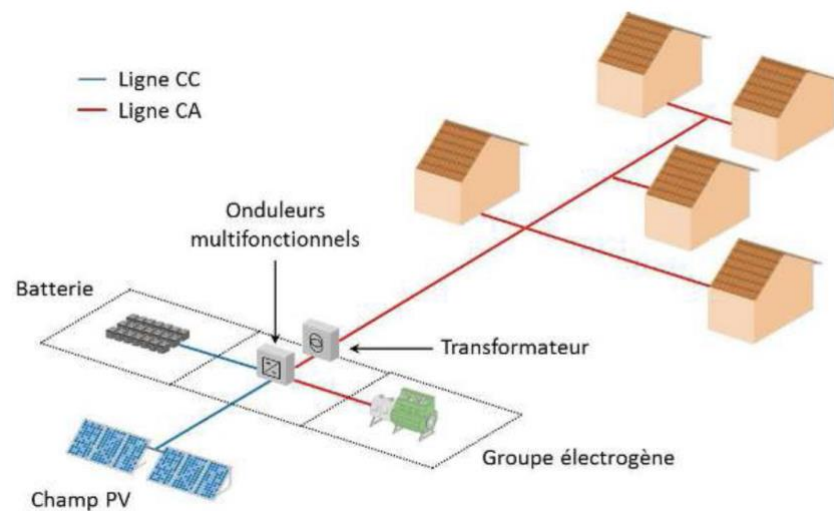
La maximisation du taux d'intégration local est un enjeu clé.

5.1 Qu'est-ce qu'un mini-réseau solaire hybride ?

Avant de définir plus en détail les moyens qui permettraient de maximiser le taux d'intégration locale de la filière, il convient préalablement de rappeler en quoi consiste un mini-réseau solaire hybride.

Le schéma ci-dessous illustre la structure générale de l'installation.

Schéma d'un mini-réseau solaire hybride pour l'électrification rurale



L'**onduleur solaire** constitue l'équipement central du système. Il transforme et optimise le courant électrique produit par les panneaux solaires en courant alternatif. Pour cela, il analyse en permanence le courant continu émis par les panneaux solaires, qui change continuellement en fonction de différents facteurs, comme l'ensoleillement par exemple. La dernière génération d'onduleurs, appelée « hybride », est capable de déterminer si l'électricité produite doit être utilisée immédiatement, stockée dans une batterie, ou injectée dans le réseau.

L'onduleur comprend des interrupteurs de puissance (transistors), qui sont des composants de haute technologie. Les fabricants ont principalement développé la gamme de puissance de 1 kW à 20 kW. Les produits modulaires, qui combinent des onduleurs multifonctionnels avec des onduleurs PV ou des contrôleurs de charge, permettent d'atteindre des puissances de sortie de 300 kW.

L'onduleur représente environ 20% du coût d'investissement de l'installation. Sa part relative a tendance à augmenter ^{xii}.

Les panneaux solaires sont fabriqués en deux étapes :

- Fabrication des cellules photovoltaïques : extraction et transformation du silicium, puis encapsulation des cellules avec un polymère. Les connexions sont en cuivre ou en argent.
- Fabrication des modules, chaque module comprenant plusieurs cellules photovoltaïques (60 la plupart du temps), des cadres et des plaques de métal conducteur à l'arrière. Enfin, une plaque de verre est ajoutée par-dessus.

L'ensemble « panneaux solaires + supports » représente environ 30% du coût d'investissement de l'installation. Leur part dans l'investissement total a tendance à décroître du fait de la diminution tendancielle du coût de production des panneaux.

Le groupe électrogène, alimenté au diesel, développe une puissance de 30 à 200 kVA. Il représente environ 10 à 15% du coût d'investissement de l'installation.

Le parc de batteries permet de stocker l'électricité produite. La technologie actuellement la mieux adaptée aux systèmes hybrides pour l'électrification rurale consiste en un parc de batteries acide-plomb à plaques tubulaires. Des batteries Li-ion peuvent également être utilisées. Le coût du parc de batteries représente environ 20% de l'investissement total de l'installation.

Le poste « **autres prestations et équipements** » représente 15 à 20% de l'investissement. Il inclut, entre autres, les prestations d'études, les travaux de génie-civil et les opérations de mise en route. En ce qui concerne les prestations d'étude, les mini-réseaux se caractérisent par leur complexité. Les logiciels de conception sont essentiels pour la simulation du fonctionnement et pour l'optimisation du dimensionnement des systèmes, non seulement sur le plan technique mais aussi sur les plans économique et financier.

L'accès à la **maintenance** et aux pièces de rechange est critique pour ce qui concerne les équipements électroniques de l'installation (onduleurs, régulateurs...). La pérennité des services de maintenance sur le long terme est essentielle.

5.2 Maximiser le taux d'intégration locale

Le taux d'intégration locale de la filière augmentera progressivement, au fur et à mesure de l'implantation d'un nombre croissant de sous-traitants et de co-traitants dans les sites industriels.

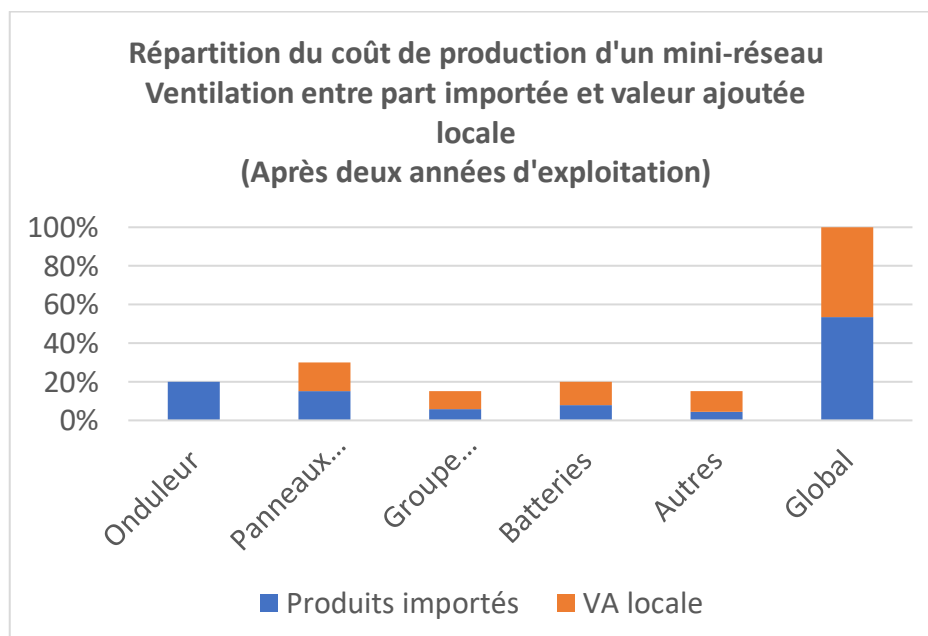
L'objectif est d'obtenir à terme une quasi-autonomie au niveau des prestations d'ingénierie, des approvisionnements en composants, de la fabrication de la plupart des équipements critiques (panneaux solaires, batteries...), des travaux sur site (génie civil, montage), des opérations de mise en route et de maintenance.

Pendant les deux premières années, l'entreprise européenne locomotive du groupement partagera son savoir-faire technologique et formera la main d'œuvre.

- Les équipements à fort contenu technologique (onduleurs) seront d'abord importés, puis dans un deuxième temps, fabriqués sous licence dans les sites africains.
- Les équipements à contenu technologique modéré (transformateurs, panneaux solaires) seront fabriqués localement sous licence.
- Les équipements et services à faible contenu technologique (armatures, génie-civil) seront réalisés localement.

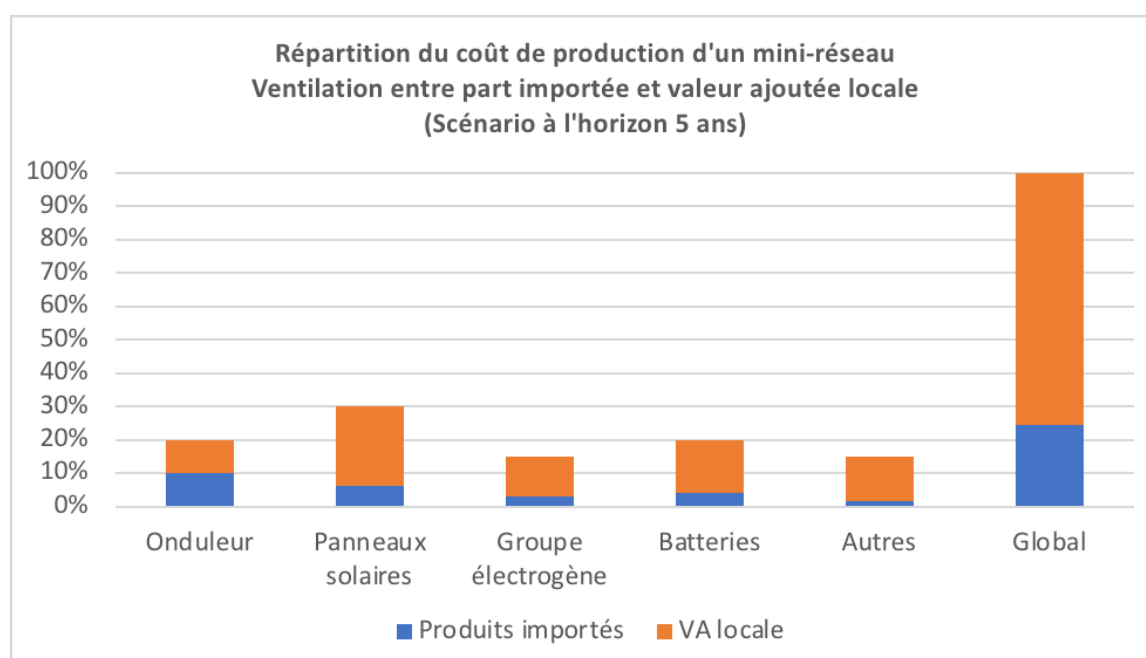
La part estimée de la valeur ajoutée locale dans chaque équipement dès la première année de production des mini-réseaux est mentionnée dans le tableau ci-dessous. En pondérant la valeur des différents modules en fonction de la part de la valeur ajoutée locale de chaque module, il ressort que la part globale d'intégration locale serait légèrement supérieure à 45%.

	Onduleur	Panneaux solaires	Groupe électrogène	Batteries	Autres	Global
Part de l'équipement dans le coût total de l'installation	20%	30%	15%	20%	15%	100%
Part de la valeur ajoutée locale dans le coût de chaque équipement	0%	50%	60%	60%	70%	46,5%



A moyen terme (horizon de trois à cinq ans), la part de la valeur ajoutée locale dans chaque équipement augmenterait dans les proportions indiquées ci-dessous. Dans cette hypothèse, la part d'intégration locale pourrait atteindre 75%.

	Onduleur	Panneaux solaires	Groupe électrogène	Batteries	Autres	Global
Part de l'équipement dans le coût total de l'installation	20%	30%	15%	20%	15%	100%
Part de la valeur ajoutée locale dans le coût de chaque équipement	50%	80%	80%	80%	90%	75,5%



6. Conclusion

Le projet de filière « subsaharienne » de fabrication de mini-réseaux solaire hybride ne relève pas de l'utopie. Il constituerait un signal fort de volontarisme en matière de coopération industrielle concertée.

La mise en place opérationnelle de la ZLeCAf lui donnerait des atouts supplémentaires, dans le cadre d'une filière « multi-pays ».

Il permettrait aux états africains concernés de freiner leur spirale d'endettement et la dégradation de leur balance commerciale.

Il offrirait à des entreprises africaines la possibilité de s'approprier un savoir-faire dans un secteur stratégique.

Il permettrait à des entreprises européennes, à travers une stratégie de co-production innovante, de rester compétitives face à la concurrence asiatique, en particulier chinoise.

La réussite de ce projet industriel aurait valeur d'exemple et pourrait s'appliquer dans d'autres filières « vertes » comme les fermes éoliennes ou les centrales biogaz, contribuant à sortir de la logique actuelle de développement « par le bas » des secteurs manufacturiers en Afrique subsaharienne.

ⁱ Un mini-réseau est un système de fourniture d'électricité dont la capacité de production est comprise entre 1kW et 10 MW (IRENA) et peut fonctionner de manière isolée du réseau électrique principal du service public. Il comprend au moins une unité de production d'électricité et un réseau de distribution local et fournit de l'électricité à plus d'un consommateur (source : « Guidelines Summary – USAid Scaling up Renewable Energy Program » – Février 2021.

ⁱⁱ Source : « State of the Global Mini-grids Markets – Report 2020 » - MGP/Bloomberg NEF/Sustainable Energy for All”.

ⁱⁱⁱ Foyers domestiques, industries.....

^{iv} Ce chiffre correspond à la part des mini-réseaux de troisième génération dans le scénario qui permettrait à l'ensemble des populations d'accéder à l'électricité (source : ibid.)

^v Au Nigéria, la capacité cumulée des groupes électrogènes diesel, essentiellement utilisés par les ménages, atteint huit fois la capacité de pointe effectivement opérationnelle de l'ensemble du réseau national. Les Nigériens dépensent annuellement au moins 12 milliards de dollars pour l'achat et l'exploitation des générateurs à essence (source : ibid.).

^{vi} Ce marché correspond à des entreprises ou des institutions (hôpitaux....) ayant besoin d'une fourniture d'électricité fiable pour se développer. Il a deux composantes : le remplacement des groupes électrogènes existants et une composante « premier équipement », par exemple pour des PME non-équipées de groupes électrogènes.

^{vii} Ce marché inclut une composante de substitution au bois de chauffe et aux groupes diesel, ainsi qu'une composante « premier équipement », par exemple pour de nouvelles installations agro-alimentaires dans une zone rurale ou pour des foyers domestiques utilisant le bois de chauffe.

^{viii} Source : Energies Media – 20/12/2021.

^{ix} Estimation obtenue en recoupant les travaux de la Banque Mondiale (« Des mini-réseaux pour un demi-milliard de personnes – ESMAP – Juin 2019) et de Bloomberg SEF (ibid.).

^x Le lecteur pourra se reporter au document suivant réalisé par l'Observatoire Europe-Afrique 2030 : « Étude de cas n°7 : Promouvoir le développement de pôles manufacturiers à vocation exportatrice en Afrique subsaharienne : Proposition pour un nouvel outil financier incitatif - Observatoire Europe-Afrique 2030 - (Novembre 2018) ».

^{xi} Les facteurs clés de développement du marché des mini-réseaux ne sont pas abordés dans la présente étude de cas. Bien qu'essentiels, ils n'entrent pas dans le cadre du thème de la présente note. Les facteurs clés les plus fréquemment cités pour favoriser le développement de la demande de mini-réseaux sont les suivants : Politiques

claires de tarification de l'électricité à moyen-terme, arrêt des subventions du diesel, définition précise des modalités de protection économique des usagers des mini-réseaux en cas d'arrivée du réseau, obtention des permis, manque de financement en monnaie locale à des taux abordables et sur de longues durées.

^{xii} Source : GIZ, IED. La répartition indiquée correspond au cas du Sénégal. Elle n'inclut pas les coûts relatifs réseau de distribution MT ou BT.

Christian Delavelle a été contrôleur de gestion puis ingénieur de projet dans deux sociétés d'ingénierie pétrolière et pétrochimique pendant huit ans, puis manager de l'entité Conseil du Groupe Taylor Nelson Sofres pendant 15 ans. Il a réalisé de nombreuses études stratégiques en milieu industriel, dans les secteurs mécanique, chimie, métallurgie, textile, énergie, électronique, automobile, aéronautique et technologies vertes. Il a travaillé dans une dizaine de pays d'Afrique sur des missions pour la Banque Mondiale et l'UNIDO. En 2003, il a créé le cabinet AJI-Europe, spécialisé dans le conseil en stratégie dans les domaines des transports et de l'économie circulaire. Il a créé l'Observatoire en 2015.