ACCÈS UNIVERSEL À L'ÉLECTRICITÉ

Le cadre de l'électrification rurale intégrée (CERI)

Une approche globale de l'accès universel à l'électricité

Ignacio J. Pérez-Arriaga

Santos J. Díaz-Pastor

IIT-Comillas · MIT

ASR POSITION PAPER / 2023

AFRICAN SCHOOL OF REGULATION

Le cadre de l'électrification rurale intégrée (CERI)

Une approche globale de l'accès universel à l'électricité

Ignacio J. Pérez-Arriaga, June 2023[1][2]

1. Introduction

L'accès universel à l'électricité est entravé par les défaillances du segment de distribution du secteur de l'électricité dans de nombreux pays à faible accès. Des réformes sont nécessaires dans toutes les activités de la chaîne d'approvisionnement en électricité : production centralisée, transmission, distribution, vente au détail, exploitation du système, approvisionnement hors réseau, gestion des ressources distribuées et commerce transfrontalier de l'électricité, ainsi que dans la structure et la gouvernance institutionnelle du secteur de l'électricité. L'accent mis sur la distribution s'explique par le fait qu'il existe des approches éprouvées et une grande expérience en matière d'investissement dans la production et la transmission dans les pays en développement, ainsi que dans la manière d'aborder les autres activités, mais la transformation de sociétés de distribution insolvables en entreprises viables engagées dans la réalisation de l'électrification universelle reste un défi non résolu. Et sans un système de distribution fonctionnant correctement, l'accès universel ne sera jamais atteint.

Les problèmes de viabilité financière ont entravé la mobilisation des investissements publics et privés considérables nécessaires à l'extension du réseau principal pour accroître l'accès à l'électricité, tandis que la croissance récente des solutions hors réseau s'est faite en grande partie en silos et dans le cadre de projets de petite et, tout au plus, de moyenne envergure, bien en deçà de ce qui est nécessaire pour parvenir à une électrification complète. La réalisation de l'accès universel nécessite un nouveau modèle commercial pour la distribution – à la fois sur le réseau et hors réseau – qui ne laisse personne de côté, assure la continuité de l'approvisionnement, intègre les différents modes d'électrification (sur le réseau et hors réseau), et s'aligne sur le développement à long terme du secteur de l'électricité.

Pour atteindre ces objectifs, nous proposons un ensemble de principes et un cadre que nous appelons **le cadre de l'électrification rurale intégrée (CERI)**

Le CERI est basé sur l'idée d'une ou plusieurs entités – publiques, privées ou partenariats – chacune responsable de la distribution dans une zone donnée (en principe par le biais d'une forme de concession) et ayant pour mandat de fournir un accès universel dans sa zone de service en utilisant un ou une combinaison appropriée de modes d'électrification, avec un

---

[1] Interim Director of the African School of Regulation (ASR), https://africanschoolregulation.org; Professor and Director of Energy Training, Florence School of Regulation at the European University Institute; Research Affiliate, MIT Energy Initiative; Professor, Instituto de Investigación Tecnológica (IIT), Universidad Pontificia Comillas, http://www.iit.comillas.edu/ignacio.

[2] Le cadre de l´électrification rurale intégrée et sa mise en œuvre préliminaire dans plusieurs pays sont le résultat d'un effort collectif des chercheurs du laboratoire d'accès universel à l'énergie du MIT / IIT-Comillas, au cours des cinq dernières années, initialement financé par la Fondation Shell et travaillant ensuite pour la Commission mondiale pour l'élimination de la pauvreté énergétique (GCEEP), soutenue par la Fondation Rockefeller. Voir https://universalaccess.mit.edu pour d'autres publications sur le même sujet.

plan d'affaires viable soutenu par la régulation du coût du service, le financement du déficit de viabilité et l'atténuation appropriée des risques. La distribution a cruellement besoin de capitaux privés, mais il sera difficile de les attirer en l'absence de modèles d'entreprise viables.

Certains aspects du II ont été mis en œuvre avec succès dans des programmes d'électrification dans l'ensemble du monde en développement. Cependant, il y a très peu de cas où ce cadre a été pleinement appliqué dans le but exprès d'élargir l'accès à l'électricité.[3]

2. La situation actuelle de la distribution d'électricité en Afrique subsaharienne (ASS)

Un problème courant dans les pays en développement, qui est omniprésent en Afrique subsaharienne, est que les sociétés de distribution en place ("discos") ne pratiquent pas des tarifs qui leur permettraient de recouvrer leurs coûts, ce qui entraîne un cercle vicieux de sous-investissement, de services peu fiables et de faible qualité, d'insatisfaction des clients et d'inégalités croissantes en matière d'accès. C'est le cas de la grande majorité des discos d'Afrique subsaharienne (ASS), qui se trouvent dans une situation financière chroniquement difficile, doivent fréquemment être renflouées par des fonds publics[4] et ne peuvent pas attirer les capitaux importants nécessaires pour entreprendre des efforts significatifs d'électrification rurale ou réaliser d'autres investissements d'infrastructure à long terme.

La figure 1 illustre les difficultés rencontrées par une disco typique, qui est censée répondre à l'ensemble de la demande des clients urbains dont les coûts du réseau de distribution par unité d'énergie fournie sont faibles, des clients ruraux ou périurbains proches dont les coûts par unité sont plus élevés, et de la demande éloignée et dispersée dans les zones rurales dont le coût du service est très élevé. Dans de nombreux pays à faible accès, cependant, seul le premier groupe de clients et une partie du second ont accès à l'électricité. Étant donné que les tarifs influencés par la politique ne sont pas en mesure de couvrir les besoins en recettes de l'activité de distribution, un déficit structurel s'accumule pour la disco. Par conséquent, la disco, accablée par le déficit, ne parviendra pas à fournir une électricité fiable et de bonne qualité à ses clients qui, à leur tour, auront probablement recours à des connexions illégales, à des factures impayées et à la défection du réseau. Ce scénario crée un cercle vicieux et aggrave le déficit de la société de distribution jusqu'à ce que le gouvernement n'ait d'autre choix que d'intervenir par un renflouement sous une forme ou une autre – une approche coûteuse ex post de la subvention qui perpétue effectivement l'échec financier et opérationnel de la disco. Toute tentative d'électrification des zones rurales, dont les coûts de distribution par unité sont élevés et que les tarifs subventionnés existants ne permettent pas de couvrir, se traduirait par un déficit plus important, ce qui découragerait les discos de développer l'électrification.

[3] L'électrification du Maroc à la fin des années 1990, le projet PERMER I dans la province de Jujuy en Argentine (1999-2012) ou les concessions pour les systèmes solaires domestiques au Pérou sont des expériences largement réussies qui contiennent la plupart des caractéristiques de l'IDF. Nous avons tiré les leçons de ces expériences concrètes et avons défini le FDI en des termes plus généraux qui peuvent être adaptés à n'importe quel contexte.

[4] Trimble, Christopher, Masami Kojima, Ines Perez Arroyo, and Farah Mohammadzadeh. 2016. “Financial Viability of Electricity Sectors in Sub-Saharan Africa: Quasi-Fiscal Deficits and Hidden Costs.” Policy Research Working Paper 7788, World Bank, Washington, DC.
http://documents.worldbank.org/curated/en/182071470748085038/Financial-viabilityof-electricity-sectors-in-Sub-Saharan-Africa-quasi-fiscal-deficits-and-hidden-costs

L'essor récent de solutions énergétiques distribuées fiables et peu coûteuses, soutenues par des modèles commerciaux et financiers attrayants, a créé une forte pression concurrentielle pour les sociétés de distribution dans les zones urbaines et quasi rurales pour les clients commerciaux, industriels et résidentiels aisés. Cela encourage ceux qui ont les moyens de s'autoproduire à faire défection, ce qui compromet encore davantage la viabilité du distributeur. Ces solutions hors réseau, bien qu'efficaces du point de vue de l'augmentation de l'offre dans les zones électrifiées et de l'élargissement rapide de l'accès à l'électricité, ne peuvent à elles seules garantir l'accès universel à l'électricité. Pour être viables, les mini-réseaux ont souvent besoin du soutien de donateurs ou d'une forte subvention croisée de la part de charges d'ancrage telles que les utilisations finales productives locales dominantes. En outre, les entreprises de systèmes autonomes non subventionnées s'adressent en grande partie aux clients et aux zones où leurs services peuvent être viables, laissant ainsi les autres à la traîne. Cette situation est également illustrée par la figure 1.

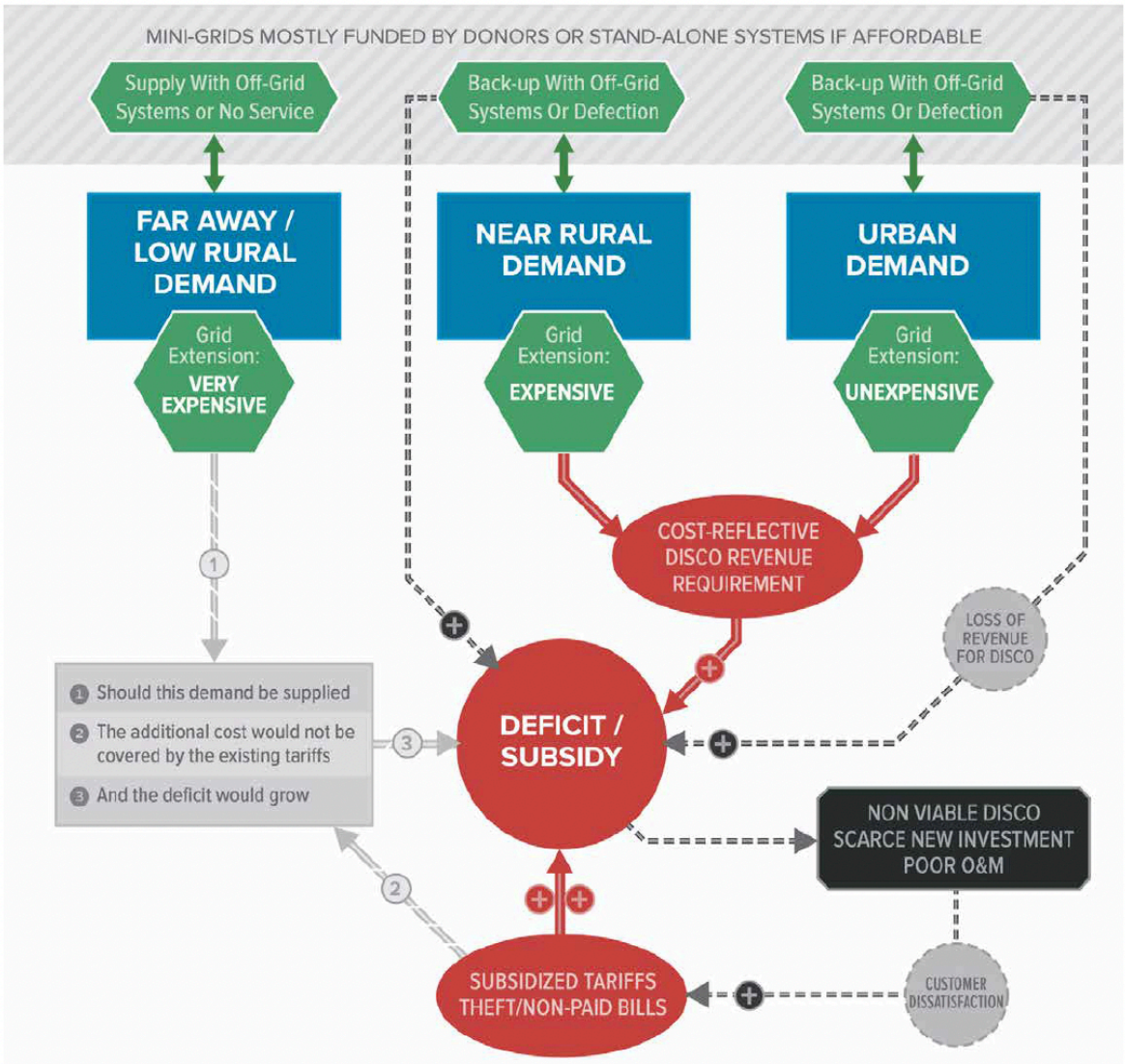


Figure 1. Défis de viabilité pour les sociétés de distribution dans les pays à faible accès.

Cependant, tout espoir n'est pas perdu. Des stratégies visant à surmonter les problèmes de distribution et à élargir l'accès peuvent être mises en œuvre en appliquant les meilleures pratiques en matière de réglementation, d'intégration efficace des technologies en réseau et hors réseau, et d'utilisation intelligente du financement du développement. À cette fin, nous nous sommes concentrés sur la distribution du "dernier kilomètre", définie au sens large comme la fourniture d'électricité aux utilisateurs finaux par le biais de la technologie de distribution la plus appropriée – extension du réseau, mini-réseaux ou systèmes autonomes. Le CERI doit guider la conception et la mise en œuvre des programmes d'électrification afin de mobiliser les capitaux et l'expertise à l'échelle appropriée pour réaliser l'accès universel à l'électricité.

L'approche du CERI transfère la majeure partie de la charge économique de l'entretien, de l'amélioration et de l'extension des réseaux de distribution des gouvernements vers des entités définies (publiques, privées ou partenariats public-privé) qui sont habilitées à conclure des contrats à long terme (généralement 20 ou 25 ans) et qui sont guidées par des réglementations relatives au coût du service.

3. Définir le cadre de l´électrification rurale distribution intégrée (CERI)

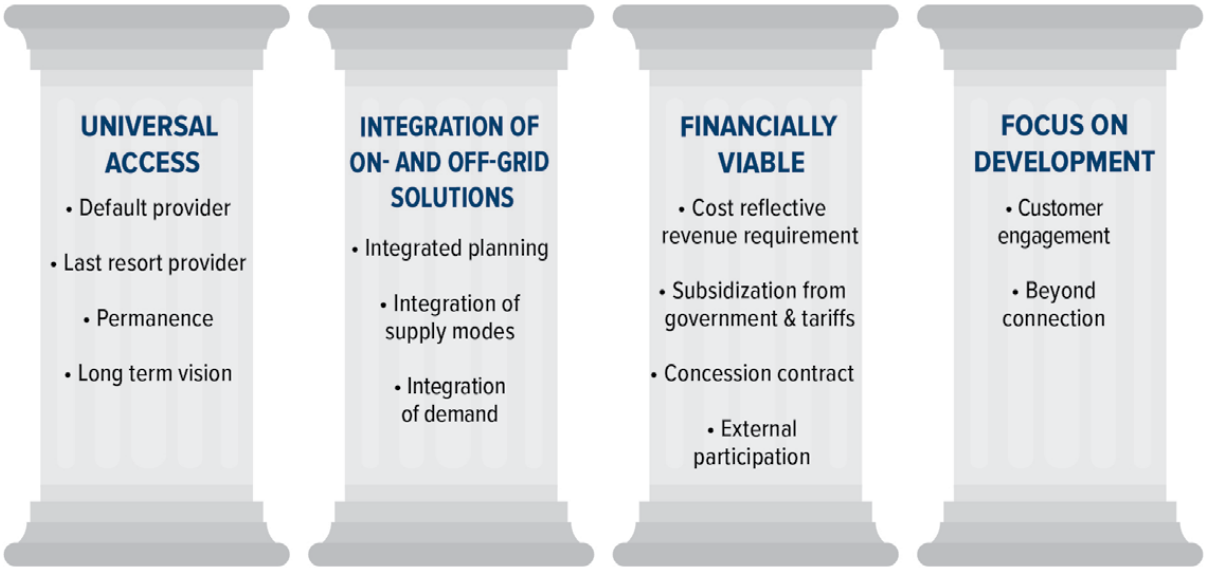
Le CERI représente un ensemble de principes directeurs qui peuvent guider la conception des programmes d'électrification et aider à évaluer les efforts en cours. L'essence de le CERI est représentée par les quatre principes suivants:

i) **Un engagement en faveur de l'accès universel qui ne laisse personne de côté.** Cela suppose la permanence de l'approvisionnement et l'existence d'une entité semblable à un service public, responsable en dernier ressort de la fourniture de l'accès sur un territoire défini.

ii) **L'intégration efficace et coordonnée des solutions en réseau et hors réseau** (c'est-à-dire les extensions de réseau, les mini-réseaux et les systèmes autonomes). Cela nécessite une planification intégrée au niveau de la distribution et des modèles commerciaux appropriés qui tiennent compte de tous les types de consommateurs sur un territoire de service défini.

iii) **Un modèle commercial financièrement viable pour la distribution.** Cela nécessitera généralement une forme de concession de distribution pour assurer la sécurité juridique et garantir la participation d'investisseurs externes, principalement privés, ainsi que des subventions pour le financement du déficit de viabilité.

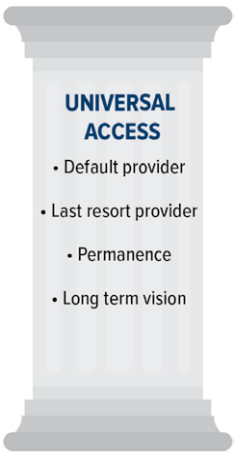
iv) **L'accent mis sur le développement pour s'assurer que l'électrification produit des avantages socio-économiques importants.** Ce principe établit un lien entre l'élargissement de l'accès à l'électricité et la fourniture de services publics essentiels (santé, éducation, etc.), ainsi qu'avec de multiples utilisations finales économiquement bénéfiques.



Bien que le concept soit simple, l'application de ces principes dans la pratique est souvent loin d'être évidente. Il n'est souvent pas possible de les réaliser tous pleinement et dès le départ – au contraire, un succès partiel peut être le maximum que l'on puisse accomplir à certains moments du parcours. En fin de compte, cependant, les quatre principes sont essentiels et doivent être clairement gardés à l'esprit lorsque les pays s'efforcent d'élaborer et de mettre en œuvre des stratégies efficaces pour élargir l'accès.

Concrètement, pour satisfaire aux exigences énoncées ci-dessus, il faudra disposer d'instruments solides, tels que des concessions à long terme, pour attirer les capitaux privés et publics nécessaires à l'accès universel.

Pour chaque principe mis en évidence ci-dessus, il existe un certain nombre de concepts étroitement associés à l'idée principale. Les sous-sections suivantes approfondissent chaque dimension/principe. Un traitement plus détaillé peut être trouvé dans plusieurs rapports et dans une collection de documents de travail préparés par le laboratoire d'accès universel à l'énergie du MIT / IIT-Comillas. [5]



3.1. Accès universel

La responsabilité "ultime" de la fourniture d'un service essentiel tel que l'électricité incombe toujours à l'État, mais sa fourniture matérielle est entre les mains d'entreprises, qu'elles soient publiques ou privées. Un département ministériel ou une agence gouvernementale – comme les agences d'électrification rurale qui existent dans de nombreux pays en développement – peut superviser le processus d'électrification, mais l'électricité est fournie par des entreprises.

Le principe de l'accès universel exige des entreprises ou des entités (publiques, privées ou en partenariat public-privé) "de type service public", de sorte que chacune d'entre elles assume la responsabilité d'un

[5] Les rapports et documents de travail élaborés par l'équipe de recherche du GCEEP sont accessibles en ligne ici: https://universalaccess.mit.edu

territoire et s'engage à fournir à ses clients au moins un niveau minimum de service et de fiabilité avec le mode d'électrification déterminé par une stratégie nationale d'électrification.

Une entreprise "de type service public" est une entreprise qui, dans des conditions réglementaires adéquates, a adopté un modèle d'entreprise dont la raison d'être est de fournir de l'électricité indéfiniment. Si cette entreprise devient insolvable pour quelque raison que ce soit, le modèle d'entreprise et la réglementation doivent être tels que l'activité de fourniture d'électricité se poursuivra, sous un autre nom ou avec un autre propriétaire, mais sans aucun doute quant à sa pérennité.

Le développement durable, entendue comme la permanence.

La permanence est fréquemment ignorée dans de nombreuses initiatives d'électrification, qui mettent tout en œuvre pour que l'approvisionnement commence pour certains consommateurs à un moment donné, sans fournir les moyens d'assurer sa continuité indéfinie dans le temps. Cette continuité est considérée comme acquise dans les pays développés et les grandes villes du monde en développement, mais fait souvent défaut dans les zones rurales des pays en développement où l'approvisionnement en électricité dépend de projets qui deviennent inactifs au bout de quelques années, faute d'entretien, de financement ou de gestion appropriés, lorsque la demande augmente ou que les équipements ont besoin d'être réparés ou remplacés.

La permanence des approches d'électrification est fortement liée à leur compatibilité avec une vision à long terme du secteur de l'électricité, c'est-à-dire la structure des entreprises en charge des différents segments de la chaîne d'approvisionnement en électricité, les modèles d'entreprise adoptés par ces entreprises et la réglementation du secteur. Ainsi, la permanence de l'approvisionnement et la compatibilité avec une vision à long terme du secteur de l'électricité sont des exigences supplémentaires qui découlent d'un engagement en faveur de l'universalité.

Il est évidemment difficile de définir ce que pourrait être cette vision à long terme pour le secteur de l'électricité dans les pays en développement à faible accès, puisque nous ne savons même pas ce qu'est une bonne vision à long terme dans les systèmes d'électricité bien établis des pays développés, où les méthodes et les moyens de fourniture d'électricité changent de façon spectaculaire au milieu d'une transition mondiale vers l'énergie propre. [6] Toutefois, un siècle d'expérience en matière de politique et de réglementation de l'approvisionnement en électricité a permis de tirer quelques leçons simples qui semblent avoir une validité universelle.

Premièrement, la connexion au réseau principal doit être la norme et non l'exception à moyen et certainement à long terme, afin d'exploiter les avantages des économies d'échelle, de la fiabilité et de la résilience qu'un réseau bien maillé qui intègre tous les types de ressources distribuées peut fournir.

Deuxièmement, un investissement privé substantiel dans toute activité - la distribution d'électricité dans ce cas - n'est possible qu'avec une rémunération qui couvre le coût de la

[6] Voir Pérez-Arriaga, I., et al. “The MIT Utility of the Future Study”, December 2016, pour une analyse des défis, des opportunités et des incertitudes que la présence croissante des ressources énergétiques distribuées apporte au secteur de l'électricité dans n'importe quel pays. Voir aussi AFD, APUA, 2019 “Speeding up the energy transition. Solutions for African Electricity operators.”

fourniture du service de manière efficace, y compris un taux de rendement attrayant pour le capital investi, et avec un risque acceptable. La rémunération de l'activité doit refléter strictement les coûts. Les tarifs appliqués aux clients finaux peuvent ne pas refléter les coûts, mais une subvention doit alors être accordée à la société de distribution pour combler l'écart.

Le fournisseur par défaut et le fournisseur de dernier recours.

Pour chaque territoire, une entité doit accepter le rôle (et être rémunérée pour cela) de fournisseur par défaut c'est-à-dire la partie responsable de veiller à ce que tout le monde soit desservi - et de fournisseur de dernier recours - c'est-à-dire la partie qui fournit effectivement le service dans le cas où un fournisseur actuel ne le fait pas.

Un fournisseur par défaut doit s'assurer que tous les clients potentiels du territoire considéré sont approvisionnés en électricité – selon un certain calendrier et avec le mode d'électrification le moins coûteux – par un fournisseur indépendant ou par lui-même, mais dans tous les cas, par lui-même si personne ne le fait, sous réserve de la rémunération et des autres conditions établies par la réglementation et l'accord de concession, si c'est le cas. Le fournisseur par défaut sera directement responsable de l'installation et de l'exploitation de toute extension du réseau d'électrification sur le territoire, mais il n'a pas l'exclusivité du déploiement ou de l'exploitation des mini-réseaux ou des systèmes autonomes. Des enchères peuvent être utilisées pour sélectionner les développeurs de mini-réseaux et les fournisseurs de services avec des systèmes autonomes qui pourraient fonctionner dans différentes zones.

Les entités qui se sont établies sur le territoire en tant que développeurs de mini-réseaux indépendants ou fournisseurs de services avec des systèmes autonomes peuvent faire faillite, laissant leurs clients sans accès à l'électricité. L'entité responsable, en tant que fournisseur de dernier recours, doit prendre le relais, en veillant à ce que la fourniture d'électricité ne soit pas interrompue. Le fait d'être prêt à fournir ce service et de le faire effectivement en cas de besoin a un coût, qui doit être pris en compte dans la réglementation de cette activité de distribution élargie.

Formes particulières de partenariat dans la fourniture d'électricité.

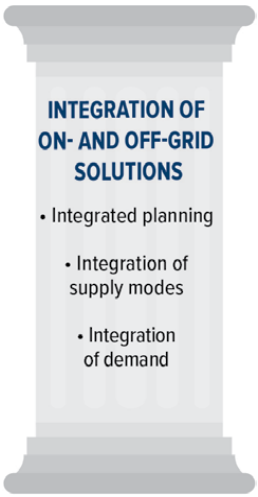
La responsabilité de la fourniture d'électricité, avec une fiabilité et une qualité adéquates, peut être partagée, avec une certaine forme de partenariat, entre une disco en place et une entreprise extérieure, de sorte que l'une assume la responsabilité principale de la fourniture d'énergie en vrac et l'autre a pour rôle de fournir une alimentation de secours, d'améliorer et d'exploiter l'infrastructure du réseau, de maintenir la tension dans les limites, ou d'approvisionner directement les clients en électricité avec une sous-franchise dans une zone qui a été convenue pour être retirée à la disco en place.

Plusieurs exemples au Nigeria entrent dans cette catégorie : l'initiative DESSA d'Abuja Electric, qui a commencé par le marché de Wuse, le projet pilote de l'entreprise Konexa ou le projet Premium Grid promu par la GIZ. Le développement de mini-réseaux par la société Tata Power Renewables Microgrid dans certains États indiens fait également partie de cette catégorie. Le terme récemment inventé de "mini-réseaux sous le réseau"[7] décrit cette réalité, qui se déploie officiellement ou non.

[7] Rocky Mountain Institute (2019), Electrifying The Underserved: Collaborative Business Models for Developing Mini-grids Under the Grid, https://rmi.org/insight/under-the-grid/

3.2. L'intégration de solutions en réseau et hors réseau.

Dans une approche intégrée, les modes d'électrification s'engagent de manière efficace, complémentaire et dynamique pour atteindre l'accès universel. La coexistence de solutions en réseau et hors réseau nécessite l'élaboration d'un plan d'électrification intégré à moindre coût qui inclut tous les modes d'électrification, que nous appellerons le plan d'électrification technico-économique. Il s'agit de la **première étape** nécessaire à tout processus d'électrification solide, qui répond à la question : **que faut-il faire?**



Ce plan doit fournir (i) une feuille de route pour l'investissement et la mise en œuvre de projets permettant d'atteindre les objectifs d'électrification au moindre coût, sous réserve de la disponibilité des fonds et conformément aux priorités politiques, sociales, de développement ou environnementales et (ii) des estimations du coût de l'approvisionnement, nécessaires pour calculer les tarifs réglementés et évaluer le besoin de subventions.

Un plan technico-économique suffisamment détaillé peut fournir la nomenclature et le coût associé des investissements à réaliser chaque année, ainsi que les coûts de gestion, d'exploitation et de maintenance. Il contiendra également les informations nécessaires à l'élaboration d'un plan d'entreprise et à l'identification des besoins de financement, y compris des estimations de la demande et des recettes basées sur les tarifs applicables à chaque type de client.

Des enquêtes sur le terrain ou des outils géospatiaux combinés à des techniques avancées d'apprentissage automatique peuvent être utilisés pour estimer la demande et optimiser les stratégies d'électrification. Le plan peut être ajusté au fil du temps pour tenir compte de l'évolution de la demande, de la fiabilité du réseau principal, des coûts des composants ou des prix de gros de l'énergie.

La figure 2 ci-dessous illustre les plans d'électrification réalisés par le laboratoire d'accès universel à l'énergie du MIT/IIT-Comillas à l'aide de son modèle d'électrification de référence (REM). La figure supérieure gauche montre le plan d'électrification de référence au moindre coût pour une zone de 40 x 60 km2 dans le Territoire du Sud de l'Ouganda, avec un mélange de modes d'électrification. La figure en haut à droite montre le plan de moindre coût où seule l'extension du réseau est autorisée, ce qui est 25% plus cher. La figure en bas à gauche montre la différence par rapport au plan de moindre coût de référence (en haut à gauche) lorsque la fiabilité du réseau principal passe de 85 % à 100 %, ce qui favorise manifestement le raccordement au réseau. Enfin, la figure en bas à droite montre un plan de moindre coût obtenu avec le modèle REM pour le Rwanda.

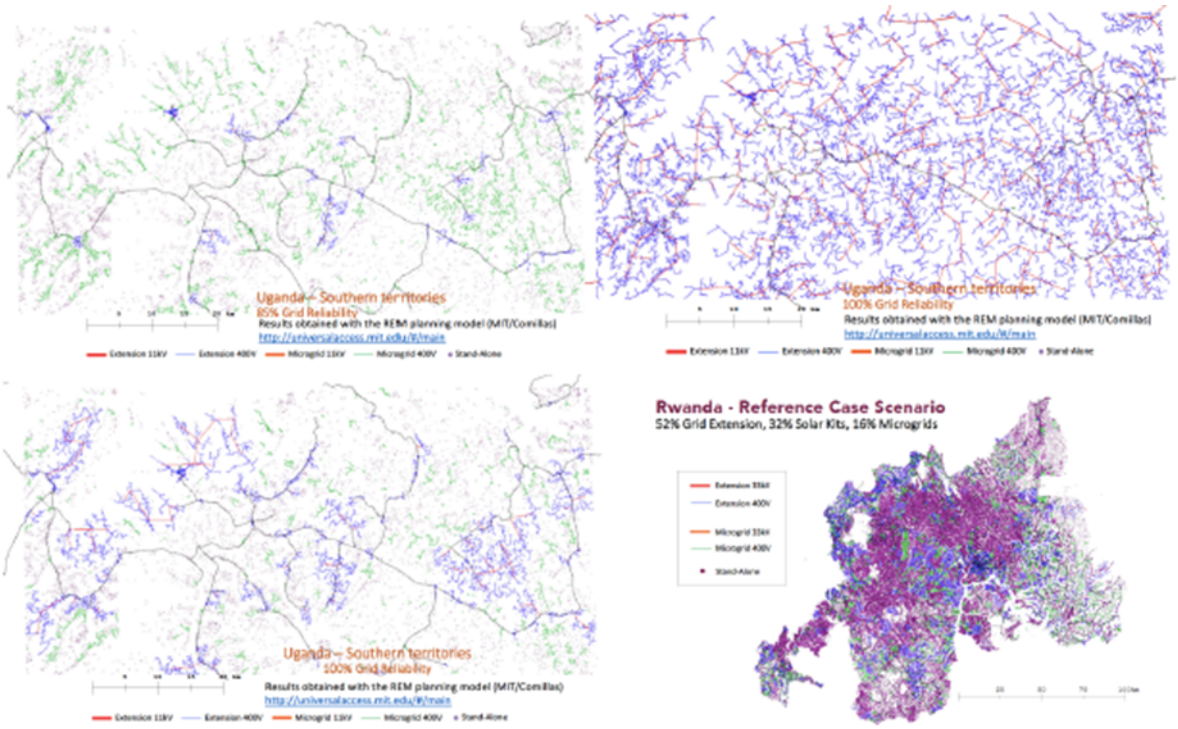
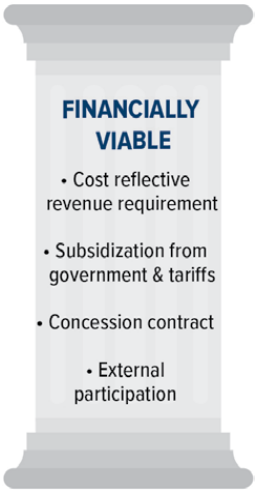


Figure 2. Outil de planification de l'électrification appliqué à l'Ouganda et au Rwanda.

3.3. Comment créer un modèle d'entreprise viable à partir d'une disco insolvable?

La mise en œuvre d'un plan d'électrification technico-économique nécessite de relever des défis supplémentaires liés à la conception de systèmes de rémunération spécifiques à chaque mode, à la gestion des interfaces entre les modes, aux dispositions relatives aux services par défaut et de dernier recours, et à l'intégration dynamique des différents modes d'approvisionnement en fonction de l'évolution de la demande au fil du temps.



Les modèles réglementaires et commerciaux.

Le premier défi à relever consiste à définir un modèle commercial et réglementaire capable de mettre en œuvre le plan technico-économique. Plusieurs pays en développement ont essayé diverses approches pour développer les modèles commerciaux de distribution financièrement viables nécessaires pour attirer des partenaires privés qui peuvent mobiliser des capitaux d'investissement, des technologies de pointe et une expertise technique et de gestion. C'est la **deuxième étape** du processus d'électrification qui doit répondre à la question: **qui va le faire et comment?** Les réponses qui ont été essayées ou proposées diffèrent en termes de conception et de résultats. Elles doivent être conformes aux exigences de l'accès universel présentées dans le premier principe de la section 3.1, mais aussi avoir un sens commercial et être compatibles avec la réglementation existante, éventuellement avec quelques modifications à proposer.

Lorsque la mobilisation des investissements nécessaires est importante, les concessions de distribution à long terme couvrant généralement une période de 20 ans ou plus se sont

avérées être des instruments efficaces pour mobiliser l'expertise et les capitaux du secteur privé. Une concession complète ou un accord de concession pour une entreprise de distribution - en réseau ou hors réseau – est un octroi de droits de gestion, d'exploitation et de réalisation de tout investissement nécessaire dans cette entreprise pour une période prescrite.

Une concession n'est pas une privatisation. Le concessionnaire doit restituer tous les actifs – y compris les nouveaux investissements, sous réserve d'une compensation économique – au propriétaire initial à la fin de la concession. Le propriétaire initial peut avoir une participation dans l'entreprise concessionnaire. Le concessionnaire doit généralement payer à la partie qui lui accorde la concession des redevances pour l'utilisation de l'entreprise, y compris les actifs physiques existants. Ces redevances et les règles qui les régissent sont généralement décrites en détail dans le contrat de concession.

Lorsqu'elles sont soutenues par le gouvernement, correctement incitées et placées dans un cadre juridique approprié, les concessions peuvent être un outil utile pour attirer les ressources privées, l'expertise en matière de gestion et le savoir-faire technique afin de relever l'énorme défi de l'électrification rurale et d'améliorer les performances de l'approvisionnement en électricité dans les centres urbains.

Lorsqu'elles sont bien conçues, les concessions ont apporté des avantages en termes de réduction des pertes techniques et commerciales globales (ATC&C), de fiabilité et de qualité de service acceptables, et de stabilité des tarifs. Cependant, jusqu'à présent, les concessions ont généralement été mises en œuvre dans les centres urbains, où des gains importants peuvent être obtenus à un coût relativement faible. Pour parvenir à l'électrification complète d'un pays, un gouvernement peut avoir besoin de signer une concession pour que la ou les compagnies en place fassent leur part dans l'extension, l'amélioration, l'exploitation et la maintenance du réseau, ainsi qu'avec les compagnies hors réseau pour s'assurer que tous les mini réseaux et systèmes autonomes du plan d'électrification technico-économique sont déployés, exploités et entretenus de manière durable pendant la durée des concessions.

Les exemples de concessions réussies sont nombreux dans les économies émergentes, de l'Ouganda à l'État de Delhi en Inde. La majorité des cas de concession réussie existants concernent des régions urbaines. Des leçons peuvent être tirées de l'application des concessions pour l'électrification rurale avec des résultats mitigés (par exemple, en Argentine, au Maroc ou au Sénégal) [8]. En outre, l'approche de la concession est également testée dans le cadre de contrats urbains-ruraux, comme dans l'État d'Odisha en Inde.

Par définition, une concession librement négociée doit être une proposition viable pour le concessionnaire pendant toute la durée de la concession. Un contrat de concession offre une sécurité juridique et devrait attirer la participation d'acteurs privés externes et des investissements. Un pilier central d'une conception solide de la concession est l'assurance que le coût du service sera récupéré avec un retour sur investissement raisonnablement attractif. En règle générale, cela sera garanti par des réglementations appropriées guidant la détermination d'une exigence de revenus reflétant les coûts, ainsi que par des tarifs abordables réglementés et des subventions permettant de compléter le recouvrement de

[8] Voir Jacquot et. al. (2019), Assessing the potential of electrification concessions for universal energy access: Towards Integrated Distribution Frameworks, MIT Energy Initiative Working Paper. https://universalaccess.mit.edu

l'exigence de revenus. L'électrification universelle étant un objectif central, *le principe du coût du service doit s'appliquer à tous les modes d'électrification - extension du réseau, mini-réseaux et systèmes autonomes.*

Le plan financier.

Une fois que le plan technico-économique est disponible et qu'une décision a été prise sur les modèles d'entreprise à utiliser, la question suivante est de savoir **comment financer ce plan**. Fournir la réponse est la **troisième étape** qui complète la préparation du plan d'électrification. La réponse correspond au gouvernement, et il est clair, du point de vue du gouvernement, que le plan financier doit intégrer le financement des trois modes d'électrification simultanément, car aucun d'entre eux ne peut être laissé de côté. Ainsi, le besoin d'intégration apparaît dans le plan technico-économique, dans la coordination entre les modèles commerciaux et réglementaires pour les trois modes d'électrification, et dans l'effort gouvernemental pour définir un plan financier qui rassemble tous les agents financiers pour couvrir le coût du plan d'électrification complet, en atteignant une situation financière stable compatible avec l'accès universel à l'électricité.

Une concession avec un mandat d'électrification nécessitera inévitablement des subventions étant donné le coût du service relativement plus élevé dans les zones rurales que dans les zones urbaines. La nature des subventions variera, allant de la subvention croisée des tarifs à des paiements directs aux sociétés de distribution en place ou aux concessionnaires territoriaux pour des modes d'électrification spécifiques ou pour une combinaison appropriée de ces modes. En outre, la subvention devra être adaptée aux solutions en réseau et hors réseau. Le plan financier doit combiner l'évolution des tarifs pour les clients finaux pendant la période de concession ou même plus longtemps, le coût estimé de l'approvisionnement – coûts d'investissement et coûts d'exploitation et de maintenance –, toutes les subventions gouvernementales et subventions externes disponibles, et une proportion adéquate de fonds propres et de dettes concessionnelles et commerciales, de sorte que la combinaison puisse être attrayante pour un opérateur qui dirigera la concession et pour tous ceux qui doivent contribuer aux différentes composantes financières.

Pour attirer les importants capitaux privés nécessaires à la réalisation de l'accès universel à l'électricité, *il faut un environnement réglementaire stable et prévisible*. Une société de distribution ou un concessionnaire est tributaire de la sécurité juridique du pays où il opère, d'autant plus s'il a un mandat explicite d'électrification et s'il dépend de subventions pour la viabilité de son modèle d'entreprise. Les gouvernements, soutenus par les institutions de financement du développement, doivent fournir les appuis nécessaires sous forme de garanties (par exemple, des mécanismes de sécurité de paiement, des garanties de risque politique).

Jusqu'à présent, l'expérience a montré qu'il n'est pas facile d'obtenir de telles garanties dans les pays où le climat d'investissement est médiocre et où les risques d'investissement sont perçus comme élevés - des conditions communes aux pays à faible accès et encore aggravées par la crise de la Covid-19. La situation est encore plus difficile pour les sociétés de distribution privatisées, qui sont exposées aux mêmes risques réglementaires et juridiques que les entreprises publiques, mais qui ont moins accès au soutien financier public et sont confrontées à des pressions et à des contrôles supplémentaires de la part des actionnaires et des consommateurs.

Autres considérations réglementaires ayant un impact sur les modèles d'entreprise et le financement.

L'incertitude de l'arrivée du réseau est une cause majeure d'inquiétude pour les entités hors réseau, en particulier les opérateurs de mini-réseaux, en raison des perturbations significatives de leur modèle commercial. De nombreux pays ont élaboré des réglementations spécifiques pour faire face à cette situation, offrant généralement diverses alternatives, allant de la poursuite d'une exploitation indépendante, en interaction avec le réseau au point de connexion (en tant que petit producteur ou distributeur d'électricité), au démantèlement du mini-réseau et à l'indemnisation de la valeur résiduelle de ses actifs.[9]

La coexistence entre les mini-réseaux développés sous le régime du CERI et les mini-réseaux préexistants et nouveaux développés indépendamment par des investisseurs privés dans des conditions de gré à gré peut être difficile, étant donné que les premiers mini-réseaux appliqueront normalement des tarifs réglementés qui seront inférieurs à ceux négociés dans le cadre des seconds. On comprendra qu'il sera difficile de déployer de nouveaux mini-réseaux indépendants et qu'il pourrait y avoir des plaintes de la part des clients des mini-réseaux existants. La seule solution pratique consistera probablement à établir une période transitoire pour faire migrer tous les mini-réseaux indépendants vers le régime réglementé d'exigences de revenus reflétant les coûts, de tarifs réglementés uniformes et de subventions versées pour combler le déficit de viabilité.

Les clients qui doivent être approvisionnés par des systèmes autonomes présentent des défis différents. Les clients commerciaux et industriels (C&I), ainsi que les gros clients résidentiels, ou tous les autres qui peuvent payer l'intégralité des coûts, peuvent être approvisionnés dans le cadre d'accords de gré à gré entre acheteurs et vendeurs, puisqu'ils n'ont pas besoin de subventions. En revanche, des tarifs subventionnés – principalement conçus sur la base de la capacité à payer – seront nécessaires pour la majorité des clients résidentiels ruraux et d'autres installations publiques. L'entité responsable du service public, en coordination avec l'autorité de régulation, peut gérer le subventionnement croisé des tarifs des clients du réseau et des mini-réseaux vers les clients ruraux équipés de kits solaires, complété par une subvention gouvernementale. Dans le contexte de l'interface entre les trois modes d'électrification, les capacités et les possibilités des systèmes solaires autonomes doivent également être mentionnées ici: [10]

i) Les équipements solaires autonomes de grande capacité peuvent soutenir les utilisations productives de l'électricité, en aidant les communautés isolées à s'amorcer économiquement, en augmentant la demande et, finalement, en devenant plus attrayants pour les mini-réseaux ou le réseau principal.

ii) Il est possible d'aller au-delà du modèle commercial standard "achat" ou "location-vente" avec la technologie "pay-as-you-go" (PAYG), dans laquelle il n'y a pas d'engagement de service au-delà de la durée physique ou contractuelle de l'appareil, et d'adopter une approche de type "service public".[11]

[9] Voir IRENA (2018), Policies and regulations for renewable energy mini-grids.

[10] Voir Jacquot, G. (2020), Towards actionable electrification frameworks: Reassessing the role of standalone solar. GCEEP Working Paper https://www.endenergypoverty.org

[11] C'est le cas, par exemple, du modèle commercial de l'entreprise Acciona Microenergía au Pérou – avec le soutien de l'autorité de régulation et du gouvernement – qui offre une "énergie en tant que service"

Les tarifs appliqués aux clients finaux sont universellement ajustés par les décideurs politiques et les régulateurs afin de les rendre plus acceptables pour le public – par exemple, en établissant un tarif uniforme pour la même catégorie de consommateurs, qu'ils soient urbains ou ruraux – dans toute une province, un État ou une nation. Ou en abaissant les tarifs pour les clients industriels à forte consommation d'électricité, dans le cadre d'une politique industrielle visant à accroître leur compétitivité internationale. Il s'agit certainement d'un outil puissant dans le monde en développement, qui peut être soigneusement utilisé pour réduire le besoin de subventions gouvernementales pour l'électrification rurale, tout en essayant de minimiser les distorsions économiques. L'efficacité de la mesure est évidemment réduite lorsque le pourcentage de consommateurs ruraux par rapport à l'ensemble des consommateurs est élevé.

3.4. Qu'est-ce qui compte vraiment pour le consommateur d'électricité ?

L'objectif de l'accès universel va bien au-delà du simple raccordement des clients. Aucun programme d'électrification ne fonctionnera si la fourniture d'électricité ne répond pas à des exigences minimales satisfaisantes en matière de fiabilité et de qualité de service et si les clients finaux ne sont pas correctement mesurés et facturés. Il sera impossible de réduire les raccordements illégaux et les factures non payées si les clients ne sont pas satisfaits du produit et du service qu'ils reçoivent de leur fournisseur d'électricité.



Au-delà de la fiabilité et de la qualité, l'engagement social s'est avéré efficace et mutuellement satisfaisant du point de vue de l'entreprise et du client, comme l'ont montré de multiples expériences.[12] L'approche technique descendante doit être complétée par la participation ascendante des utilisateurs finaux de l'électricité afin que la mise en œuvre de l'électrification réponde aux souhaits et aux priorités des communautés. En bref, le processus d'électrification doit se concentrer sur les avantages socio-économiques. Il est essentiel de renforcer le lien entre l'approvisionnement en électricité et l'utilisation productive de l'énergie pour stimuler la demande d'électricité dans les zones rurales et maximiser les avantages socio-économiques de l'accès à l'énergie. [13,14] Il

permanente, avec un véritable engagement de service public envers le client final, ou de la Fondation Rural Energy Services (FRES), une organisation néerlandaise à but non lucratif qui fait progresser l'électrification dans les zones rurales d'Afrique en établissant des sociétés commerciales d'électricité sous gestion locale.

[12] Voir, par exemple, l'affaire Tata Power Delhi, https://www.tatapower-ddl.com/customers/solutions/customer-centricity

[13] International Renewable Energy Agency (IRENA). *Off-grid renewable energy solutions to expand electricity access: An opportunity not to be missed*, 2019. https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Off-grid-renewable-energy-solutions-to-expand-electricity-to-access-An-opportunity-not-to-be-missed

[14] United Nations. *Accelerating SDG 7 Achievement: SDG 7 Policy Briefs in support of the High-Level Political Forum 2019*, 2019. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/22877un_final_online_webview.pdf

convient également d'accorder plus d'attention à l'obtention de résultats équitables en termes de genre lors de la promotion des utilisations finales productives. [15]

Un accès fiable, abordable et suffisant à l'électricité peut jouer un rôle de catalyseur dans la progression du développement socio-économique. Il offre la possibilité de créer de la prospérité et des emplois à domicile et permet l'éducation, la réduction de la pollution, l'amélioration de la santé humaine et la conservation des écosystèmes, et peut également contribuer à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation à ses effets. Dans les secteurs productifs tels que l'agriculture, l'industrie laitière, l'artisanat, la menuiserie et le tourisme, il existe aujourd'hui un certain nombre d'applications de solutions énergétiques distribuées qui, associées à des appareils de production efficaces, soutiennent les activités génératrices de revenus dans les zones rurales. [16][17] Un accès fiable à l'électricité est également essentiel pour la fourniture de services publics cruciaux tels que l'éducation et les soins de santé.

Il est désormais bien connu que l'accès à l'énergie moderne, en soi, ne libère pas nécessairement le plein potentiel des utilisations finales productives dans les communautés rurales et mal desservies.[18][19] L'accès doit plutôt être complété par des efforts ciblés visant à faciliter l'achat d'appareils efficaces, le financement des consommateurs et des entreprises, l'accès aux marchés, le renforcement des capacités, ainsi que les données et l'information.[20] Dans un cercle vertueux, des liens plus étroits entre l'approvisionnement en électricité et les utilisations productives de l'électricité renforceront également la viabilité financière des modèles commerciaux visant à étendre l'accès.[21][22]

Pour atteindre ces objectifs, les entreprises de distribution en réseau et hors réseau doivent créer un nouveau type d'engagement avec le client, un engagement qui va au-delà de l'activité habituelle de vente au détail pour inclure les tâches commerciales qui viennent d'être mentionnées. La société de distribution est le candidat le mieux placé pour jouer ce rôle. Toutefois, une réglementation orthodoxe stricte exige la séparation des activités

---

[15] ENERGIA. Unlocking the Benefits of Productive Uses of Energy for Women in Ghana, Tanzania and Myanmar, 2019. https://www.energia.org/cm2/wp-content/uploads/2019/03/RA6-Unlocking-the-benefits-of-productive-uses-of-energy.pdf

[16] GOGLA (2019), "How solar water pumps are pushing sustainable irrigation", https://www.gogla.org/about-us/blogs/how-solar-water-pumps-are-pushing-sustainable-irrigation

[17] SELCO Foundation. *Sustainable Energy Livelihoods: A collection of 65 livelihood applications*, 2019. http://www.selcofoundation.org/wp-content/uploads/2019/05/SELCO-Foundation-Sustainable-Energy-Livelihoods-65-Appliances.pdf

[18] IIED, Off-grid productivity: powering universal energy access, 2019. https://pubs.iied.org/pdfs/17492IIED.pdf

[19] IEA, IRENA, UNSD, World Bank and WHO. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report, 2019. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/2019-Tracking-SDG7-Report.pdf

[20] IIED and Hivos. Remote but Productive: Practical lessons on productive uses of energy in Tanzania, 2019. https://pubs.iied.org/pdfs/16652IIED.pdf

[21] EEP. *Opportunities and Challenges in the Mini-grid Sector in Africa: Lessons Learned from the EEP Portfolio*, 2019. https://eepafrica.org/wp-content/uploads/2019/11/EEP_MiniGrids_Study_DigitalVersion.pdf

[22] World Bank. *Mini Grids for Half a Billion People: Market Outlook and Handbook for Decision Makers (Executive Summary)*, 2019. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/31926/Mini-Grids-for-Half-a-Billion-People-Market-Outlook-and-Handbook-for-Decision-Makers-Executive-Summary.pdf?sequence=1&isAllowed=y

réglementées (la fonction d'infrastructure de distribution) et des activités commerciales (vente au détail et croissance de la demande). La réglementation d'une telle "disco améliorée" dans le contexte de l'électrification rurale est un sujet réglementaire ouvert.

4. Mise en œuvre du CERI

La section précédente a présenté les principes du CERI. Sa mise en œuvre doit suivre les trois étapes décrites dans la section précédente, sans s'écarter de ces principes.

Étape 1. Développer un plan d'électrification technico-économique intégré.

Commencer par un plan d'électrification intégré pour l'ensemble du pays/territoire afin d'atteindre l'accès universel à l'électricité dans un délai donné (par exemple 2030). Ce plan doit tenir compte de toutes les contraintes réelles imposées par les décideurs politiques. Pour chaque année jusqu'à l'année cible, le plan doit indiquer le mode d'électrification (extension du réseau, mini-réseaux, systèmes autonomes) à adopter dans chaque partie du territoire, la nomenclature correspondante et les coûts annuels d'investissement, d'exploitation et autres. La croissance de la demande – y compris la nouvelle demande à satisfaire et la demande perdue à restaurer – doit être estimée dès le début du plan, puis confirmée au fur et à mesure de la finalisation du plan. En outre, le plan doit inclure des estimations du coût des travaux nécessaires pour améliorer le réseau existant afin qu'il réponde aux normes requises.

Étape 2. Concevoir un modèle réglementaire et commercial bien adapté à la structure du secteur de l'électricité, à la politique énergétique et à la réglementation du pays considéré.

Comme indiqué dans la section 3, un accord de concession semble être une solution attrayante à proposer dans une "situation standard", si elle existe. Chaque pays a ses spécificités, qui doivent être prises en compte dans le modèle réglementaire et commercial à proposer. Il est important que le modèle soit cohérent avec les principes du CERI, en particulier les exigences de durabilité et d'évolutivité, et qu'il soit compatible avec une vision solide à moyen et long terme pour le secteur de l'électricité du pays.

Étape 3. Faire de son mieux pour financer le plan d'électrification résultant des étapes 1 et 2.

L'équipe financière doit jouer avec un grand nombre de variables de conception pour s'assurer que le plan d'électrification proposé est financièrement viable. Les variables de conception sur lesquelles l'équipe financière peut jouer – dans certaines limites – sont l'évolution des tarifs de l'électricité, l'ordre de mise en œuvre du plan et la combinaison des sources de financement – subventions gouvernementales, subventions externes, capitaux propres, prêts concessionnels et dette commerciale – chacune ayant ses exigences spécifiques. Si le meilleur plan financier possible n'est pas viable, il sera nécessaire de revenir aux étapes 1 et 2 et de modifier la date cible pour atteindre l'accès universel, le niveau de la demande minimale acceptable, l'évolution des tarifs ou le modèle d'entreprise adopté, puis d'essayer à nouveau de parvenir à un plan financier viable jusqu'à ce que l'on parvienne à une solution acceptable.

La viabilité financière devient plus difficile à atteindre si le pourcentage de clients à électrifier par rapport à la population totale du pays est très élevé, si la population à électrifier est pauvre, si le pays est déjà très endetté et si la date cible est trop proche. Pour les pays où la plupart ou la totalité de ces conditions sont réunies, la réalisation de l'accès universel à

l'électricité au cours de la prochaine décennie nécessitera une forte composante de subventions et de prêts concessionnels dont les montants dépassent largement les pratiques et les instruments financiers actuels des institutions de financement du développement.

5. Conclusions

La réalisation de l'accès universel à l'électricité avec l'approche actuelle – développement non coordonné de solutions en réseau et hors réseau, secteurs de distribution non rentables, manque d'attention à la permanence et à l'inclusion, et investissements publics et privés limités – ne sera pas possible pour de nombreux pays avant longtemps, et encore moins d'ici à 2030.

Le niveau d'ambition et les approches pour parvenir à l'électrification universelle doivent être proportionnels à l'ampleur du problème et à la situation de chaque pays. Ces derniers vont d'un petit pourcentage de la population dans des communautés semi-isolées dans certains pays d'Amérique Latine, à plus de la moitié de la population dans de nombreux pays subsahariens, principalement dans les zones rurales. Dans tous les cas, cela implique une planification et des programmes d'électrification au niveau des provinces, des États, des pays ou même de régions entières de plusieurs pays, en mobilisant des ressources financières, humaines et technologiques adéquates. D'un point de vue financier, dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, cela signifie qu'il faut attirer la participation et l'investissement à grande échelle du secteur privé. Cela signifie que les modèles commerciaux utilisés pour mettre en œuvre ces plans technico-économiques doivent être financièrement viables.

Given the precarious situation of the distribution segment of most utilities in low-access countries, only a comprehensive approach such as the IDF, which considers the techno-economic, regulatory, business, financial and social aspects of the electrification process together, while adhering to a small set of indispensable principles, can succeed in realistically addressing the difficult problem of achieving universal electricity access in its full dimension. Preliminary attempts to propose and implement the IDF in very different countries have shown that the method is applicable everywhere and deserves serious consideration by development finance institutions, think tanks and governments that consider universal electrification to be a major priority.