



HAL
open science

Perennite et impact des projets d'électrification rurale decentralisee au Senegal : quels resultats 7 ans après ?

Emilie Etienne, Pierre Robert

► To cite this version:

Emilie Etienne, Pierre Robert. Perennite et impact des projets d'électrification rurale decentralisee au Senegal : quels resultats 7 ans après ?. XXXVII.Journées du développement de l'Association Tiers Monde. Brest 2022, May 2022, Brest, France. hal-04442023

HAL Id: hal-04442023

<https://hal.univ-lille.fr/hal-04442023>

Submitted on 6 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Auteurs : Emilie Etienne, Pierre Robert

Titre : Pérennité et impact des projets d'électrification rurale décentralisée au Sénégal : quels résultats 7 ans après ?

Résumé : Cet article questionne la pérennité et l'impact de l'électrification rurale décentralisée. Une mini-centrale solaire « hybride » à Keur Ndongo au Sénégal est étudiée sur le long terme avec une première enquête au démarrage du projet (2014-2015) et une seconde sept ans après (2021). La première enquête conclut déjà à un impact mitigé de l'électrification. Le projet ne répond pas intégralement aux besoins en énergie, entraînant un risque de non-durabilité, des tensions dans le village et avec les partenaires du projet. Le dernier temps constate que la centrale fonctionne toujours, mais au ralenti. Les ménages subissent une forme de sobriété contrainte qui les pousse à satisfaire autrement leurs besoins en énergie et à souhaiter majoritairement la desserte du réseau électrique national.

Mots clés : électrification rurale décentralisée, impact, pérennité, approche longitudinale

Abstract: This article discusses the durability and impact of decentralized rural electrification. It studies a hybrid mini-power plant implemented in Keur Ndongo in Senegal with a first survey at the start of the project (2014-2015) and a second one seven years after the last passage (2021). The first survey concludes that the impact of electrification is limited. The project does not fully meet the energy needs, leading to a risk of unsustainability and tensions in the village and with the project partners. The last survey highlights that the plant is still functioning, but at a reduced level. Households are constrained by forms of sobriety which leads them to meet their energy needs in other ways. Most of them want to be connected to the national grid.

Keywords: decentralized rural electrification, impact, sustainability, longitudinal approach

JEL : L94

Introduction

L'engouement des acteurs internationaux pour les projets d'électrification rurale décentralisée (ERD) se traduit par l'attribution d'une part croissante de l'aide publique internationale pour les systèmes d'accès à l'électricité par énergies renouvelables, plébiscités pour atteindre l'Objectif du Développement Durable n°7. Cet engouement semble découler d'une conviction profonde chez ses acteurs, selon laquelle l'apport d'énergie (durable) contribue au développement (durable), notamment dans les zones isolées des pays du Sud. La résolution 67/215 de l'ONU souligne ainsi que « *le manque d'accès à des services énergétiques modernes et durables est un facteur déterminant qui a des répercussions directes sur l'action menée pour éliminer la pauvreté* ». Un rapport du Groupe d'Évaluation indépendant de la Banque Mondiale offre une vue assez complète des effets escomptés par les acteurs internationaux du développement des projets d'électrification rurale (IEG 2008). Grâce à l'électricité, les populations sont censées améliorer plusieurs aspects de leurs conditions d'existences. Ainsi, l'éclairage électrique est moins coûteux et dangereux pour la santé que les bougies et les lampes à pétrole. Il a une incidence sur la sécurité et favorise le lien social. En être équipé dans son foyer aurait également des effets sur l'éducation. L'électricité peut accroître la satisfaction des besoins collectifs, par exemple dans les centres de santé, en maintenant la chaîne du froid pour les médicaments et les vaccins. L'électricité participe aussi au développement économique des régions isolées en favorisant la mécanisation, la diversification et la création d'activités génératrices de revenus.

Pourtant, « *si le caractère bénéfique des programmes d'électrification fait consensus, ces bénéfices sont rarement définis et quantifiés* ». En effet, « *l'ensemble des acteurs s'accorde à juger que l'électrification a des répercussions positives sur la santé, la sécurité, l'éducation, l'emploi, les communications. Cependant, au-delà de ce consensus, la connaissance et la compréhension des bénéfices apportés par l'électrification sont encore peu développées* ». (Kayser-Bril et Augareils 2016, p.77). Les effets de ces projets, notamment ceux mobilisant les énergies renouvelables, sont remis en cause par d'autres travaux (Brunet et al. 2020). La méta-analyse des études d'impact de systèmes photovoltaïques réalisée par J. Hazelton et al. (2014) conclut que les avantages identifiés sont ceux qui sont faciles à mesurer (réduction des coûts et fourniture d'un meilleur service électrique), alors que les bénéfices sociaux et environnementaux, fréquemment revendiqués, sont moins souvent démontrés. Ils identifient par ailleurs plusieurs risques importants comme le dimensionnement incorrect des systèmes par rapport aux besoins, des problèmes de gouvernance et de participation des communautés, l'incompatibilité des équipements, les modèles commerciaux inappropriés, etc. Un tel bilan nuancé sur les impacts peut être élargi à l'ensemble des projets d'accès à l'énergie (e.g. Bhattacharyya 2012, Matinga et Annegarn 2013, Winther 2008).

La capacité des projets d'ERD à se maintenir dans le temps est également discutée. Longtemps restées à l'état de projets pilotes, les solutions « hors-réseau » sont à présent inscrites à l'agenda de grands programmes internationaux. Ce sont en particulier les technologies basées sur l'énergie solaire qui se multiplient, en raison d'une

perception de coûts relativement modestes, une forte malléabilité et un déploiement possible sur une grande partie des territoires du Sud grâce aux fortes radiations solaires. Cependant, la pérennité de ces solutions solaires pose question. Conçues pour durer au moins une dizaine d'années et jusqu'à une vingtaine avec le remplacement des composants les plus fragiles, leur durée de vie effective dans les pays en voie de développement atteint rarement dix ans. 34% de systèmes hors-réseaux sont rapportés comme inopérants au Pérou (Feron & Cordero, 2018), presque 20% des produits solaires auraient cessé de fonctionner après 18 mois au Kenya (Cross & Murray, 2018) contre 90% des systèmes après dix ans en Bolivie (Dávalos & Herrera, 2019). Des taux de déconnection pouvant atteindre la moitié des usagers de certains mini-réseaux à Madagascar sont aussi recensés (André-Bataille et al., 2020, Cholez et Trompette, 2019).

L'article interroge ainsi l'impact et la pérennité de l'ERD à travers l'étude d'une mini-centrale « hybride » (solaire photovoltaïque et générateur diesel) installée dans le village de Keur Ndongo au sud de Kaolack, dans le bassin arachidier sénégalais. La méthodologie est basée sur deux temps d'enquête : un premier au démarrage du projet et un second réalisé 7 ans après (2014 à 2021). Cette période longue d'étude permet d'observer plus finement les impacts potentiels de l'accès à l'électricité et de questionner la pérennité du système sociotechnique. Notre analyse débute par une description du projet étudié (partie 1), puis de la méthodologie mise en place (partie 2). Nous présentons ensuite les résultats de notre étude, en distinguant le premier temps (partie 3) et le deuxième temps d'enquête (partie 4).

Partie 1. L'étude du projet ERSEN et de la mini-centrale hybride dans le village Keur Ndongo

Le projet étudié a été mis en œuvre au Sénégal, dans le village de Keur Ndongo pour l'éclairage public et la connexion de foyers à l'électricité (cf. photo 1), par le projet de coopération ERSEN (Électrification Rurale Sénégal). ERSEN a débuté en 2005 pour une période initiale de deux ans avec l'objectif d'électrifier au moins une soixantaine de villages par le biais de systèmes photovoltaïques domestiques ou mini-centrales hybrides. Entre 2005 et 2009, 74 villages ont été électrifiés dans les régions de Kolda, de Sédhiou et de Kaolack. Une seconde phase d'ERSEN a pris le relais en 2009 pour électrifier 191 villages de plus, grâce à un co-financement de l'Union européenne. Les mini-réseaux installés sont concentrés dans le bassin arachidier et en moyenne Casamance (cf. figure 1). L'installation à Keur Ndongo arrive avec la deuxième phase du projet ERSEN.

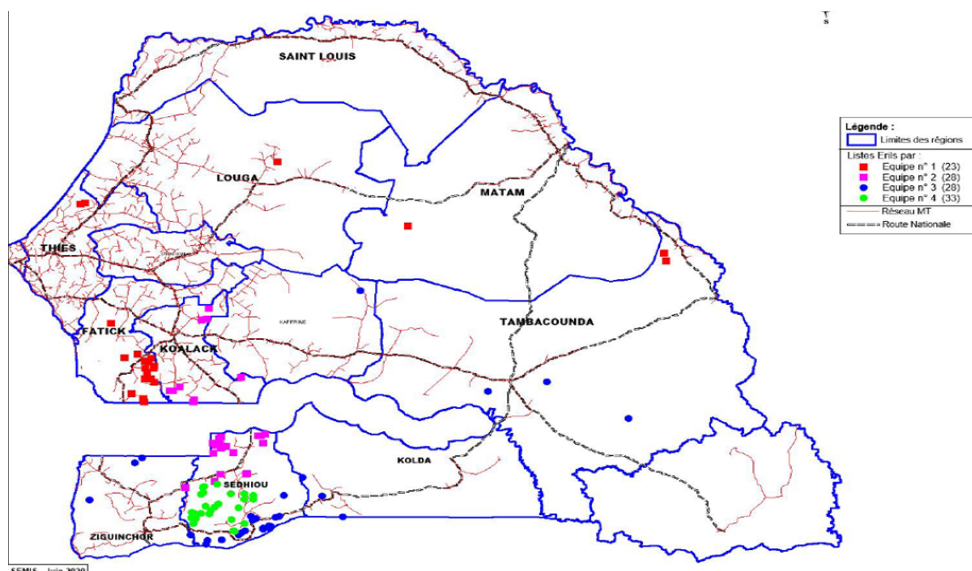


Figure 1. Carte des localités pour l'étude sur l'état des lieux ERIL. Source : Semis, 2020.

ERSEN constitue un objet d'étude particulièrement intéressant car le Sénégal est le pays africain avec le plus grand nombre de mini-réseaux (ESMAP, 2019), la majeure partie d'entre eux ayant été construits dans le cadre de ce projet. ERSEN a par ailleurs accompagné la construction du cadre réglementaire sénégalais des mini-centrales. Le secteur sénégalais de l'électrification par mini-centrales autonomes se répartit en effet entre trois types d'opérateurs publics et privés : l'acteur national historique de l'électricité Senelec, des entreprises internationales associées à des entreprises sénégalaises dans le cadre de concessions couvrant de larges portions du territoire, et enfin, des entreprises sénégalaises de petite et moyenne taille (PME) qui opèrent des mini-centrales dans des

localités spécifiques (Trompette et alii., A paraître). Cette dernière modalité, encadrée par l'Agence sénégalaise d'électrification rurale (ASER), est connue sous le terme d'« ERIL » (Electrification Rurale d'Initiative Locale) depuis les années 2000¹. ERSEN, développé comme projet pilote pour tester le dispositif ERIL, en représente le schéma le plus abouti. Par ailleurs, ERSEN permet d'approfondir la problématique de l'impact et de la pérennité des solutions décentralisées d'électrification rurale. Le mode d'intervention cible des villages uniquement de moins de 700 habitants et disposant d'un service communautaire (école ou case de santé). L'objectif est d'accroître la qualité des services « de base » auxquels ont accès les populations. Les partenaires communiquent aussi sur des résultats scolaires en hausse et des consultations médicales de meilleures qualités. Le service électrique doit être également utilisé à des fins productives. Sur le plan de la pérennité, un rapport commandité par la coopération allemande a dressé en 2020 un bilan médiocre des ERIL. Sur les 98 mini-centrales étudiées (96 issus d'ERSEN), installées entre 2006 et 2017, 52% sont à l'arrêt (Semis, 2020). Dans les mini-centrales encore en opération, le taux de fonctionnement est en moyenne de 3h par jour avec de fortes disparités (entre 1 à 24 h par jour), loin des 6 h/j prévues par le projet.

Sur le plan de la gouvernance, ERSEN est mis en œuvre dans le cadre du programme de coopération sénégalais-allemand pour la promotion des énergies renouvelables, de l'électrification rurale et l'approvisionnement durable en combustibles domestiques (PERACOD)², par EnDev (Energising Development), un partenariat entre les gouvernements hollandais et allemand créé en 2005 pour promouvoir l'accès à une énergie durable dans les pays du Sud. C'est EnDev qui réalise l'installation technique et développe les modèles tarifaires. Il appuie l'ASER dans son action et il assiste les Communautés Rurales et les villages qui souhaitent mettre en œuvre un projet ERIL sur le volet programmation et financement. La gestion des installations est ensuite déléguée à un opérateur privé : Energie R dans le cas de Keur Ndongo, une PME sénégalaise. Des acteurs intermédiaires, notamment au sein du village, sont censés faire le lien entre usagers et opérateurs : les comités de suivi et les « conducteurs » et « collecteurs » (cf. figure 2)³. Les conducteurs gèrent les aspects techniques de la mini-centrale (vérification de l'état des batteries, nettoyage de la centrale, appel aux opérateurs en cas de problèmes techniques) tandis que les collecteurs sont chargés du recouvrement des factures. Ainsi, les mini-centrales ERSEN présentent un schéma tripartite entre l'opérateur, les usagers et les institutions étatiques (Ministère de l'Énergie et ASER).

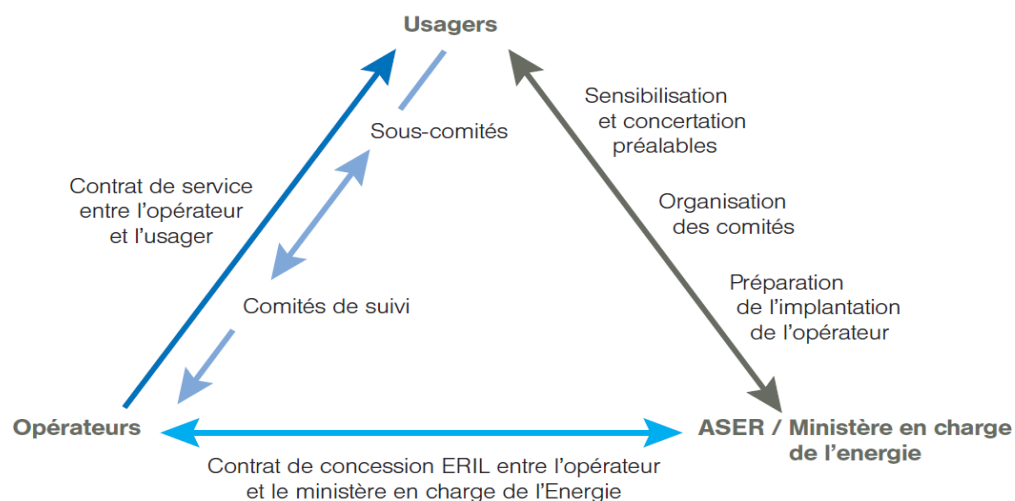


Figure 2. PERACOD 2014 - guide technique

¹ Renommé « Électrification Rurale Décentralisée » avec le nouveau Code de l'Électricité de 2021.

² Remplacé en 2017 par le Programme Énergie Développement (PED)

³ A Keur Ndongo, ces deux personnes reçoivent, en temps normal, 7500 CFA par mois chacune pour ce rôle, payé par l'opérateur. A Keur Ndongo en 2021, le schéma est un peu différent : il n'y a plus de « collecteurs » mais deux « conducteurs ». Nous reviendrons sur ce point dans la partie 4.

Partie 2. Une étude à sept ans d'intervalle dans le village de Keur Ndongo

Keur Ndongo fait partie de la Communauté Rurale de Wack'N'Gouna, dans le bassin arachidier. C'est l'une des zones les plus pauvres du Sénégal : les populations sont très vulnérables notamment en raison de l'activité agricole, fortement contrainte par l'écosystème dégradé. Comme les autres villages du projet ERSEN, Keur Ndongo a été doté d'une mini-centrale composée d'un champ photovoltaïque de 5 kilowatts-crête et d'un groupe électrogène de 10 kilovoltampères (cf. photo 2 à 5). Sur le plan commercial, les factures sont d'un montant fixe : les usagers peuvent choisir entre quatre niveaux de service qui correspondent à l'usage de différents équipements et à des prix différents. Le niveau 1 permet l'usage de 4 lampes et 1 radio pour 5€ par mois, tandis que le niveau 4 autorise, en théorie, le branchement de 14 lampes, une télévision et un frigo pour 25€ par mois (cf. tableau 1).



Photo 1 : la centrale de Keur Ndongo avec ses 24 panneaux solaires, son local de stockage de batteries et d'onduleurs. Source : Pierre Robert, 2014.



Photo 2 : générateur diesel de la mini-centrale de Keur Ndongo. Source : Emilie Etienne, 2021.

L'impact des projets d'accès à l'électricité sur le développement durable est complexe à déterminer : les démarches d'évaluation rencontrent des limites méthodologiques importantes. Dans chaque contexte, une gamme de facteurs influencent les usages et les pratiques énergétiques et engendrent des externalités multiples. Dès lors, il est difficile d'isoler l'impact propre de la variable « électrification » sur les changements opérés dans une zone bénéficiant d'un projet. Cette difficulté s'accroît dans les zones rurales isolées des pays du Sud, car les moyens de subsistance y sont hétérogènes : les populations sont engagées dans des activités variées afin de garantir leurs conditions d'existence (Henaou et al. 2012). Par ailleurs, les effets des projets d'accès à l'énergie se diffusent sur horizon temporel étendu (Bernard, 2010, Torero, 2015). Or, assez peu de travaux étudient la trajectoire des mini-centrales sur plusieurs années. Le travail de Tanja Winther (2008) est celui qui se rapproche le plus d'une démarche longitudinale, avec l'étude d'un village électrifié par une extension de réseau sur un intervalle de quinze années.

Afin de pallier ces difficultés, notre démarche d'enquête mobilise également une approche longitudinale sur une période de 7 ans. Cette temporalité longue permet d'observer les impacts de l'accès à l'électricité sur le territoire et la pérennité du projet. Plus précisément, l'enquête repose sur deux périodes d'enquête. Le premier temps d'enquête s'est déroulé de 2014 à 2015. L'objectif était d'appréhender l'évolution des pratiques énergétiques en lien avec les conditions socio-économiques d'existence et les modalités technico-organisationnelles de mise en œuvre du projet. Étudier ces pratiques revient à observer l'évolution de l'accès et des usages en matière de services, de sources et de techniques énergétiques. Par ailleurs, l'enquête cherchait également à appréhender l'effet d'une modification des paramètres énergétiques sur les conditions de vie. Pour cela, l'enquête a été réalisée auprès de 42 ménages (après une première phase exploratoire de 50 ménages)⁴ à partir d'entretiens semi-directifs alliant questions « fermées » et questions plus ouvertes et rétrospectives, proche d'une méthodologie par « récits de vie ». Les entretiens ont duré entre 1 h et 1 h 30. Deux passages ont été effectués, espacés dans le temps. La première fois, seul l'éclairage public du village était installé (phase exploratoire). Lors du second passage, les foyers étaient raccordés. Pour évaluer les conditions techniques d'accès et d'usage des ménages, nous avons relevé l'ensemble des sources énergétiques utilisées (électricité, bougies, bois, pile, gaz), les consommations et des dépenses, dont la maintenance ou les éventuelles réparations, les équipements possédés ainsi que les services accessibles. Nous avons

⁴ Pour le premier temps, nous remercions les deux étudiants en master du département de Géographie de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar qui ont administré l'enquête. Pour le second temps, nous remercions le traducteur-doctorant en sociologie, qui au-delà d'un soutien linguistique wolof-français-wolof, a également animé les entretiens collectifs.

étudié les aléas et les chocs multidimensionnels qui impactent les systèmes d’approvisionnement et les modes de consommation énergétique, par exemple les périodes de sécheresse. Les entretiens ont également porté sur les carences liées aux conditions techniques d’accès, ainsi que le ressenti quant à la difficulté et la dureté de satisfaire les besoins énergétiques. Nous avons aussi questionné les ménages à propos de leur satisfaction concernant à la fois le système technique actuel, son usage (les services énergétiques accessibles) et les besoins satisfaits, ainsi que la volonté d’en changer. Durant les entretiens, nous avons également essayé de recenser l’opinion des ménages sur les énergies renouvelables.

La deuxième période d’enquête à Keur Ndongo a été réalisée fin 2021, dans le cadre d’un travail doctoral sur le devenir des projets solaires. Elle s’est intéressée à la fiabilité de l’électricité fournie par le mini-centrale dans le village. Des entretiens individuels (8) et collectifs (2) ainsi que des observations directes (diurnes et nocturnes) ont été réalisés. Les entretiens ont été espacés sur deux jours. La première nuit, le mini-centrale fonctionnait jusqu’à 22h environ tandis qu’elle est restée éteinte la seconde nuit à cause de l’état dégradé des batteries. Les entretiens ont ciblé, d’une part, les villageois en charge de l’entretien et de la première maintenance (les « conducteurs ») pour comprendre leurs pratiques et leurs « dilemmes du gestionnaire » (Laurent, 2016) lors des moments critiques que constituent les pannes et les difficultés de paiement. D’autre part, au niveau des clients, nous avons cherché à diversifier les caractéristiques des villageois interrogés selon la nature de leur relation au mini-centrale (type de forfait, personnes désabonnées, personnes non abonnées) et leur profil (genre, activité économique principale), afin de saisir leurs appréciations des mini-centrales, leurs réactions en cas de pannes et leurs stratégies de paiement de l’électricité. Les entretiens avec les villageois ont duré en moyenne trente minutes tandis que ceux avec les deux conducteurs ont été réalisés en plusieurs temps, au gré des moments de vie dans les villages. Enfin, un entretien d’une heure avec l’adjoint au maire de Wack’N’Gouna a été réalisé. Les entretiens collectifs, eux, ont eu lieu avec les deux conducteurs pour construire des cartes des localités mettant en évidence la répartition géographique des usagers et la position du village par rapport au réseau d’électricité national, et avec un groupe de villageois pour construire un calendrier annuel pour appréhender la variabilité intra-annuelle des dépenses et revenus des villageois. Cela nous a permis de mettre en avant certains aspects qui auraient pu être oubliés lors des entretiens individuels, et de confronter les points de vue grâce à une démarche collective.

Partie 3 : Résultats de la première période d’enquête

3.1. Les populations cherchent constamment à maintenir ou améliorer leur accès à l’énergie

Lors de la première phase exploratoire de la première période d’enquête, nous observons chez chaque ménage une diversité de modes de satisfaction des besoins en énergie et d’adaptation aux problèmes d’accès. La destruction des ressources naturelles et la faiblesse du couvert végétal contraignent la réalisation des principaux services énergétiques. Même si le bois de feu demeure la principale énergie consommée, nous constatons un usage important de résidus animaliers comme les bouses de vaches (34 %) ou de résidus agricoles comme les coques d’arachides (44 %), surtout lorsque le bois se fait plus rare, comme la fin de la saison sèche. Il existe donc une saisonnalité de la consommation de bois de feu qui oblige les ménages à mobiliser d’autres moyens d’accès à certaines périodes de l’année. Par ailleurs, tous les ménages ont recours à des options commerciales plus « traditionnelles » comme les lampes à pétrole, lampes torches, lampes de fabrication artisanale (qui utilisent du pétrole également) et les bougies. D’autres pratiques sont également observées, comme le trafic de combustibles avec la Gambie. Par ailleurs, le gaz butane est relativement bien introduit dans le village (40 %). Enfin, des systèmes photovoltaïques existent dans la zone. Ces des systèmes sont non certifiés, moins chers et acquis de manière autonome. Les 5 ménages concernés les utilisaient pour l’éclairage et la recharge de leur téléphone portable ainsi qu’un réfrigérateur pour l’un d’entre eux. Néanmoins, pour deux de ces ménages, le système était en panne et ils n’ont pas la possibilité de le réparer.

Ces observations démontrent que tous les ménages mènent des pratiques orientées vers la recherche d’un meilleur accès à l’énergie. Elles concernent le foyer sur des services qui améliorent les conditions d’existence : cuisson et éclairage. Ce sont ces services que veulent avant tout satisfaire les ménages et sur lesquels portent leurs besoins en énergie. Il existe donc un décalage entre les attentes sur l’énergie des ménages et les services proposés par le projet ERSEN puisque la centrale ne répond pas au besoin en service de cuisson. Cette première phase exploratoire fournit donc quelques éléments qui instruisent un problème d’identification ou d’interprétation de la demande en énergie des populations de Keur Ndongo.

3.2. Un impact mitigé et des problèmes de pérennité observés dès les prémises du projet

Lors de la deuxième phase de la première période d'enquête, l'arrivée de la mini-centrale hybride a bouleversé les pratiques énergétiques. Le projet répond en partie aux besoins d'éclairage des ménages, en fournissant un accès garanti dans le village et les foyers. La plupart des ménages expriment une satisfaction envers l'éclairage public qui améliore la sécurité (bêtes sauvages, vol de bétail). Nous constatons de nouveaux usages et plusieurs ménages envisagent de souscrire un forfait plus élevé pour bénéficier de services différents (télévision, radio, réfrigérateur). Par ailleurs, la consommation d'options commerciales défaillantes (lampes pétrole, lampes torches, lampes de fabrication artisanale, bougies) et l'usage du bois pour l'éclairage baissent.

Cependant, au bout de quelques mois, plusieurs ménages se retrouvent en situation d'impayés ou en difficulté pour payer mensuellement le forfait. Un ménage a subi une coupure et des conflits ont émergé entre les populations et l'opérateur. Par ailleurs, la différenciation de l'offre commerciale avec les quatre niveaux de service génère *de facto* des inégalités d'accès au service entre les ménages du village et on observe un décalage entre les aspirations des ménages et leur niveau de vie. Tous les ménages souhaitent la télévision dès lors que le service est disponible, mais peu d'entre eux ont la capacité de s'équiper et de payer le forfait correspondant. Des tensions émergent également parmi les habitants du village, entre ceux qui ont les meilleurs forfaits, ceux qui respectent ou non le paiement du service à l'opérateur, ceux qui réalisent des connexions illégales ou encore ceux qui utilisent des appareils de mauvaise qualité qui dégradent les installations. Des tensions apparaissent aussi avec l'opérateur du projet. Ce dernier estime que les populations consomment trop ou ne sont pas assez responsables de leurs usages.

Ainsi, les impacts du projet sont mitigés et même différenciés selon les ménages, tandis que le projet rencontre déjà à cette époque des soucis de pérennisation. On peut avancer l'idée que ces difficultés s'expliquent par un problème d'articulation entre l'offre technico-commerciale et les conditions d'existences locales. D'une part, le paiement mensuel d'un forfait est difficile pour nombre de ménages, dont le niveau de vie est très fluctuant. D'autre part, plusieurs problèmes d'accès se maintiennent voire s'accroissent, et se traduisent par une hausse des dépenses en énergie des ménages dans un contexte de faiblesse des revenus monétaires. En définitive, cette hausse du budget consacré aux dépenses énergétiques impacte la réalisation du projet. Le service d'éclairage n'est pas complètement sécurisé et ne remplit pas tous les usages requis par les populations. Par conséquent, les ménages consomment toujours des énergies commerciales, traditionnelles, moins efficaces, plus coûteuses et plus polluantes. Enfin, la mini-centrale ne permet pas de répondre à l'une des attentes principales des ménages en matière d'énergie : le manque de puissance pour des services productifs, pourtant nécessaires dans cette zone très pauvre et dont les difficultés s'accroissent en raison de la dépendance à la culture de l'arachide.

Partie 4 : Résultats de la seconde période d'enquête

4.1 Une sobriété subie pour faire face aux difficultés de paiement et aux problèmes techniques

Sept ans plus tard, les enquêtes réalisées dans le village de Keur Ndongo soulèvent à nouveau la question de la pérennité et de l'impact de l'ERD. La centrale est toujours en fonctionnement, mais le projet ne s'est pas maintenu tel que l'avaient initié les partenaires. Il n'y a plus d'éclairage public depuis 2017 et la durée de fonctionnement est très limitée, de l'ordre de 6 h tous les deux jours (tableau 1). Les batteries de la mini-centrale sont dégradées.

Les ménages font état de stratégies de sobriété énergétique subie pour faire face aux limitations économiques mais surtout techniques de la mini-centrale. Le nombre de foyers avec des niveaux de forfait élevés s'est réduit, soit parce que les personnes n'avaient pas les moyens de couvrir les coûts d'abonnement, soit parce qu'ils se sont désabonnés face à la faible qualité de service (tableau 2). Ainsi, deux foyers de tarification niveau 4 se sont désabonnés. Par ailleurs, malgré le raccordement de trois nouveaux abonnés en 2021, de nouvelles habitations n'ont pu être raccordées à la centrale du fait de la faible puissance de celle-ci.



Photo 3 : Batteries de la mini-centrale. Certaines ne fonctionnent plus et ont été débranchées par le conducteur. Source : Emilie Etienne, 2021.

Historique technique de la mini-centrale de Keur Ndongo

2010	2012	2014	2017	2019	Fév. 2021	Sept. 2021
Premières visites dans le village avec l'ancien président de la communauté rurale de Wack Nguna	Début de la construction de la mini-centrale	Mise en fonction de la mini-centrale	Début des problèmes de batteries et arrêt des lampadaires	Nouvelles batteries rouges et bleus, changement de l'onduleur. Deux panneaux sont abîmés par la chute du toit.	Dernière visite de l'opérateur. Électricité entre 14h et 23h	6h d'électricité tous les 2 jours

Tableau 1 : compilation sur la base d'un entretien avec le 2^e conducteur en 2021

Nombre d'usagers par niveau de service

Keur Ndongo	Paieement mensuel	Montant de la connexion à la mini-centrale	Paniers d'usage	Nbr d'usagers (2015)	Nbr d'usagers (2021)
Niveau 4	16 000 CFA (25€)	100 000 CFA (152€)	14 lampes + 1 frigo + TV couleur	3	1
Niveau 3	8 500 CFA (13€)	55 000 CFA (84€)	11 lampes + 1 TV couleur + 1 radio	1	1
Niveau 2	6 000 CFA (9€)	35 000 CFA (53€)	7 lampes + 1 TV noir et blanc	8	4
Niveau 1	3 500 CFA (5€)	20 000 CFA (30€)	4 lampes + 1 radio	18	29

Tableau 2 : compilation sur la base des enquêtes réalisés entre 2015 et 2021

Alors qu'au travers des entretiens individuels de 2021, les usagers rapportent peu de problèmes pour payer les factures d'électricité, le calendrier infra-annuel de variations des dépenses réalisé avec des villageois dévoile une perspective plus mitigée. Le calendrier met en évidence des difficultés économiques plus saillantes à certaines périodes de l'année (entre les mois d'avril et mai et entre début août et fin octobre), dues à la conjonction de différents facteurs (climat, dépenses de santé et d'éducation, économie du village au ralenti). Ces difficultés se combinent avec une moindre disponibilité de l'électricité produite par la mini-centrale à cause du faible ensoleillement. Pour combler ce manque de production, l'opérateur fournit en général davantage de carburant pour alimenter le générateur diesel mais cette quantité ne suffit souvent pas à compenser la réduction d'ensoleillement.

Contrairement aux autres villages enquêtés, les usagers de Keur Ndongo évoquent des stratégies de sobriété énergétique davantage pour faire face à la rareté de l'électricité qu'aux difficultés de paiement, ce qui peut s'expliquer à la fois par l'absence de recouvrement des factures d'électricité depuis cinq mois avant l'enquête, ainsi que par la forte dégradation du service électrique. L'opérateur n'est pas venu dans le village depuis plusieurs mois, ni pour résoudre les problèmes techniques, ni pour collecter les paiements. Les factures ne sont pas payées et l'énergie photovoltaïque est fournie gratuitement. Bien qu'il existe un contrat entre les usagers et l'opérateur, à peu près aucune clause n'est respectée, ni de la part de l'opérateur, ni de la part des autorités. Plusieurs usagers ont acheté des équipements complémentaires pour faire face aux restrictions du courant de la centrale et une personne a choisi de se désabonner à cause de la faible qualité de service. Les équipements alternatifs sont principalement constitués de panneaux solaires individuels même si l'une des boutiquières du village rapporte avoir investi dans un ventilateur et un congélateur solaire. Au-delà de l'achat de moyens de production d'électricité, les usagers sont contraints de s'adapter à la rareté du courant en alternant les équipements (« si on allume le ventilateur lorsqu'il fait chaud, on éteint les lampes » explique par exemple l'une des personnes interrogées), en rechargeant les téléphones et en visionnant la télévision chez les voisins ou la famille équipés de panneaux solaires en fonctionnement, ou

encore en renonçant à l'achat d'équipements (au premier rang desquels, les réfrigérateurs). La boutiquière déplore également la perte de revenus économiques issus de la vente de produits glacés (glaçons et crèmes glacées). Par ailleurs, face à l'absence d'éclairage public, les villageois engagent des pratiques qui peuvent s'appréhender comme des stratégies de « retour en arrière » selon l'échelle énergétique (Hosier et Dowd, 1987), en utilisant des lampes torches souvent de piètre qualité pour se déplacer ainsi que pour éclairer leur domicile.

Au-delà des pannes signalées lors de notre enquête, le dimensionnement même de la mini-centrale ne permet pas à tous les usagers de s'y connecter. Le design du projet ne prévoit qu'une trentaine d'abonnés alors que le village est constitué d'une soixantaine de ménages. Les villageois non abonnés sont contraints à des solutions alternatives et coûteuses. Une villageoise explique dépenser, pour l'usage de 3 lampes et de piles, presque autant d'argent mensuellement que le niveau de service 1 de la mini-centrale (3300 CFA contre 3500 CFA), pour un service moindre. Elle détaille que les lampes achetées dans une boutique du village pour 500 CFA durent rarement plus d'un mois et que les piles (150 CFA l'unité) doivent être changées toutes les semaines (tous les 5 jours en période scolaire).

Ainsi, les limitations techniques de la mini-centrale, que ce soit par les pannes ou l'impossibilité de connecter l'ensemble des ménages, fragilisent l'économie villageoise. L'ensemble des stratégies évoquées ici sont coûteuses pour les usagers⁵.

4.2 Un système collectif de gestion de l'électricité soumis à des tensions villageoises

L'enquête en 2021 met également en évidence des tensions nouvelles entre les habitants et l'opérateur. Des difficultés de gouvernance villageoise font surface pour gérer le bien « électrique » dans sa totalité. La gestion de l'électricité est donc l'objet de tensions et de négociations au sein du village.

Tout d'abord, à l'origine du projet, selon le chef du village interrogé en 2021, un comité de gestion avait été créé par les villageois à la demande de la Mairie, du sous-préfet et des opérateurs. La création de ce comité était prévue dans le projet ERSEN. Ce comité devait initialement recouvrer les paiements et régler les conflits d'usage de la mini-centrale, par exemple la connexion d'équipements non autorisés. A Keur Ndongo, il était composé de 4 ou 5 hommes du village, « des gens de confiance » selon le chef du village, dont un Président et un commissaire aux comptes. Le chef du village mentionne cependant que ce comité a cessé de fonctionner après moins d'un an, victime du manque d'engagement de ses membres pour ce travail bénévole.

Mais d'autres difficultés semblent expliquer la désactivation de ce comité. Tout d'abord, le « conducteur », chargé du maintien de la mini-centrale, a été changé en 2019. Le premier conducteur était le frère de l'actuel chef du village. Selon celui-ci, les gens du village ont pris la décision de le remplacer par une autre personne, le tailleur du village, en raison de sa jeunesse. Ce dernier donne, lui, un motif d'explication différent pour sa désignation :

« L'ancien conducteur, le « vieux », ne maîtrisait pas bien le système. Il n'allumait pas la centrale à temps et en plus il n'était pas bénéficiaire de l'électricité. Les efforts que je fais, il ne les faisait pas ».

Un autre point de tension est relié aux paiements. C'était auparavant le comité de gestion, puis le chef du village, qui devait recouvrer les factures pour remettre l'argent liquide à l'opérateur. Ce rôle est donc à l'interface entre les villageois et l'opérateur. Dans le village de Keur Ndongo, des difficultés avec les opérateurs ont émergé, conduisant à l'abandon de cette tâche selon le chef du village :

« avant c'est moi qui accompagnais l'opérateur, je passais maison par maison, je récupérais l'argent et après, je le donnais à l'opérateur. Mais à un moment donné, il y a eu un problème parce que l'opérateur croyait que je plaçais pour la population. Et je leur ai dit de commencer à récupérer l'argent eux-mêmes ».

Ce problème est décrit par Laurent comme un « dilemme du gestionnaire » (Laurent, 2016) : le gestionnaire villageois est soumis d'une part à des pressions des villageois pour contourner les règles de gestion et d'autre part, à des pressions des responsables du projet de développement. Il se retrouve ainsi dans une situation de dilemme, devant gérer deux loyautés contradictoires. D'une part envers ses semblables villageois qui ont des besoins à court terme (difficultés de paiement, besoin d'électricité pour un usage particulier) et d'autre part envers le projet de développement dont il est le garant du succès à long terme par un contrôle des usages et des paiements. Une source importante de « dilemme du gestionnaire » est reliée à la quantité réduite d'électricité disponible. Le

⁵ La boutiquière déclare avoir investi 875 000 CFA (1 300€) pour son congélateur solaire et une personne affirme avoir acheté un système solaire individuel entre 500 000 et 600 000 CFA (760€-900€) pour s'adapter aux problèmes techniques de la mini-centrale.

2^{ème} conducteur évoque des demandes pressantes de la part de la boutiquière pour faire tourner le générateur diesel pendant plusieurs heures d'affilée afin de produire de la glace dans le cadre de son activité commerciale, alors que le conducteur privilégie l'électricité pour l'éclairage, c'est-à-dire quelques heures par jour.

Au niveau collectif, lors de notre présence, un générateur diesel avait été loué depuis la ville la plus proche pour un événement festif, alors qu'il aurait été techniquement possible pour les villageois d'acheter du carburant et de faire fonctionner la mini-centrale pour cette occasion particulière. Cette stratégie alternative témoigne des contraintes de gestion collective de la mini-centrale.

4.3. Le projet perçu comme obstacle au raccordement du réseau électrique national

Les villageois de Keur Ndongo restent en attente de l'électrification par le réseau national d'électricité. Qualifié de « vrai courant », de « courant original », les qualités du réseau Senelec sont vantées par les villageois, notamment ses prix plus faibles, la disponibilité du courant sans interruption et la possibilité d'utiliser tout type d'équipements électriques sans restriction. Ces avantages perçus du réseau Senelec sont à mettre en perspective avec le ressenti d'une sobriété subie évoquée précédemment. De plus, la perception que le mini-réseau solaire a retardé l'arrivée du réseau national est répandue dans le village (comme dans d'autres villages sénégalais). Une habitante, non abonnée du fait de la cherté des frais de connexion, exprime ce sentiment :

« Le courant de la mini-centrale n'est pas bon, ne marche pas et nous a privés de beaucoup de choses. Si on voit ça, on pense qu'on a de l'électricité alors que ce n'est pas le cas ».

Les habitants évoquent aussi un sentiment de déclassement par rapport aux villages voisins. En effet, comme le met en évidence la carte réalisée avec le conducteur et le chef du village (cf. figure 3), Keur Ndongo est entouré par deux villages à moins de deux kilomètres, électrifiés par le réseau Senelec. Certains villageois ont ainsi le sentiment que leur village n'est pas aussi bien loti que ses voisins et que c'est la présence du mini-centrale qui a sorti Keur Ndongo des plans de raccordement au réseau Senelec. À notre connaissance, cette perception n'est pas validée par des éléments légaux. D'autres localités ont d'ailleurs été connectées au réseau Senelec en dépit de la présence d'un mini-centrale, qui a alors été transféré ailleurs.

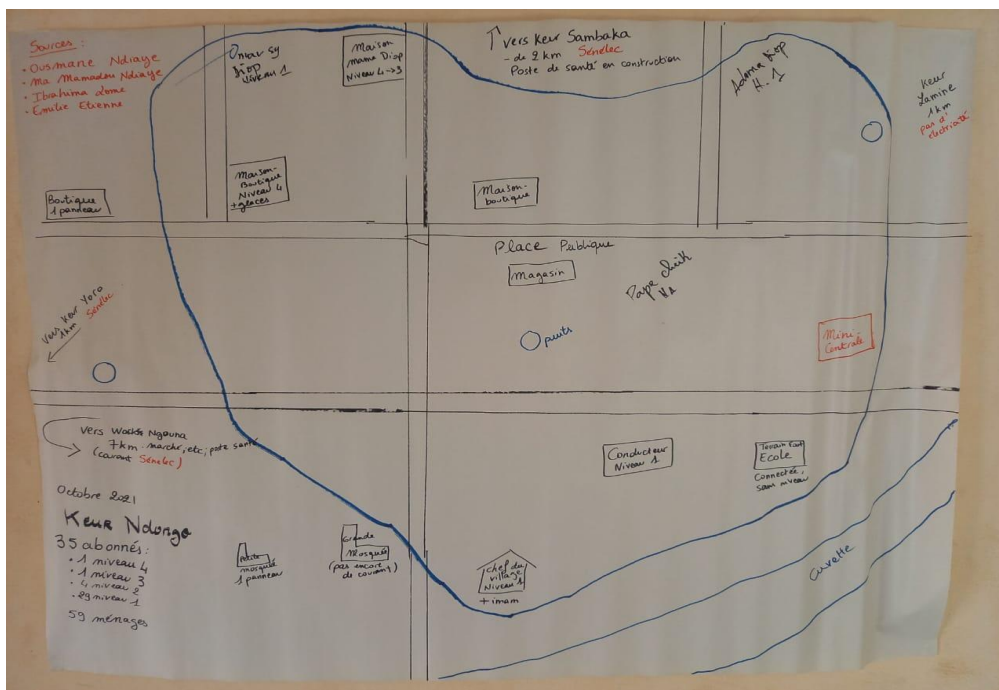


Figure 3. Carte de Keur Ndongo réalisée avec le chef du village et le 2^{ème} conducteur en 2021.

Conclusion

Notre démarche de recherche en deux étapes montre que le projet rencontre un impact mitigé et des difficultés de pérennisation, car il s'avère inadapté aux pratiques énergétiques et aux conditions socio-économiques, tout en rencontrant des pannes techniques. Il permet de réaliser l'objectif d'accès comme taux d'électrification et

répond en partie aux besoins d'éclairage, mais des contraintes subsistent dans le village : certains ménages n'ont pas été connectés et ceux qui le sont ne disposent pas d'une électricité de qualité et de quantité suffisante pour leurs usages. Tous les ménages mènent des pratiques orientées vers la recherche d'un meilleur accès à l'énergie : ils maintiennent certaines pratiques énergétiques antérieures, notamment pour la cuisson, « bricolent » entre différentes sources d'énergie comme les panneaux solaires et les lampes torches, se voient contraints d'abandonner les équipements électriques achetés. Cette semi-électrification tend à aggraver la vulnérabilité des ménages et à alimenter les défiances vis-à-vis des solutions solaires décentralisées. De plus, les deux étapes de notre recherche montrent que ce système collectif, qui impose une certaine solidarité entre villageois au niveau des paiements et des usages afin de garantir l'équilibre technique et économique du système, est générateur de tensions. Pour les villageois, la solution passe par la connexion au réseau Senelec, avec une électricité non bornée en quantité et en durée, ainsi que des prix plus accessibles. Il est probable qu'une connexion individualisée au réseau national puisse diminuer les tensions entre les ménages.

Finalement, cette analyse s'est focalisée sur le niveau du village, avec une pérennité centrée sur l'écosystème immédiat des structures sociotechniques. D'autres travaux montrent l'intérêt d'adopter une vision multiscale de la pérennité des mini-centrales, en questionnant l'insertion de ces infrastructures insulaires dans un cadre réglementaire national (Feron 2016, Derks et Romijn 2019). La maintenance des mini-centrales est en effet enchâssée dans des mécanismes d'*accountability* croisés qui impliquent des acteurs de différents niveaux, notamment l'État par le biais de l'ASER et les bailleurs de fonds (Etienne, à paraître). Ces acteurs sont soumis à des intérêts concurrents qui relèguent la fiabilité de l'électricité rurale par les mini-centrales au second plan.

Bibliographie

- André-Bataille, C., Livache, N., & Ranzanici, A. (2020). *Publication d'une étude de capitalisation de 16 projets d'électrification rurale à Madagascar* (p. 80). Fondation Énergies pour le Monde (FONDEM).
- Bhattacharyya S.C. (2012), « Energy access programmes and sustainable development : A critical review and analysis », *Energy for Sustainable Development*, vol. 16, n°3, pp. 260-271. -
- Bernard T. (2010) Impact Analysis of Rural Electrification Projects in Sub-Saharan Africa, *The World Bank Research Observer*, vol. 27, n° 1, 33-51.
- Brunet C., Savadogo O., Baptiste P., Bouchard M.A., Cholez C., Rosei F., Gendron C., Sinclair-Desgagné B., Merveille N. (2022) Does solar energy reduce poverty or increase energy security? A comparative analysis of sustainability impacts of on-grid power plants in Burkina Faso, Madagascar, Morocco, Rwanda, Senegal and South Africa, *Energy Research & Social Science*, Volume 87.
- Cholez, C., & Trompette, P. (2019). Designing Infrastructure for the Poor : Transactions Within Unstable Ecologies*. In M. Kornberger, G. C. Bowker, J. Elyachar, A. Mennicken, P. Miller, J. Randa Nucho, & N. Pollock (Éds.), *Thinking Infrastructures* (Vol. 62, p. 335-354). Emerald Publishing Limited.
- Cross, J., & Murray, D. (2018). The afterlives of solar power : Waste and repair off the grid in Kenya. *Energy Research & Social Science*, 44, 100-109.
- Dávalos, A., & Herrera, R. de J. G. (2019). A comprehensive solution approach to the sustainability problem of photovoltaic systems : The Bolivian case. *Cogent Engineering*, 6(1), 1-21.
- Derks, Milou, et Henry Romijn. « Sustainable Performance Challenges of Rural Microgrids: Analysis of Incentives and Policy Framework in Indonesia ». *Energy for Sustainable Development* 53: 57-70.
- ESMAP. (2019). *Mini Grids for Half a Billion People : Market Outlook and Handbook for Decision Makers*. Energy Sector Management Assistance Program - World Bank.
- Etienne, E. (à paraître). La maintenance des mini-réseaux solaires au Sénégal, un enjeu d'*accountability* balbutiant. *Flux, Numéro spécial maintenance des réseaux*(127).
- Feron, S. (2016). Sustainability of off-grid photovoltaic systems for rural electrification in developing countries : A review. *Sustainability*, 8(12), 1-26.
- Feron, S., & Cordero, R. R. (2018). Is Peru Prepared for Large-Scale Sustainable Rural Electrification? *Sustainability*, 10(1683), 20.
- Hazelton J., Bruce A. et MacGill I. (2014), « A review of the potential benefits and risks of photovoltaic hybrid mini-grid systems », *Renewable Energy*, vol. 67, pp. 222–229.
- Henaou F., Cherni J.A., Jaramillo P. et Dyner I. (2012), « A multicriteria approach to sustainable energy supply for the rural poor », *European Journal of Operational Research*, vol. 218, n°3, pp. 801–809.
- Hosier R.H. et Dowd J. (1987), « Household fuel choice in Zimbabwe: an empirical test of the energy ladder hypothesis », *Resources and Energy*, vol. 9, n°4, pp. 347–361.
- IEG (2008), *The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits*, World Bank, 178p.

- Kayser-Bril C., Augareils P., « Projets d'accès à l'électricité : comment en mesurer les bénéfices ? », *Mondes en développement*, 2016/4 (n° 176), p. 77-92.
- Matinga M.N. et Annegarn H.J. (2013), « Paradoxical impacts of electricity on life in a rural South African village », *Energy policy*, vol. 58, pp. 295–302.
- Semis. (2020). *Livrable 2 : Rapport d'état des lieux avec les données quantitatives et qualitatives sur l'état de fonctionnement de l'ensemble des ERILs et GDTs* (N° 2; Etat des lieux des ERIL et développement de concepts permettant la réhabilitation des mini-réseaux existants, p. 78). Ministère du Pétrole et des Energies ; GIZ.
- Torero M. (2015), « L'impact de l'électrification rurale : enjeux et perspectives », *Revue d'économie du développement*, vol. 23, n°3, pp. 55–83.
- Trompette, P., Etienne, E., & Francius, R. (à paraître). At the margins of the grid: The politics of off-grid electrification in Senegal. In *Renewable Energy Transformation or Energy Injustice : Off-grid solar electrification in Africa*.
- Winther, T. (2008). *The Impact of Electricity : Development, Desires and Dilemmas*. Berghahn Books.