



LES GUIDES DE LA FONDEM

DEVEL'UP

**DÉVELOPPEMENT DE L'ENTREPREUNARIAT
À TRAVERS LA VALORISATION DE L'ECONOMIE LOCALE
ET DES USAGES PRODUCTIFS**



DEVEL'UP

DÉVELOPPEMENT DE L'ENTREPRENARIAT À TRAVERS LA VALORISATION DE L'ECONOMIE LOCALE ET DES USAGES PRODUCTIFS

Une publication proposée par la
Fondation Énergies pour le Monde

Auteurs

Jérémy Ankri
Benjamin Rayer
Etienne Sauvage
Antoine Arpin
Marco Geuna
Madeleine Fauchier
Tanjona Andriamora
Diamondra Rakotonirina

Mise en page

Alice Guillier
Iness Djab

Photos

Collectif Culturel BSK MG
Chancel Simo

AVEC LE SOUTIEN DE



FONDATION ÉNERGIES POUR LE MONDE (FONDEM)

Président

Jean-Louis Borloo

Président Fondateur

Alain Liébard

Directrice Générale

Madeleine Fauchier



SOMMAIRE

CONTENU DU GUIDE ET PROBLÉMATIQUES TRAITÉES	3
RAPPELS GLOBAUX	4
LE PROJET DEVEL'UP	4
MÉTHODOLOGIE PAMELA	5
ZONES D'INTERVENTION	6
1. DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE À TRAVERS L'USAGE DE L'ÉLECTRICITÉ	9
OBJECTIF	10
RAPPELS SUR LE CONTEXTE D'INTERVENTION	10
COMMENT FONCTIONNE LA MÉTHODOLOGIE PAMELA ?	12
POUR ALLER PLUS LOIN : FAVORISER LES PLUS GROS USAGES PRODUCTIFS DE L'ÉLECTRICITÉ PAR L'APPROCHE PAR LES CHAÎNES DE VALEUR	30
CE QU'IL FAUT RETENIR	33
2. MODÈLE ÉCONOMIQUE D'EXPLOITATION	35
OBJECTIF	36
RAPPELS SUR LE CONTEXTE D'INTERVENTION	36
ENJEUX AUTOUR DE LA DÉFINITION DES GRILLES TARIFAIRES DE VENTE D'ÉNERGIE	38
L'EXPÉRIENCE DU PRÉPAIEMENT	49
POUR ALLER PLUS LOIN : RÉFLEXION SUR LE MODÈLE D'AFFAIRE DES MINI-RÉSEAUX	55
CE QU'IL FAUT RETENIR	57
3. MODÈLE DE GOUVERNANCE	59
OBJECTIF	60
RAPPELS SUR LE CONTEXTE D'INTERVENTION	60
SENSIBILISATION DES POPULATIONS	63
POUR ALLER PLUS LOIN : IMPORTANCE DE L'ASPECT SOCIAL DANS L'EXPLOITATION	68
CE QU'IL FAUT RETENIR	71
4. ASPECTS TECHNIQUES	73
OBJECTIF	74
CONTEXTE DES ZONES DU PROJET	74
CAPACITÉS DES OPÉRATEURS LOCAUX	75
RECOMMANDATIONS TECHNIQUES POUR UN REPOWERING ET/OU RÉHABILITATION D'UNE MINI-CENTRALE PV	80
ENJEUX AUTOUR DU MONITORING	86
CE QU'IL FAUT RETENIR	89
CONCLUSION	91



CONTENU DU GUIDE ET PROBLÉMATIQUES TRAITÉES

Ce guide a pour vocation de refléter les enseignements du projet DEVEL'UP et de compléter le guide PAMELA. Il est à destination des acteurs du secteur de l'Électrification rurale décentralisée (ERD) et vise à répondre à deux grandes questions :

- ➔ Comment accompagner efficacement le développement des usages économiques de l'électricité dans le contexte de l'électrification rurale décentralisée (ERD) dans le Sud de Madagascar ?
- ➔ Comment garantir la viabilité technique, organisationnelle et financière d'un service électrique décentralisé rural alimenté par les énergies renouvelables (EnR) dans le Sud malgache ?

Le document rassemble les bonnes pratiques, les facteurs de succès et les pistes d'amélioration identifiées par les équipes de la FONDEM en collaboration avec les partenaires du projet. Il s'appuie à la fois sur l'expérience terrain et les retours des parties prenantes externes (évaluateurs, observateurs, etc.)

Ce guide est issu de la vision des équipes de la Fondem et ne constitue pas une évaluation officielle du projet DEVEL'UP.

RAPPELS GLOBAUX

LE PROJET DEVEL'UP

Éprouvant une méthodologie innovante dans de nouveaux contextes, le projet DEVEL'UP (Développement de l'Entreprenariat à travers la Valorisation de l'Economie Locale et des Usages Productifs), mis en œuvre par la Fondem et son partenaire local FIMIFA, d'octobre 2021 à avril 2025, vise à agir en tant que levier du développement économique rural dans plusieurs communes de Madagascar, en valorisant les usages productifs de l'électricité. DEVEL'UP a cherché à améliorer le dynamisme économique des zones d'intervention par l'accompagnement de l'entrepreneuriat rural rendu possible grâce à l'accès à l'électricité. DEVEL'UP se veut être la preuve que la méthodologie PAMELA, une fois renforcée, est répliquable à l'ensemble de l'Afrique Subsaharienne.

DEVEL'UP agit sur plusieurs fronts :

- Appui à l'entrepreneuriat rural en facilitant l'accès à l'électricité pour développer des activités économiques.
- Renforcement de la viabilité des services électriques par un accompagnement technique et en gouvernance des opérateurs locaux.
- Réhabilitation et extension des centrales vieillissantes, en particulier dans les localités les plus dynamiques.

A travers la participation et l'accompagnement des acteurs locaux pour mettre en œuvre les activités, le projet s'inscrit à terme dans une logique de renforcement du pouvoir d'action et de montée en compétences et en autonomie des partenaires locaux. Le projet DEVEL'UP est financé par l'Agence Française de Développement (AFD), l'ADEME, la région Ile-de-France, la Fondation Artelia, la Fondation Nexans, le Fonds de dotation de Méridiam, la SENSE Foundation Bruxelles et le SIGEIF.

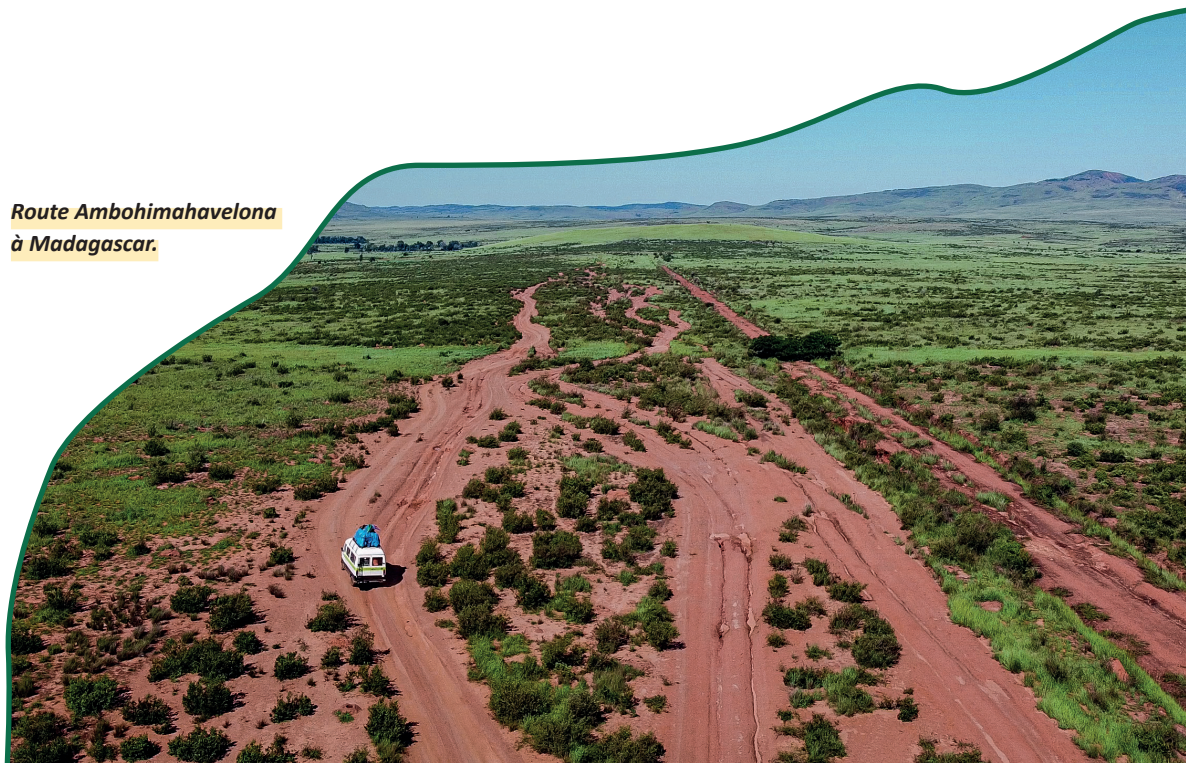
MÉTHODOLOGIE PAMELA

Le projet DEVEL'UP a pour but d'appliquer la méthodologie PAMELA à de nouveaux contextes géographiques et de la renforcer.

Au terme du projet PAMELA mis en œuvre par la Fondem, le GRDR et le laboratoire PACTE entre 2016 et 2020, la Fondem a publié une méthodologie d'appui à l'émergence d'activités génératrices de revenus dans des zones récemment électrifiées. Cet accompagnement a pour but de faire émerger des activités rémunératrices et consommatrices d'électricité afin de stabiliser la consommation d'électricité et ainsi les revenus de l'opérateur local, tout en renforçant les capacités économiques des ménages à générer des revenus leur permettant de payer leurs factures.

Cette méthodologie se base sur un processus d'appel à propositions auprès de la population, et a permis dans le cadre de DEVEL'UP, de faire émerger des activités de soudure, menuiserie, couture, coiffure, studio photo, poissonnerie.

**Route Ambohimahavelona
à Madagascar.**



ZONES D'INTERVENTION

Le projet DEVEL'UP intervient sur les localités ayant fait l'objet de deux interventions précédentes de la Fondem : les projets BOREALE et ENVOL.

LE PROJET BOREALE (régions Androy et Anosy)

Mis en œuvre de 2012 à 2017, le projet BOREALE a permis la mise en service de 7 centrales solaires photovoltaïques (PV) en 2015 dans des zones peu attractives pour les acteurs privés à l'époque. Les centrales, de puissance comprise entre 7,5 et 10 kWc à l'origine, ont depuis été partiellement renforcées.

Les opérateurs ont été sélectionnés via un appel d'offres lancé en 2014. Des entreprises locales sans expérience préalable en gestion de centrales PV ont été sélectionnées. Certaines zones ont vu la création d'associations locales d'exploitation en l'absence de candidature d'entreprises.

LE PROJET ENVOL (région Atsimo Andrefana)

Dans cette région, le projet ENVOL a permis la mise en service de deux centrales hybrides PV-Diesel en 2020. L'opérateur choisi est une entreprise malgache expérimentée dans la gestion de mini-réseaux : ANKA Madagascar.

FIGURE 3 RÉSUMÉ DES CENTRALES DU PROJET BOREALE

LOCALITÉ	PUISSANCE CENTRALE	OPÉRATEUR
<i>Mahatalaky</i>	15 kWc — passée en 20 kWc en 2024	Entreprise Toky
<i>Ifotaka</i>	10 kWc — passée en 15 kWc en 2024	Entreprise Toky
<i>Marovato</i>	10 kWc	Angovo soan'Androy (ASA)
<i>Ambonaivo</i>	7,5 kWc	Angovo soan'Androy (ASA)
<i>Tanandava</i>	7,5 kWc — passée en 12,5 kWc en 2024	Entreprise Toky
<i>Anjiky</i>	7,5 kWc	FIHAMY
<i>Maroalomainty</i>	7,5 kWc	Teloraë Tea Fahazavana (TTF)

FIGURE 5 RÉSUMÉ DES CENTRALES DU PROJET ENVOL

LOCALITÉ	PUISSANCE CENTRALE	OPÉRATEUR
<i>Ambohimahavelona</i>	30,35 kWc	Entreprise ANKA Madagascar
<i>Andranohinaly</i>	20,35 kWc	Entreprise ANKA Madagascar

FIGURE 4 ZONES D'INTERVENTION DU PROJET BOREALE

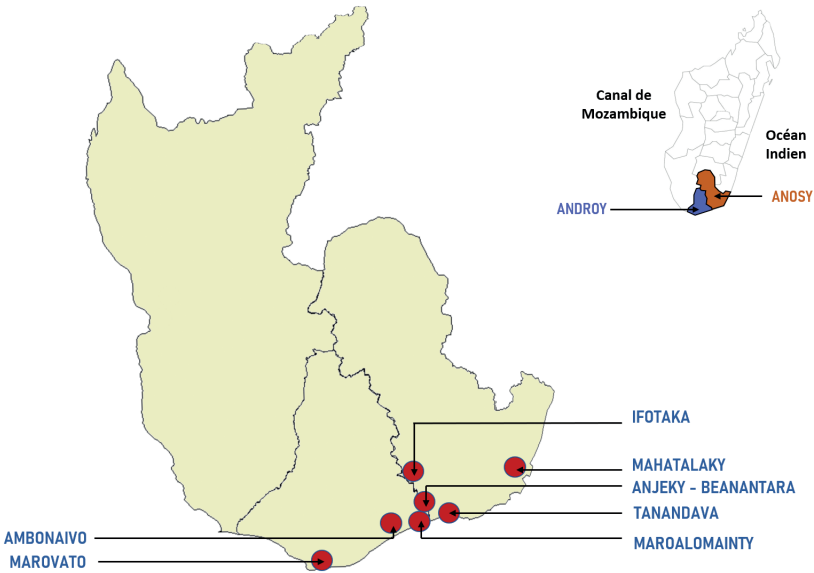
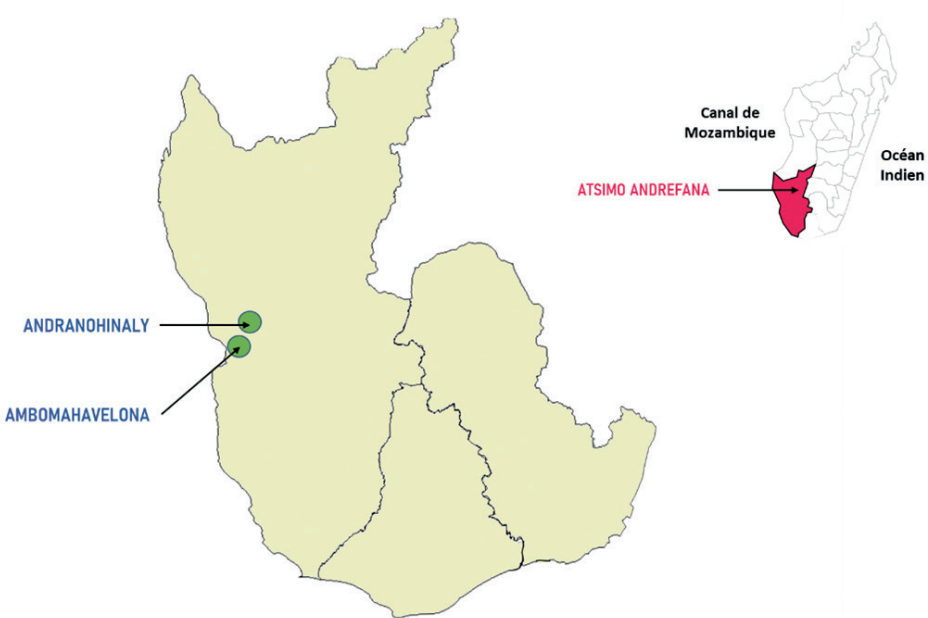


FIGURE 6 ZONES D'INTERVENTION DU PROJET ENVOL





1

DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE À TRAVERS L'USAGE DE L'ÉLECTRICITÉ

OBJECTIF

- ➔ Montrer que l'électrification rurale ne se limite pas à l'éclairage domestique mais qu'elle peut être un levier puissant de développement économique local, notamment à travers les Usages Productifs de l'Électricité (UPE).

RAPPELS SUR LE CONTEXTE D'INTERVENTION

Enclavement fort des régions

Les régions Atsimo Andrefana, Androy et Anosy font face à des crises alimentaires fréquentes liées à des facteurs liés au dérèglement climatique (climat semi-aride aggravé par des vents et des périodes de plus en plus sèches) et à un fort enclavement. Le réseau routier de la région d'Androy est l'un des plus dégradés du pays. D'après les données de l'enquête CREAM 2009, 74,51 % des communes de la Région Androy se situent à plus de 11 km du chef-lieu de district. D'autres communes ne sont accessibles qu'en camion et 4x4 voire à pied du fait de la dégradation des pistes rurales. Le développement du potentiel de ces deux régions repose en grande partie sur l'amélioration du réseau routier pour favoriser le déplacement des personnes et des biens tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la région.

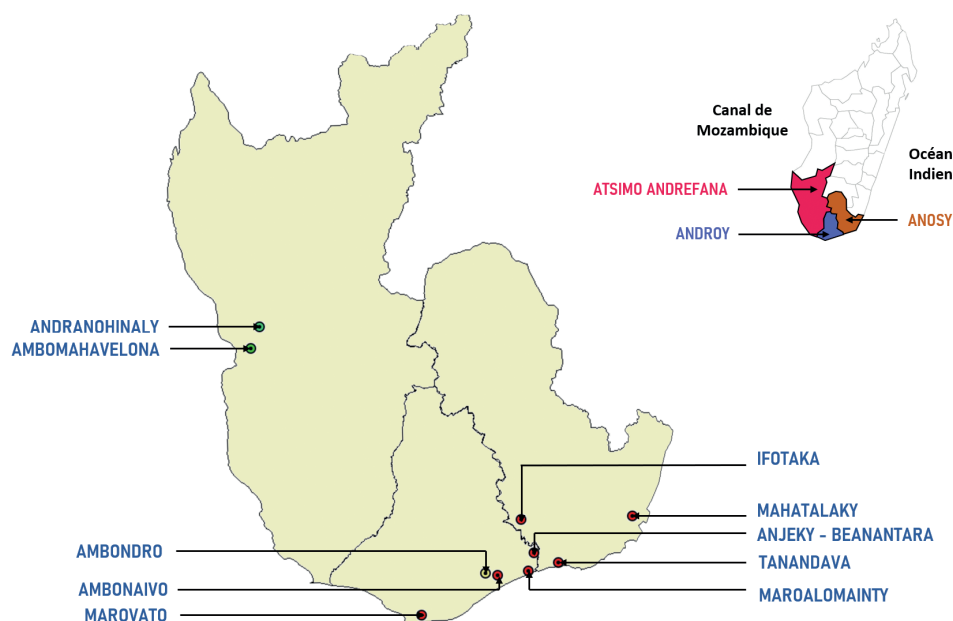
L'état du réseau routier génère des besoins importants et réguliers en matière de service de réparation mécaniques dans la zone pour l'entretien des véhicules motorisés ou non.

➔ Cet enclavement génère des difficultés pour la maintenance, le remplacement de pièces, l'accès à du personnel qualifié etc.

Niveau de subsistance des populations

Les populations locales des régions Atsimo Andrefana, Androy et Anosy font partie des plus pauvres de Madagascar. Au-delà des difficultés techniques relatives au climat du sud pour l'exploitation des centrales photovoltaïques (PV), les opérateurs électriques font face à des difficultés de recouvrement et une impossibilité d'augmenter significativement le prix de l'électricité pour assurer un modèle économique viable.

FIGURE 7 ZONES D'INTERVENTION DU PROJET DEVEL'UP



Concentration de projet humanitaires/développement dans la zone

De nombreux projets d'urgences sont présents dans le Grand sud depuis de nombreuses années (Cash transfer par le FID, distribution alimentaire du PAM, projets Mionjo, PIC, UNICEF, ACF, MDM...). Ce contexte impose des modalités de relation entre la Fondem et ses partenaires et les populations visées, par force d'habitude :

- Gratuité des équipements
- Distribution de cash plutôt que de matériels
- Projets sur des pas de temps courts
- Priorisation par les populations des réunions de cash transfer au détriment d'autres projets comme DEVEL'UP

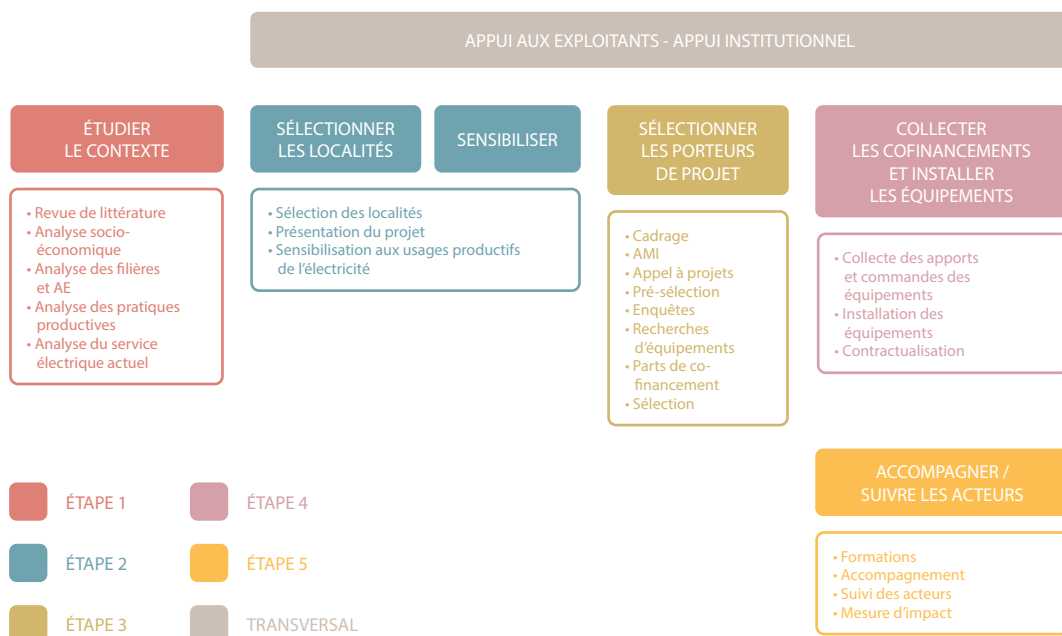
➔ Ce contexte impose donc un cadre d'intervention particulier, nécessitant une pédagogie renforcée et un travail spécifique sur la compréhension et l'adhésion des populations.

COMMENT FONCTIONNE LA MÉTHODOLOGIE PAMELA ?

Le processus d'accompagnement d'Activités Génératrices de Revenus (AGR), initialement conçu dans le cadre du projet PAMELA, a été repris pour le projet DEVEL'UP avec certaines améliorations et ajustements. Il repose sur une approche participative, via des appels à propositions individuelles ou collectives (associations, coopératives...) issues des localités ciblées (approche par les doléances).

Après une étude de la situation de référence (1) et une campagne de sensibilisation (2), les individus ou groupements intéressés répondent à un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) (3), suivi d'un Appel à Projets (AàP) (4) en remplissant un questionnaire et une enquête complémentaire. Ces étapes permettent d'évaluer l'éligibilité des candidatures et de les noter selon différents critères. La notation est par ailleurs complétée

FIGURE 8 CHRONOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE DE LA MÉTHODOLOGIE PAMELA



par des enquêtes complémentaires. Les projets les mieux classés bénéficient alors du soutien du programme (5), dans la limite du budget disponible. Le nombre de bénéficiaires est déterminé en fonction des ressources allouées, sans quotas par village pour sélectionner des projets à fort potentiel de développement et un intérêt pour le village et le porteur de projet, les candidatures étant évaluées à l'échelle de l'ensemble des localités concernées.

Le processus de sélection repose sur deux types de critères complémentaires :

- Les critères d'éligibilité, qui déterminent si une candidature peut être considérée,
- Les critères d'évaluation, qui attribuent une note à la candidature afin de la classer.

Ces critères se déclinent en deux dimensions :

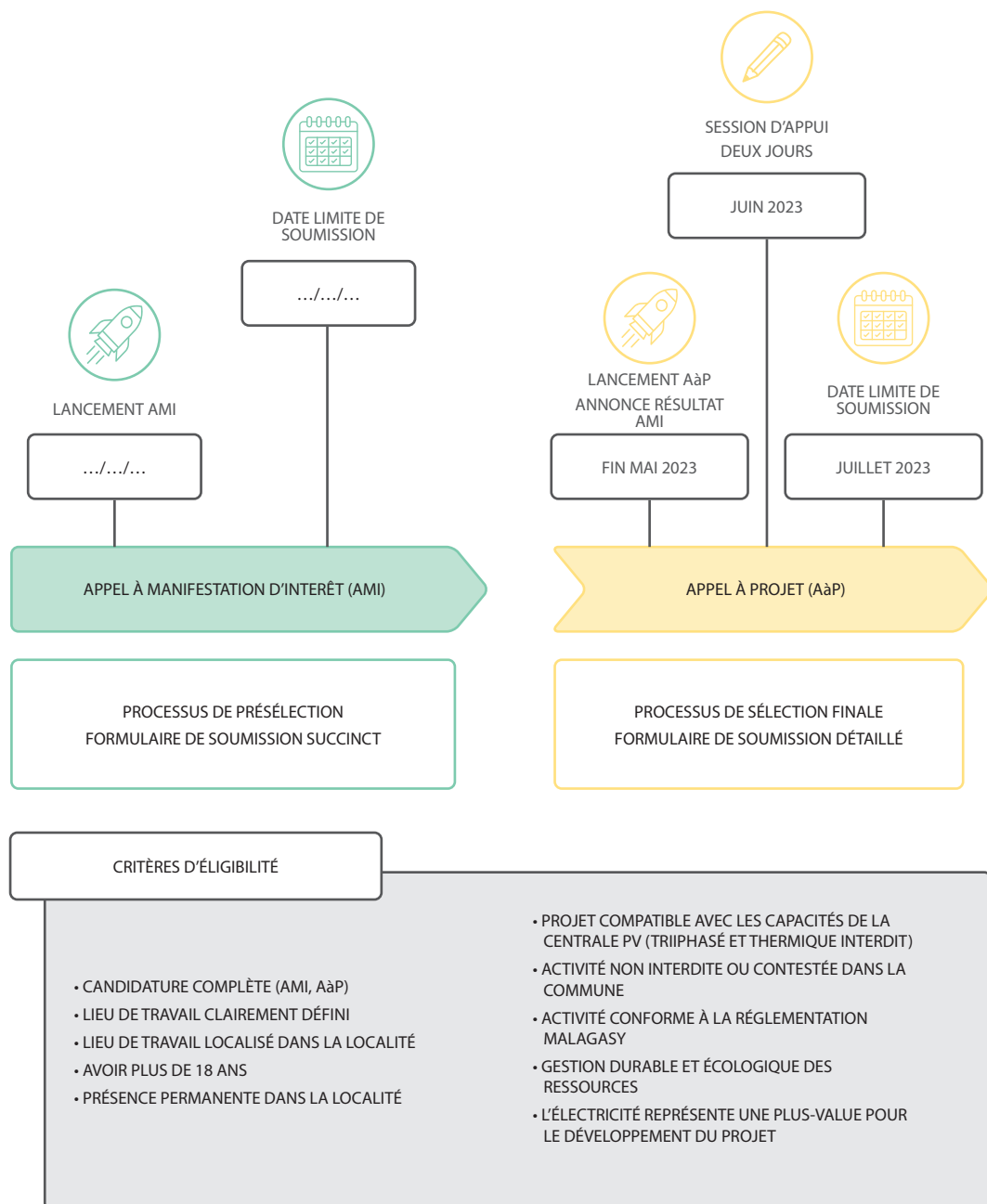
- Ceux portant sur le porteur de projet (l'association ou l'individu lui-même),
- Ceux portant sur le projet proposé.

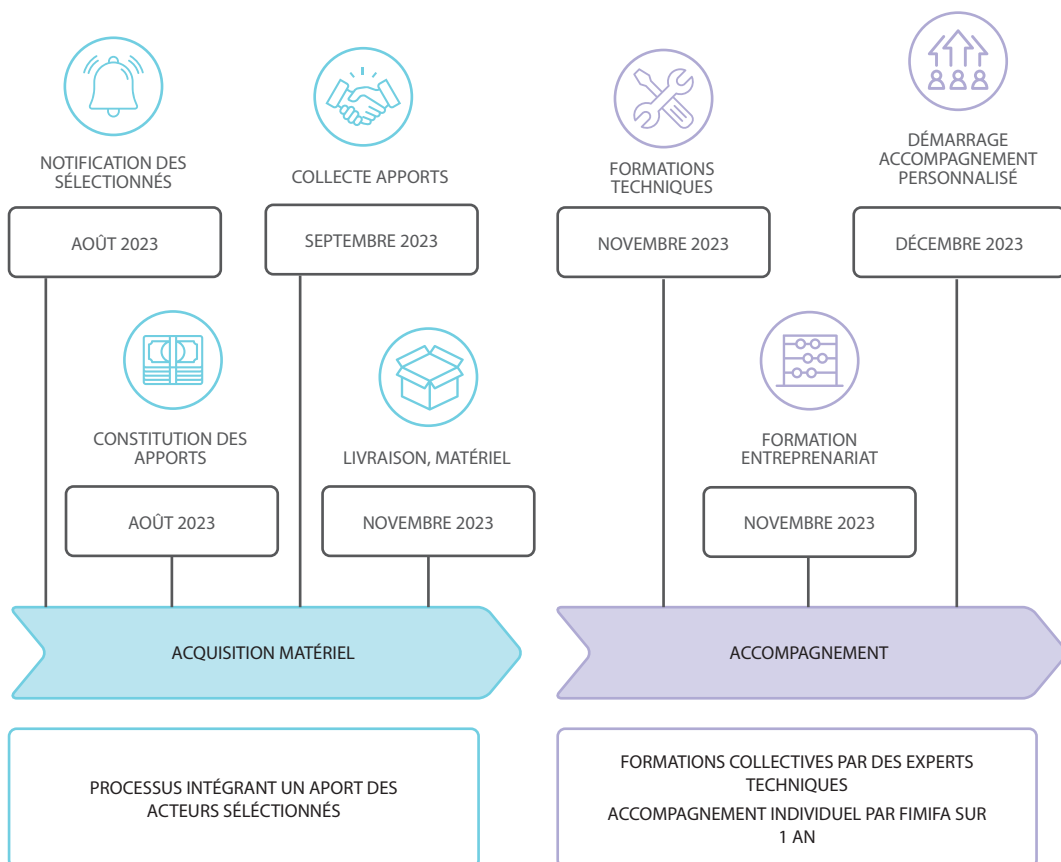
FIGURE 9 CRITÈRES D'ÉLIGIBILITÉ DES PROJETS AU TITRE DE PAMELA

Type de critère	Catégorie	Sous catégorie	
Eligibilité	Porteur de projet	Candidature	
		Lieu de travail	
		Age	
		Présence dans la localité	
		Conflit d'intérêt	
	Projet	Compatibilité centrale	
		Activité autorisée par commune	
		Activité légale	
		Gestion des ressources naturelles	
		Plus value de l'électricité	
Notation	Porteur de projet	Profil	Age
			Niveau d'étude
			Type d'initiative
		Compétences/Capacités	Compétence
			Expérience
	Projet	Impacts	Création d'emploi
			Rayonnement économique
			Réduction des inégalités
			Impacts environnementaux
		Situation AGR	Typologie de projet 1
			Typologie de projet 2
			Chaine de valeur
			Qualité du modèle d'affaire proposé
		Etude de marché	Saturation du marché au niveau de la commune
			Saturation du marché au niveau du district
			Typologie de contrat
			Nombre de fournisseurs visés
			Nombre de clients visés
			Origine du fournisseur
			Origine du client

1. DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE À TRAVERS L'USAGE DE L'ÉLECTRICITÉ

FIGURE 10 PROCESSUS DE PAMELA DANS LE CADRE DU PROJET DEVEL'UP





AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MÉTHODOLOGIE

Avantages observés lors de l'application de la méthodologie dans le cadre du projet DEVEL'UP

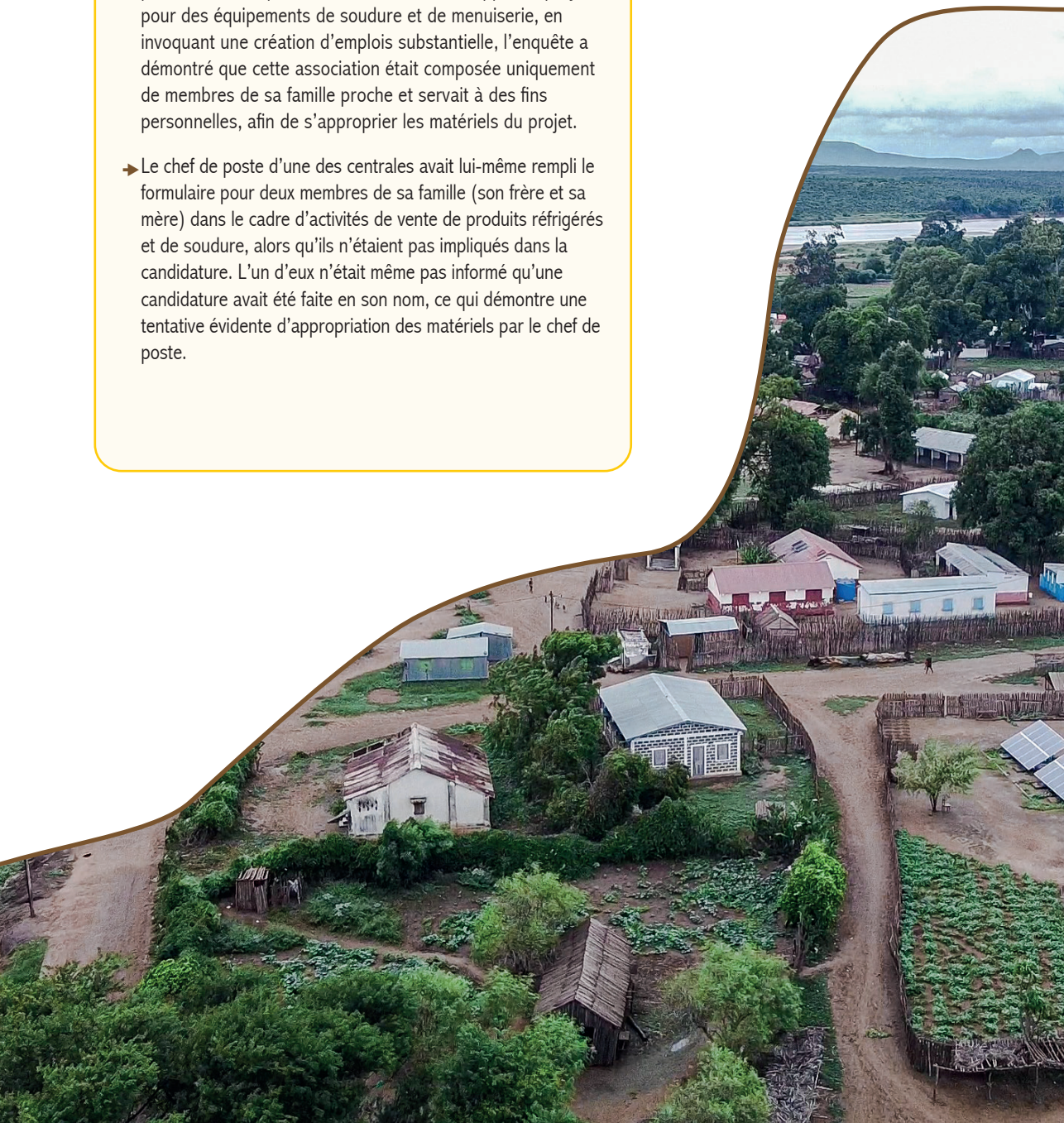
- **Standardisation de la procédure** pour l'ensemble des localités ciblées => facilitation de formation des relais locaux ;
- **Définition claire des critères** d'éligibilité des propositions ;
- **Procédure rigoureuse** permettant une évaluation holistique et impartiale des candidatures ;
- **Système de notation** précis basé sur un barème chiffré, qui permet de comparer de manière objective les différentes candidatures ;
- **Justification claire de l'évaluation** auprès des candidats, limitant les risques d'accusations de favoritisme ou de corruption : ce point est crucial pour maintenir la réputation de la Fondem, du projet DEVEL'UP et, en particulier, du partenaire local (FIMIFA). Cette légitimité constitue une clé de voûte pour l'acceptation non seulement de DEVEL'UP, mais aussi de l'ensemble des activités de la Fondem et de FIMIFA dans la région ;
- **Étapes de sélection claires**, facilement communicables aux communautés lors des séances de sensibilisation ;
- **Méthodologie éprouvée** et déjà connue par le partenaire local, les communautés, les autorités locales et les opérateurs des mini-réseaux, facilitant ainsi son implémentation ;
- **Enquêtes complémentaires** efficaces qui ont permis de détecter et d'écarter les candidatures frauduleuses ;
- **Procédure neutre** : cette méthodologie insiste sur la non-intervention des équipes du projet dans le choix des activités proposées par les candidats. Autrement dit, le projet ne doit pas influencer les participants sur le type d'activités à proposer avant le dépôt des dossiers. Cette neutralité vise à garantir l'impartialité de la procédure et à éviter les conflits avec la population. En effet, l'expérience a montré que si certaines activités sont privilégiées lors des sensibilisations initiales, une grande partie de la population finit par proposer ces mêmes activités, indépendamment des compétences et de l'expérience du porteur de projet. Ce phénomène conduit souvent à de nombreuses plaintes, les candidats refusés ne comprenant pas pourquoi ils ont été écartés alors qu'ils ont suivi les instructions du projet.

Commune d'Ifotaka.



Quelques exemples illustrant l'efficacité de ces enquêtes complémentaires :

- ➔ Le Maire d'une commune du projet avait déposé une candidature sous le nom d'une association dont il était le président. Bien que l'association sollicitait l'appui du projet pour des équipements de soudure et de menuiserie, en invoquant une création d'emplois substantielle, l'enquête a démontré que cette association était composée uniquement de membres de sa famille proche et servait à des fins personnelles, afin de s'approprier les matériels du projet.
- ➔ Le chef de poste d'une des centrales avait lui-même rempli le formulaire pour deux membres de sa famille (son frère et sa mère) dans le cadre d'activités de vente de produits réfrigérés et de soudure, alors qu'ils n'étaient pas impliqués dans la candidature. L'un d'eux n'était même pas informé qu'une candidature avait été faite en son nom, ce qui démontre une tentative évidente d'appropriation des matériels par le chef de poste.



Limites relevées

- Lourdeur administrative et complexité de la procédure

Il est nécessaire d'organiser plusieurs sessions de sensibilisation pour expliquer la procédure et informer la population des prochaines étapes.

Le processus de sélection est long, avec des complications et des retards fréquents. Cette longueur réduit significativement la durée d'accompagnement des porteurs de projets sélectionnés, étape pourtant déterminante pour la réussite de l'activité. Les acteurs prometteurs, expérimentés et compétents dans certaines activités (couture, soudure, menuiserie, etc.) sont généralement identifiés dès les premières étapes en raison de leur reconnaissance dans les communautés ciblées.

- Vulnérabilité des acteurs face à la procédure

Les populations cibles, notamment les femmes, les jeunes et les personnes à faible capital économique, présentent un taux d'illettrisme élevé, ce qui peut les intimider vis-à-vis de la complexité administrative. La plupart des candidats nécessitent un accompagnement personnalisé pour remplir leur formulaire. De nombreux formulaires sont rendus incomplets ou contiennent des réponses erronées ou incohérentes.

- Nécessité de déplacements fréquents sur les localités pour effectuer chaque étape de la procédure

Ces déplacements engendrent une sollicitation importante du partenaire local, avec un risque accru de fatigue pour ses équipes. Ils impliquent également des coûts élevés pour le projet. Les conditions géographiques et l'état des infrastructures routières rendent les déplacements difficiles, chronophages et coûteux.

- Tentative d'accaparement des candidatures par les acteurs les plus éduqués et influents des localités

Bien que les enquêtes complémentaires atténuent cet impact, elles entraînent néanmoins des déplacements supplémentaires et une charge de travail accrue pour le partenaire local.



EN RÉSUMÉ

Les limitations de cette méthodologie se résument à une complexité et à des dépenses disproportionnées en temps et en ressources, principalement pour des activités nécessitant un faible investissement matériel et ayant un impact modéré sur l'économie du village (création d'emplois, production locale, transformation de matières premières). Il ne faut cependant pas sous-estimer l'impact social positif pour les acteurs eux-mêmes, qui constatent une amélioration notable de leurs conditions de vie : scolarisation des enfants, extension de maison, disponibilité de fonds pour les soins médicaux, meilleure nutrition, etc.

PISTES D'AMÉLIORATION IDENTIFIÉES

Étape 1 : étude de référence

CONSTAT

Certains angles morts sont à combler pour avoir une vision complète du territoire.

RECOMMANDATIONS

- Identifier des solutions pour lever les contraintes externes freinant le développement de l'activité par exemple :
 - Formation pour lire et écrire diriger vers les adultes – à noter que cela nécessiterait l'intervention d'un projet préalable ou le partenariat avec un acteur sur l'éducation ;
 - Garde d'enfants.
- Identifier des acteurs économiques en capacité afin de renforcer la communication préalable autour de l'appel à doléances (groupements économiques, entrepreneurs déjà en activité) ;
- Analyser le quotidien d'AGR existantes afin de permettre un meilleur accompagnement des porteurs d'AGR qui seront sélectionnés (ex : atelier de poissonnerie : heure d'arrivée du poisson, plage horaire de fonctionnement d'un congélateur avant écoulement du stock) ;
- Etudier les matériels électriques utilisés par des professionnels ayant déjà accès à l'électricité dans les localités visées et/ou voisines afin de cibler du matériel disponible, adapté au contexte local et réparable (appareils triphasés, puissance, etc.) ;
- Pour toute nouvelle zone, étudier la relation sociale et anthropologique entre la population et l'usage des ressources sollicitées (gestion de l'eau, tarification électricité solaire, etc.) ;
- Prévoir dans l'idéal de collecter des récits de vie d'acteurs économiques existants afin d'obtenir des informations détaillées de chaque pratique (ex : l'heure d'arrivée du poisson déterminera l'usage diurne ou nocturne des congélateurs d'une poissonnerie) ;
- Identifier des « entrepreneurs modèles » dans les localités voisines qui accompagneront le reste des acteurs de la commune (avec rémunération symbolique en fonction du nombre de cahiers de caisse remplis), voire des entrepreneurs déjà accompagnés par le passé ;
- Intégrer une approche genre : identifier les contraintes de développement des activités spécifiques aux femmes :
 - Temps à accorder à l'activité
 - Responsabilités familiales et ménagères
 - Culturel et coutumière
 - Apporter des solutions pour lever ces contraintes
 - Organiser des gardes d'enfants collectives
 - Activités groupées de femmes
 - Identifier quand le mari a l'emprise sur l'activité de sa femme

1. DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE À TRAVERS L'USAGE DE L'ÉLECTRICITÉ

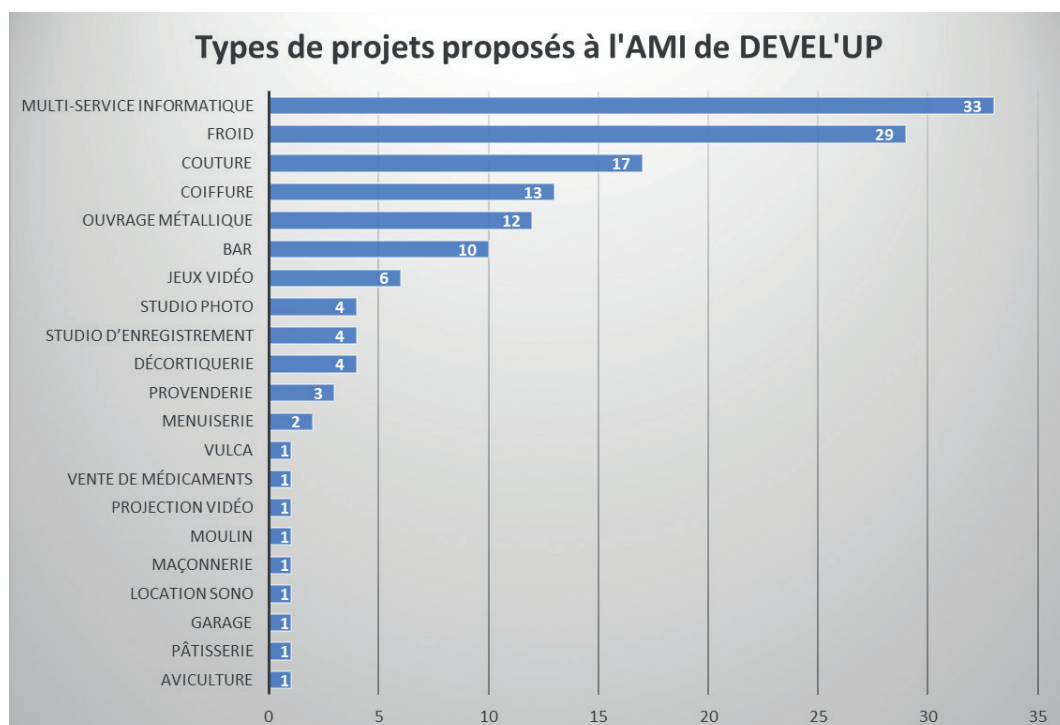
Etape 2 : sensibilisation

CONSTAT

Les activités proposées ont présenté une faible diversité : la majorité des activités proposées se confond avec celles déjà existantes dans les localités ou celles sélectionnées lors du projet PAMELA avec un faible niveau de consommation électrique (multi-services, coiffure, couture, ouvrage métallique, etc.).

Ce manque de diversité s'explique par la faible capacité sociale, financière et organisationnelle des acteurs locaux à proposer des usages productifs de l'électricité (UPE) de plus grosse ampleur. En effet le manque de connaissance des technologies, des techniques disponibles et des filières porteuses dans la région freine le développement des projets à fort impact économique. Peu de candidatures concernent des activités à plus fort potentiel pour le développement

FIGURE 11 TYPES DE PROJETS PROPOSÉS PAR LES PORTEURS DE PROJETS À L'AMI DE DEVEL'UP



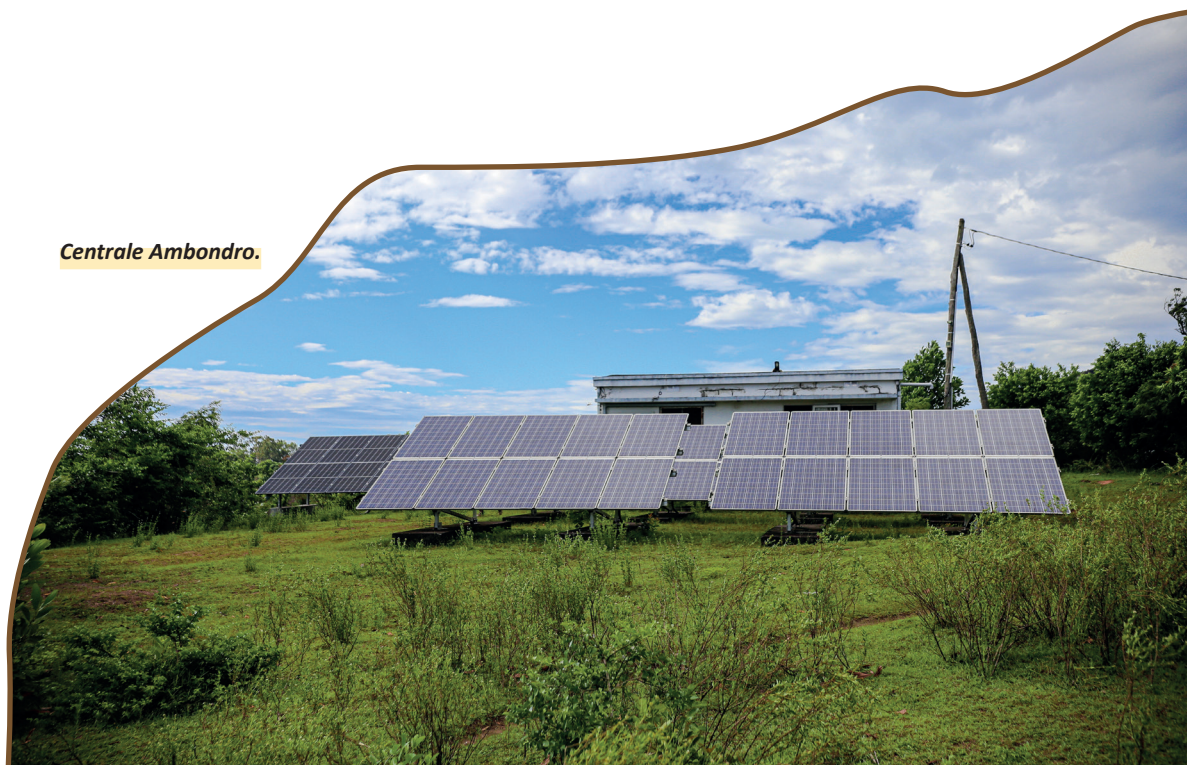
économique local (en termes de production, de création d'emplois, de développement d'écosystèmes) et nécessitant une consommation électrique plus élevée, car ces activités sont souvent d'une envergure financière importante et nécessitent de la part du porteur de projet des compétences spécifiques et générales de profils d'investisseurs (voir améliorations proposées dans la phase de sensibilisation et la phase d'accompagnement ; voir également partie 3- Pour aller plus loin : favoriser les gros UPE). Enfin, les AGR ont des niveaux de rentabilité variable :

- Activités de soudure, vulcanisation : rentables assez facilement
- Couture : dépend du calendrier culturel
- Coiffure : peu rentable

RECOMMANDATIONS

- Présenter des success-stories + REX UPE (facture électricité, matériels utilisés, etc.) + Catalogue UPE disponible en région ou en capitale + des business plans des AGR PAMELA ou demander aux acteurs de présenter leur AGR : monter les business models lors du 1^{er} atelier sensibilisation
- Sensibiliser sur les différences de l'accompagnement prévu par PAMELA et les méthodologies des autres acteurs de développement (distribution de cash, dotation gratuite de matériel)
- Intégration d'une approche genre :
- Sensibiliser les hommes sur les avantages d'appuyer les activités de leurs épouses
- Adopter l'approche « ne pas nuire » tout au long du processus

Centrale Ambondro.



Étapes 3 & 4 : AMI et AAP - Liste de critères de sélection et processus de sélection

CONSTAT

Les acteurs sélectionnés sont souvent identifiables tôt dans la procédure sans nécessiter un cadre administratif lourd (appel à manifestation d'intérêt, dossier de candidature, entretien, enquêtes, etc.). Les acteurs vulnérables sont souvent exclus de facto des initiatives de développement car leurs contraintes spécifiques ne sont pas prises en compte dans le processus.

RECOMMANDATIONS

- Obtenir un processus simple et efficace :
 - Privilégier des questionnaires allégés dans le remplissage : viser les infos prioritaires ;
 - Prévoir un appui personnalisé pour remplir des formulaires de candidature simplifiés, avec l'aide des équipes en charge du guichet (précision dans partie 2) ;
 - Rester cohérent avec le niveau d'éducation de la population locale (éviter un dossier d'AàP trop complexe et contraignant) ;
- Organiser un guichet permanent dans chacune des localités visées en vue de collecter les candidatures et appuyer le montage de dossier (ouverts successivement, une localité après l'autre, plutôt qu'en simultané) ; cela permettrait :
 - Aux équipes du partenaire local d'avoir une compréhension plus fine des dynamiques locales ;
 - Une durée de minimum deux semaines jusqu'à un mois pourrait permettre de s'assurer d'avoir un maximum de dossiers. Une présence continue dans le village permettrait une meilleure exposition du projet et renforcerait la confiance des communautés. Les bâtiments techniques des opérateurs électriques pourraient être mis à profit comme bureaux pour les guichets ;
- De commencer la présélection sur site (vérification des critères d'éligibilité) et le remplissage de la grille de notation ;
- A l'ensemble du processus (sensibilisation, AMI/AàP, enquêtes complémentaires et présélection) de se dérouler successivement dans une même localité ;
- De comparer l'ensemble des candidatures : la sélection finale interviendrait après la fermeture du dernier guichet de la dernière localité ciblée, afin de comparer l'ensemble des candidatures ;
- Lors des AMI et AàP : avoir pour objectif :
 - d'identifier des AGR à raccorder « tel quel » : petites activités économiques et artisanat ;
 - d'identifier des AGR à fort potentiel par rapport aux CdV porteuses pour le développement des pratiques et la diversification des produits : activités agricoles permettant de développer/diversifier les produits ;
- Lors de la présélection, identifier les projets qui ont un fort potentiel économique, social et énergétique ;
- Dans la phase d'accompagnement, accompagner les acteurs présélectionnés à développer leur projet selon une approche « produits » + montage plan d'affaire + définition des matériels nécessaires ensemble ;
- Prévoir un appel ouvert pour l'AMI et un appel restreint pour l'AàP aux dossiers présélectionnés pendant l'AMI ;

- Ne pas se restreindre aux possibilités techniques UPE mais permettre à la population d'innover
- Pour les entrepreneurs vulnérables, sélectionner des propositions d'AGR secondaires pour éviter un trop gros risque ; prévoir un accompagnement spécifique ;
- Harmoniser les bases de données des candidatures et fichiers de notation afin de faciliter l'analyse ;
- Sélectionner des entrepreneurs dont la personnalité, la motivation, les connaissances techniques, la capacité de crédit et d'épargne correspondent au projet d'AGR proposé ;
- S'assurer que l'acteur est intéressé par l'accompagnement complet proposé (acquisition matériel UPE + appui gestion AGR) ;
- Faire attention aux tentatives d'appropriation des matériels par les autorités publiques ou personnel de la centrale :
 - Exemple : un élu créant une association pour candidater à DEVEL'UP ne comprenant que des personnes de sa famille ;
 - Exemple : une personne remplissant des dossiers pour autrui sans que la personne soit au courant.



1. DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE À TRAVERS L'USAGE DE L'ÉLECTRICITÉ

Choix du matériel AGR

CONSTAT

Le choix des matériels fournis pour les activités productives est crucial pour leur pérennité dans le temps. En effet, une grande partie des arrêts d'activités constatés chez les acteurs suivis dans

le cadre de DEVEL'UP est due à des pannes de matériels. Il est donc nécessaire de définir des stratégies pour mitiger ces risques lors de l'acquisition des équipements.

FIGURE 12 RECOMMANDATIONS POUR LE CHOIX DES ÉQUIPEMENTS AGR

CARACTÉRISTIQUE	DESCRIPTION DE LA CARACTÉRISTIQUE
Robustesse	Qualité de conception, des matériaux utilisés et réputation de la marque (surtout sur le marché local)
Réparabilité	Facilité à réparer le matériel localement, incluant : • Disponibilité d'une expertise technique locale • Disponibilité des pièces de rechange • Conception facilitant les réparations
Accessibilité des consommables (cf. Studio Photo)	Disponibilité des fournitures essentielles au fonctionnement du matériel (ex. : baguettes de soudure, cartouches d'encre)
Prix cohérent avec les capacités d'apport des acteurs	Le prix d'achat des matériels doit être en adéquation avec les capacités financières des porteurs de projet, qui doivent pouvoir apporter le pourcentage minimum requis par le projet.
Adaptabilité aux besoins et à l'usage du porteur de projet	Le matériel doit répondre précisément aux besoins de l'activité. Il est essentiel de consulter le porteur de projet et un professionnel du secteur pour valider l'adéquation du matériel, en particulier dans des zones isolées où la connaissance des équipements disponibles est limitée.
Compatibilité avec la centrale en termes de puissance et de consommation d'énergie	Le matériel doit respecter les contraintes techniques de la centrale (puissance, énergie disponible, monophasé/triphasé). Une analyse de la capacité disponible et une concertation avec l'opérateur électrique sont indispensables avant l'achat.



À NOTER

À noter également que l'accompagnement technique concernant l'utilisation, la maintenance et la réparation des matériels est un aspect crucial pour le développement optimal des activités productives. Il est recommandé que le projet sollicite un professionnel – expert de l'activité et basé dans la région d'intervention pour accompagner les porteurs de projet, de la même manière que l'accompagnement offert en gestion d'entreprise.

EXEMPLE DE TERRAIN

La robustesse du poste de soudure, ainsi que des outils (perceuse, ponceuse) fournis à un atelier mécanique ont permis une utilisation intensive et le développement de l'entreprise.

Grâce à la mise en place des « référents techniques » (explicité dans le chapitre aspect technique), la machine à bois du menuisier d'Ifotaka appuyé par le projet PAMELA, a pu être réparé, lui permettant de reprendre son activité. En revanche, les pièces de rechange pour les machines à coudre fournies lors du projet PAMELA sont introuvables localement, ce qui a interrompu l'activité de Véronique à Tanandava, bien qu'elle ait pu reprendre grâce à l'appui de DEVEL'UP.

L'imprimante fournie au gérant d'un studio photo à Ambondro, présentait une bonne qualité d'impression, mais utilisait des cartouches d'encre indisponibles localement et onéreuses si importées. Lors de DEVEL'UP, il a été observé que des imprimantes fonctionnant avec des cartouches rechargeables, disponibles localement, étaient mieux adaptées au marché local. Ces modèles ont donc été sélectionnés pour les bénéficiaires DEVEL'UP du même type d'activité.

Le matériel de coiffure initialement envisagé pour DEVEL'UP, bien que robuste et adapté aux besoins, s'est avéré trop onéreux pour les porteurs de projet concernés. Une concertation préalable avec les acteurs a permis de s'assurer que l'équipement choisi correspondait à leur budget.

Dans le cadre des activités de menuiserie appuyées par le projet PAMELA, des machines dites « combinées » (capables d'effectuer plusieurs opérations) avaient été fournies alors que l'activité nécessitait principalement une première transformation (scier les rondins en planches). Grâce à l'ingéniosité d'un référent technique, les machines ont été modifiées et réparées lorsque nécessaire pour répondre aux besoins réels des porteurs de projet.

Certaines machines à souder et de transformation agricole ont dû être écartées pour ne pas endommager la centrale. Toutefois, si la capacité énergétique est le seul facteur limitant, un accord peut être envisagé entre l'opérateur et le porteur de projet pour définir une plage d'utilisation compatible avec le fonctionnement de la centrale.

Financement des matériels AGR

CONSTAT

L'accès au financement est un frein majeur pour les porteurs d'activités productives dans les zones ciblées par DEVEL'UP. Plusieurs éléments limitent la possibilité de faire appel aux Institutions de Microfinance (IMF) locales :

- Des conditions d'octroi de prêt trop sévères par rapport aux conditions des entrepreneurs accompagnés (garanties demandées) ;
- Degré de rentabilité des AGR accompagnées trop faible (conditions climatiques, situation de subsistance des populations, etc.) pour absorber les taux d'intérêts et les fréquences de remboursement demandés impliquant non seulement un risque de non remboursement du crédit et donc un arrêt de l'activité économique mais aussi un risque d'appauvrissement de l'acteur et de son ménage ;
- Méfiance de la population envers ces acteurs. En cas de collaboration entre le projet et une IMF, certains agissements de l'IMF pourraient ternir la réputation et la crédibilité du projet ;
- Centralisation des IMF dans les chefs-lieux régionaux (majoritairement Fort Dauphin), loin des localités **Ambondro** ;
- Les conditions de garanties devraient certainement impliquer la Fondem au-delà de la période du projet DEVEL'UP ou devraient utiliser les matériels comme garantie ;
- Avertissement du partenaire local quant à la fiabilité des IMF dans la région.

Fort de ce constat, il est préférable de ne pas collaborer avec les structures financières identifiées dans la zone mais privilégier le recensement des acteurs de développement afin d'identifier les synergies possibles avec DEVEL'UP (financement Hard, approche territoriale, interventions soft) et initier une approche cluster pour un développement économique d'un territoire local en particulier :

- PRADA (GIZ) : débarcadères de pêche
- PAM : projet RTT (plateforme multifonctionnelles)
- WHH
- FDA
- Etc.

Centrale Ambondro



RECOMMANDATIONS

- Subvention partielle pour le matériel électrique et facilité de crédit pour les matières premières : prospector les produits financiers des différentes IMF accessibles en amont du démarrage du projet.
- Acquisition matériel UPE :
 - Prospector les fournisseurs de matériel pour catalogue de matériels de qualité au démarrage du projet
 - Prioriser du matériel réparable sur place ou intégrer un service SAV
 - Intégrer des consommables et un accès à des pièces de rechange dans l'étude du matériel UPE
 - Si possible, intégrer du crédit/leasing dans le financement du matériel
 - Faire attention entre des matériels à usage amateur et professionnel
 - Dans l'idéal, permettre aux entrepreneurs d'être en lien direct avec les fournisseurs (permettre un déplacement des acteurs chez les fournisseurs)
 - Concevoir des kits de matériel de base pour certaines filières (coiffure, couture, soudure, etc.) avec un coût réduit par mutualisation des achats et des volumes. Par exemple : pack atelier couture incluant machine + petit stock de fil + aiguilles + support technique.
 - Envisager un modèle de garantie solidaire : plusieurs porteurs s'associent pour garantir mutuellement un prêt ou un investissement, renforçant leur crédibilité sans garanties bancaires formelles.
 - L'implication des opérateurs des centrales PV dans l'acquisition des matériels est idéale mais dépend de leurs capacités (trésorerie pour déplacement, capacité technique).
- Modalités de financement du matériel :
 - Si acteurs de subsistance : difficile de prévoir la sollicitation d'IMF (taux de change élevés, garanties bancaires, fréquence des remboursements sur une longue période)
 - Etudier le contexte d'intervention (historique d'interventions d'urgence : dotations sans contre-partie, distribution de cash par le PAM, etc.)
 - Prévoir une contre-partie en pourcentage du CAPEX pour impliquer l'acteur économique ; cela permet une meilleure implication du porteur de projet



**Ligne de distribution
basse tension.**

Accompagnement des porteurs de projet

CONSTAT

Le développement de l'activité économique dépend beaucoup de la situation personnelle de l'acteur. L'accompagnement individuel est chronophage, à cause de la distance des localités d'intervention et des entrepreneurs. Le niveau d'éducation des acteurs est aussi très inégal, rendant l'accompagnement standardisé difficile. L'accompagnement technique sur l'utilisation, la maintenance et la réparation des matériels AGR est essentiel : en effet, de nombreux entrepreneurs vivent des difficultés dans l'usage des matériels :

- Imprimante : difficultés pour trouver des cartouches d'encre compatibles (recommandation = privilégier imprimante laser)
- Machine à coudre : très difficile à maîtriser complètement et peu de compétences locales de réparation (recommandation = s'assurer que l'acteur sait entretenir le matériel sélectionné)

L'appel à manifestation d'intérêt lancé dans le cadre du projet DEVEL'UP a suscité un fort engouement, avec plus d'une centaine de candidatures reçues, témoignant de la vitalité entrepreneuriale locale dans les zones électrifiées. À l'issue de ce processus, huit nouveaux projets à fort potentiel économique ont été sélectionnés et accompagnés. En parallèle, un accompagnement continu a été mis en place pour les bénéficiaires des projets antérieurs de la Fondem (PAMELA et ENVOL), afin de renforcer la viabilité économique et technique de leurs activités productives.

Cet appui a été assuré par le partenaire local FIMIFA, qui a accompagné les porteurs sur les

volets technique, économique, organisationnel et de gestion. Les activités soutenues reflètent la diversité des usages productifs de l'électricité : artisanat (atelier bois, couture, coiffure, ouvrage métallique), transformation agroalimentaire (décor-tiquerie riz et maïs, broyage, froid, jus, conservation), services (studio photo, vidéo, multiservice informatique) ou encore petit commerce (dépôt de médicament, bar local).

Ces projets illustrent concrètement le potentiel des mini-réseaux solaires à devenir des catalyseurs de développement économique local, lorsqu'ils sont accompagnés par un dispositif structuré, de proximité et adapté aux réalités des territoires ruraux.

RECOMMANDATIONS

- Identifier des spécialistes AGR dès la sélection des AGR pour appui-conseil sur la sélection et l'accompagnement par la suite
- Organiser l'appui des AGR en fonction de leur cycle de production (temps entre l'achat de matières 1ères et la commercialisation)
- Identifier les contraintes de chaque acteur au démarrage de l'accompagnement
- Se concentrer sur la mise en relation d'acteurs (formateurs, réparateurs, etc.)
- L'appui entrepreneurial auprès des femmes doit passer par un appui à leur formalisation sous forme de groupement, coopérative.
> actrice indiv > association (5 - 10 membres) > Coopérative > PME > Grande entreprise

FIGURE 13 LES ACTIVITÉS ACCOMPAGNÉES DANS LE CADRE DU PROJET DEVEL'UP

PROJET	ACTIVITÉS	NOMBRE
<i>Envol / Pamela</i>	Atelier bois	5
<i>Envol</i>	Atelier garage	1
<i>Devel'up / Envol</i>	Broyeur (farine de riz)	2
<i>Devel'up / Envol / Pamela</i>	Coiffure	5
<i>Devel'up / Pamela</i>	Couture	5
<i>Envol</i>	Décortiquerie (riz)	1
<i>Devel'up</i>	Décortiquerie (maïs), production sons de maïs et maïs concassé	1
<i>Pamela</i>	Dépôt de médicament	1
<i>Envol</i>	Epi bar	1
<i>Devel'up / Envol / Pamela</i>	Froid (vente jus, yaourt, clarinette, conservation poisson)	3
<i>Devel'up/Envol</i>	Multiservice informatique	4
<i>Envol</i>	Ouvrage bois	1
<i>Devel'up / Envol / Pamela</i>	Ouvrage métallique	3
<i>Pamela</i>	Studio photo	1
<i>Envol</i>	Vidéo	1

- Privilégier le renforcement par téléphone, quitte à fournir un petit téléphone (non smartphone) aux acteurs sélectionnés.
 - Demander des rapports mensuels ou bimensuels aux partenaires, court et basé sur un format précis afin d'avoir des nouvelles des actrices et acteurs
 - Une récolte d'infos plus fréquente permet d'identifier rapidement les problèmes (panne matériel, problème de service électrique, relation avec exploitant...)
- Solliciter les opérateurs pour l'accompagnement et la résolution des problèmes de matériels électriques
- Capitaliser sur les raisons de l'arrêt des activités si cela arrive
 - Problèmes personnels, fonds de roulement, problèmes matériels
 - Identifier les barrières au développement de l'activité
 - ➔ Temps possible à accorder à l'activité (pour les femmes notamment)
 - ➔ Disponibilités de pièces de rechanges des matériels
 - ➔ Comment les problèmes personnels affectent les activités (dépenses de santé, d'éducation, épargnes...)
- L'accompagnement par les formateurs techniques doit s'étendre au moyen terme :
 - Session de formations à différents stades de l'activités
 - Possibilité à l'actrice/acteur de communiquer avec la formatrice/formateur à distance

POUR ALLER PLUS LOIN : FAVORISER LES PLUS GROS USAGES PRODUCTIFS DE L'ÉLECTRICITÉ PAR L'APPROCHE PAR LES CHAÎNES DE VALEUR

L'approche par les « doléances » semble présenter des limites :

1. Mimétisme fort sur les AGR à succès : risque d'un contexte sur-concurrentiel
2. Faible capacité d'innovation dans les zones enclavées
3. Prédominance des activités économiques à faible capacité de recettes

L'expérience prouve que la méthodologie PAMELA s'adresse à des AGR de petite envergure technique et financière, de type :

- Petit artisanat (bois, mécanique, soudure)
- Couture
- Coiffure
- Petites unités de froid et vente de glace : élevage, pêche
- Production agricole : pompage solaire

Un projet comme DEVEL'UP possède des limites en termes d'accompagnement. Des AGR de plus grande envergure nécessitent un accompagnement renforcé à toutes les étapes (conception, financement, suivi) et un accompagnement prenant en compte l'ensemble de la chaîne de valeur. Elles nécessitent souvent une expertise technique spécifique (procédés techniques, coopérative d'agriculteurs, etc.). Pour ces AGR, il est préférable d'envisager une approche « chaîne de valeur » (CdV), et ainsi de prévoir un appui focalisé sur l'ensemble de la CdV considérée.

Pour mettre en place une approche chaîne de valeur, une compréhension fine du contexte local et régional lié à la filière est essentielle afin d'éviter le développement de projets inadaptés aux réalités d'une commune.

L'approche chaîne de valeur permettrait de déployer des activités ayant un impact économique fort sur les localités ciblées, et en outre beaucoup plus consommatrices en électricité, ce qui est généralement bénéfique pour le plan d'affaires des opérateurs électriques (voir chapitre II- Modèle économique d'exploitation). L'approche chaîne de valeur permet d'intégrer tous les « maillons » de la chaîne de production d'un produit. Par conséquent, il est possible d'identifier plusieurs activités et opportunités, a priori en dehors de la sphère d'action du produit visé. Une chaîne de valeur ne fonctionne en effet pas en vase clos, mais dans un écosystème productif incluant d'autres filières.

Développer des activités sur une chaîne de valeur permet à une multitude d'acteurs de s'y intégrer, améliorant ainsi l'appropriation d'un projet, ainsi que son rayonnement économique. Des exemples de filières concernées :

- Agriculture : pompage, décortilage, transformation agroalimentaire
- Elevage : abattage, réfrigération, traitement de produits animaux
- Pêche : congélation, fumage, transport

- Artisanat structurant : menuiserie avancée, briqueterie, construction, etc.

Prévoir selon une « approche CdV » nécessite de segmenter en deux types les usages productifs de l'électricité (UPE) : artisanat et activités agricoles/pêche/élevage. Cette approche se déploie en 5 étapes :

1. Identification des acteurs des filières agricoles/élevage/pêche sur la région, principalement les intermédiaires vers le marché d'exportation
2. Analyser les bassins de production au niveau de la commune (spéculations/activités pratiquées)
3. Organiser des ateliers participatifs afin d'identifier des produits porteurs avec les acteurs économiques (produits pratiqués et novateurs) + contraintes vécues
4. Analyser les capacités d'écoulement des produits identifiés à l'échelon local/régional
5. Analyser le matériel UPE disponible relatif aux CdV identifiées

Cette approche nécessite une implication renforcée de la population locale et du projet (et donc l'abandon du principe de « neutralité du projet dans les AGR ») dans le développement et la gestion de l'activité :

- Le modèle d'affaires simplifié devrait être élaboré en amont, en collaboration avec l'ensemble des acteurs impliqués (coopératives/associations, communautés, autorités locales, opérateurs électriques, partenaire local, etc.).
- Elle impliquerait la mise en place d'une organisation communautaire (création de coopératives ou d'associations) pour la propriété, la gestion ou la supervision de l'activité.
- Le projet, par le biais de ses intervenants

ou des opérateurs électriques, devra jouer un rôle actif dans la gestion de l'activité et accompagner les acteurs communautaires sélectionnés jusqu'à leur appropriation et leur autonomisation complètes.



À NOTER

Cette approche présente un réel potentiel en termes de production locale et de création d'emplois ; des équipements plus puissants doivent être envisagés, en collaboration étroite avec l'opérateur électrique, pour assurer l'alimentation en énergie des activités (compatibilité avec la centrale, puissance et énergie disponibles), mais permettent une consommation d'électricité plus soutenue et donc un modèle économique plus rentable pour l'opérateur électrique.

1. DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE À TRAVERS L'USAGE DE L'ÉLECTRICITÉ



CE QU'IL FAUT RETENIR

- ➔ L'électrification rurale n'est pas une fin en soi : elle doit s'accompagner pour générer un impact économique durable.
- ➔ Les Usages Productifs de l'Électricité (UPE) sont un levier majeur de dynamisation économique locale, en soutenant la création de revenus, d'emplois et de services.
- ➔ La méthode PAMELA propose un accompagnement structuré et participatif pour faire émerger et renforcer ces activités productives.
- ➔ Le choix du matériel, la formation des porteurs et la durabilité du suivi sont déterminants pour la réussite des projets.
- ➔ L'approche par chaînes de valeur permet d'aller au-delà des AGR individuelles en structurant des filières économiques locales.
- ➔ Cette démarche est exigeante en moyens et en temps, mais elle constitue un investissement stratégique pour la pérennité des mini-réseaux et le développement territorial.



Commune de Mahataky.



2

**MODÈLE
ÉCONOMIQUE
D'EXPLOITATION**

OBJECTIF

- ➔ Analyser les conditions de viabilité économique des mini-réseaux ruraux, identifier les principaux freins, et proposer des pistes de consolidation du modèle d'affaire.

RAPPELS SUR LE CONTEXTE D'INTERVENTION

Modèle encore instable

Les mini-réseaux représentent une solution prometteuse pour l'électrification rurale, mais leur viabilité économique reste un défi de taille à Madagascar, comme ailleurs en Afrique.

À l'échelle africaine, de nombreuses centrales sont à l'arrêt ou en fonctionnement limité, à cause de :

- recettes insuffisantes pour couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance,
- pannes récurrentes de matériel critique : batteries, onduleurs, régulateurs, représentant un coût élevé pour le remplacement,
- dépendance fréquente à des groupes électrogènes, utilisés seulement quelques heures en soirée faute de stockage insuffisant,
- accès limité aux pièces de rechange et manque de personnel de maintenance qualifié,
- capacité de paiement très faible dans les zones rurales, même avec des tarifs subventionnés,
- cadre réglementaires parfois flous ou dissuasifs pour les investisseurs.

À Madagascar, sur environ 136 mini-réseaux en exploitation, 30 seraient non-fonctionnels, indiquant des défis en matière de maintenance et de durabilité. La majorité des difficultés rencontrées par les opérateurs portent sur :

- la durée de vie des batteries, souvent non remplacées à temps faute de budget,
- les pannes d'onduleurs ou de régulateurs, bloquant la fourniture de courant,
- la nécessité d'activer des groupes électrogène de secours avec un service restreint à quelques heures en soirée, coûteux, peu durables et polluants.

Contexte socio-économique affectant les opérateurs

La capacité de paiement des populations est globalement très faible, avec des disparités notables d'un village à l'autre, ce qui affecte évidemment très fortement le modèle économique des opérateurs. Le faible recouvrement constaté par les opérateurs accompagnés par DEVEL'UP confirme ces observations (voir également partie 3- L'expérience du prépaiement, chapitre II-Modèle économique d'exploitation) :

- Ambondro : moyen-fort
- Ambonaivo : moyen
- Maroalomainy : faible
- Beanantara : faible
- Ifotaka : moyen

- Mahatalaky : fort
- Tanandava : faible
- Ambohimahavelona : fort
- Andranohinaly : moyen

Dans certaines localités, le recouvrement était quasiment inexistant. Plusieurs facteurs identifiés expliquent cette situation :

- La capacité de paiement des populations est fortement dépendante des récoltes agricoles et donc des conditions climatiques. Or, les sécheresses répétées dues au changement climatique rendent ces revenus de plus en plus imprévisibles.
- Les dépenses liées à l'énergie sont en concurrence avec d'autres priorités vitales : alimentation, santé et éducation.
- La redevance fixe du tarif de l'électricité est souvent mal comprise et perçue comme une charge excessive par les abonnés.

De plus, les frais liés à la consommation électrique de l'éclairage public ne sont quasiment jamais réglés par les communes. Une conciliation avec la taxe communale est parfois implémentée, mais les opérateurs ne s'y retrouvent souvent pas. Enfin, le rôle des communes est déterminant dans le recouvrement (dans le cas du post-paiement). Elles peuvent faciliter ou entraver le travail des opérateurs. Par exemple, dans une commune, un maire a instrumentalisé les plaintes de la population sur les tarifs à des fins politiques, nuisant ainsi au recouvrement.



ENJEUX AUTOUR DE LA DÉFINITION DES GRILLES TARIFAIRES DE VENTE D'ÉNERGIE

Dans le cadre du projet DEVEL'UP, il a été nécessaire de redéfinir les grilles tarifaires de la production électrique des centrales en vue du passage au prépaiement. Ces nouvelles grilles tarifaires ont été élaborées en concertation avec les opérateurs et en cours de validation par l'ADER.

De nombreux enjeux sont à en prendre en considération dans la conception des grilles tarifaires ; celles explorées dans ce guide sont :

1. la capacité de paiement des populations,
2. l'épargne nécessaire pour renouvellement des équipements,
3. les charges d'exploitation des centrales,
4. les contraintes de production des système off-grid,
5. les frais de raccordements des abonnés,
6. le financement des compteurs.

Une réflexion est également ajoutée sur les réglementations pour le remplacement des équipements.

ELÉMENTS PRIS EN COMPTE DANS LA REDÉFINITION DES GRILLES TARIFAIRES

Capacité de paiement des populations

CONSTAT

Le prix du service reste un obstacle majeur à l'accès à l'électricité dans la zone d'intervention. Les dépenses énergétiques entrent en concurrence avec des besoins essentiels tels que l'alimentation, la santé et l'éducation des enfants, ce qui prive les populations les plus vulnérables des villages d'un accès régulier à l'électricité.

Le vol de courant est fréquent, notamment dans certaines localités comme Ambondro. Le coût prohibitif de l'accès à l'électricité encourage ce type de pratique.

IMPACT DU PROJET

Le développement des Usages Productifs de l'Électricité (UPE) via DEVEL'UP a permis d'améliorer la situation économique des participants en leur générant des revenus, renforçant ainsi leur capacité à payer l'électricité.

La révision des grilles tarifaires a permis la standardisation des catégories de clients en fonction de l'analyse de leur courbe de charge et des équipements utilisés. Une péréquation des tarifs a été proposée pour ne pas impacter fortement les clients domestiques.

FIGURE 14 ANCIENNE CATÉGORISATION DES CLIENTS AVEC LES ÉQUIPEMENTS UTILISÉS

Ancienne catégorie	Type de Service électrique	Durée de disponibilité de l'électricité (heure / jour)	Puissance appelée (Watt)	Usages électriques possibles	Typologie d'abonnés
Services de Base	Service 1 (DS1)	4	7,5	Une lampe portable	Familles modestes et/ou hors du périmètre d'exploitation
	Service 2 (DS2)	4	30	Eclairage, recharge téléphone, petite radio	Familles
	Service 3 (DS3)	4	80	Eclairage, recharge téléphone, petite radio, mini TV avec lecteur vidéo	Familles plus aisées
	Service 1 (SES1)	4	40	Eclairage, recharge téléphone, petite radio	Gite étapes, Petites boutiques, Logements de fonctions
Services Plus	Service 2 (SES2)	8	40	Eclairage, recharge téléphone, petite radio	Petites boutiques, petites gargotes, églises
	Service 3 (SES3)	8	100	Eclairage, recharge téléphone, petite radio, autres : machine à coudre, ordinateur, TV/vidéo	Mairie, Bureaux, Ecole (EPP), Collège (CEG), Couture, Vidéo Club, Cyber café
	Service 4 (SES4)	10	130	Eclairage, recharge téléphone, petite radio, Hifi/TV et froid	Epi Bar, Gargotte, Hotely importante, Cybercafé, Boutiques, Centre de santé de base (CSB)
	Eclairage public (EP)	10	25	Eclairage nocturne	Eclairage public
	Réserve d'électricité Service 5 (SES5)	10	500 à 1 700	Projet économique ou social spécifique	Atelier avec machine outil, Stockage ou conservation de produits frais, Commerces importants (restaurants, cybercafé, etc.)

FIGURE 15 NOUVELLE CATÉGORISATION DES CLIENTS AVEC LES ÉQUIPEMENTS UTILISÉS

Nouvelles catégories		Types d'appareils utilisés	Puissance max
Domestique	Résidentiel 1 (Res 1)	Lampe, radio, téléphone	40 W
	Résidentiel 2 (Res 2)	Lampe, TV 30W, Subwoofer 25W, téléphone	100 W
		Lampe, TV 30W, décodeur, subwoofer 25W, réfrigérateur A+ - 100W ou - 200L, téléphone	400 W
	Résidentiel 3 (Res 3)		
Economique	Commercial 1 (Com 1)	Congélateur, TV 60W, subwoofer 25W, lampe	750 W
	Commercial 2 (Com 2)	TV 75W, Ampli-basse	
	Commercial 3 (Com 3)	Ordinateur bureau, imprimante, plastification	
Producteur	UPE	Appareil spécifique selon le type d'activité	5kW
Public	Administration (Adm)	Lampe, matériels IT, etc	
	Eclairage Public (EP)	Lampe	

2. MODÈLE ÉCONOMIQUE D'EXPLOITATION

FIGURE 16 NOMBRE DE CLIENTS PAR CATÉGORIE (ANCIENNES CATÉGORIES À GAUCHE ET NOUVELLES CATÉGORIES À DROITE – ESTIMATION EN NOVEMBRE 2024)

• Anciennes catégories :

	Mahatalaky	Tanandava	Ifotaka	Total
DS1	0	0	0	0
DS2	49	84	51	184
DS3	35	5	30	70
SES1	1	0	1	2
SES2	0	1	1	2
SES3	11	0	8	19
SES4	11	0	5	16
SES5	1	1	2	4
EP	7	5	4	16
Total	115	96	102	313

• Nouvelles catégories (+UPE add. A partir de 2025) :

	Mahatalaky	Tanandava	Ifotaka	Total
Res 1	23	34	28	85
Res 2	55	33	32	120
Res 3	15	13	11	39
Com 1	5	4	6	15
Com 2	1	0	0	1
Com 3	2	4	2	8
UPE	1 (+3)	1 (+1)	3 (+2)	5
Adm	6	2	3	11
EP	7	5	4	16
Total	115	96	89	300

FIGURE 17 ANCIENS TARIFS

Tarif énergie : 950 MGA/kWh

Redevance :

Consommation (kWh/mois)	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	20 - 30	30 - 45	> 45
DS (MGA/mois)	4 500	6 500	12 000	18 000	25 000	35 000	58 000	85 000
SES (MGA/mois)	14 000			25 000		35 000	58 000	85 000

FIGURE 18 NOUVEAUX TARIFS PROPOSÉS POUR CHAQUE CATÉGORIE DE CLIENT

Catégorie	Redevance (MGA/mois)	Tarif énergie (MGA/kWh)		
		Jours	Pointe	Nuit
Social (<2kWh)	1 350	1 000	1 270	1 450
Domestique	6 950			
Economique	15 000	1 000	1 632	1 450
UPE	25 000	1 085	1 876	1 500
Adm Pub	4 500	1 000		
EP	5 000	784		

L'accompagnement, le suivi et le monitoring du projet ont permis de collecter des données qualitatives et quantitatives (notamment grâce à l'outil de suivi - voir chapitre IV- Aspects techniques), facilitant ainsi l'élaboration d'un cadre tarifaire adapté, l'amélioration du modèle d'affaire et l'identification des subventions nécessaires. Les sessions de sensibilisation, l'appui technique et le renforcement de la relation tripartite entre opérateurs, abonnés et autorités locales ont contribué à une diminution significative du vol de courant dans certaines localités (voir le cas d'Ambondro détaillé dans le chapitre III- Gouvernance).

Le projet a également permis la remontée des doléances des communautés et l'identification claire des problèmes d'accès au service électrique, dus au coût prohibitif. Cela démontre aussi que l'ambition irréaliste de rentabilité des centrales d'électrification rurale – imposant des tarifs élevés pour faire fonctionner un modèle d'affaire qui, en réalité, prive les ménages vulnérables d'électricité et freine le développement des Usages Productifs de l'Électricité (UPE) ainsi que le développement économique local – doit être repensée.

RECOMMANDATIONS

- Poursuivre la stimulation des UPE et sensibiliser les opérateurs électriques pour qu'ils en fassent la promotion.
- Mettre en place un tarif social pour les ménages les plus modestes, permettant de couvrir les besoins électriques de base (comme l'éclairage et la recharge de téléphones).
- Réduire le prix du kWh pour ce niveau de service minimal, facilitant ainsi l'accès à l'électricité pour les foyers les plus précaires.

Tanjona Andriamora,
référent technique.



Épargne pour renouvellement des équipements

CONSTAT

Aucune centrale n'a réussi à constituer une épargne pour renouveler ses équipements. La plupart ne parvient même pas à couvrir les frais d'exploitation. Par exemple, la majorité des salaires du personnel opérateur n'est payée que partiellement et avec retard.

Les installations sont pourtant vulnérables :

- Les installations sont exposées aux risques climatiques et sécuritaires.
- Les poteaux endommagés par la pourriture, les nuisibles ou les vents violents, les panneaux détériorés par des actes de vandalisme et l'électronique endommagée par la foudre ne peuvent être réparés ou remplacés facilement en raison d'un budget insuffisant.

C'est un constat général sur les mini-réseaux à Madagascar. Aucun opérateur de mini-réseau à Madagascar ne semble être en mesure de constituer une épargne suffisante pour le renouvellement de l'ensemble des équipements (batteries, régulateurs, convertisseurs, etc.). L'ensemble des opérateurs peine à couvrir les dépenses d'exploitation (OPEX).

Ce constat doit alerter sur la nécessité d'une réflexion de fond sur les options de financement du renouvellement des équipements.

IMPACT DU PROJET

Le financement du renouvellement des équipements par le projet DEVEL'UP a permis de garantir la continuité du service pour les années à venir. Sans cette intervention, les centrales ne fonctionneraient plus. À titre d'exemple, les centrales n'ayant pas bénéficié de cet appui,

notamment pour le remplacement des batteries (comme à Maroalomainity), ne sont plus opérationnelles aujourd'hui.

L'accompagnement des opérateurs et le renforcement des capacités mis en œuvre ont conduit à une amélioration des pratiques d'exploitation, ce qui devrait prolonger la durée de vie des équipements.

L'amélioration du recouvrement, rendue possible par l'appui du projet (notamment grâce au prépaiement, voir partie 3- L'expérience du prépaiement), joue un rôle crucial dans le financement des frais d'exploitation et de maintenance. Cela contribue notamment à assurer l'approvisionnement en eau distillée nécessaire au remplissage des batteries.

RECOMMANDATIONS

- Intégrer un budget dédié aux remplacements des équipements (batteries, régulateurs, convertisseurs, etc.) dès la conception des projets.
- Solliciter le ministère de l'Énergie/ADER pour soutenir le renouvellement des équipements, dans la mesure où le ministère est propriétaire des équipements.
- Mettre en place un accompagnement à long terme des opérateurs sur le monitoring et la gestion des équipements (notamment les batteries) afin d'optimiser leur durée de vie.
- Remettre en question la pertinence d'un modèle de gestion privé pour l'électrification rurale dans ce contexte économique, social, culturel et environnemental particulier (voir partie 4- Pour aller plus loin : réflexion sur le

Charges d'exploitation

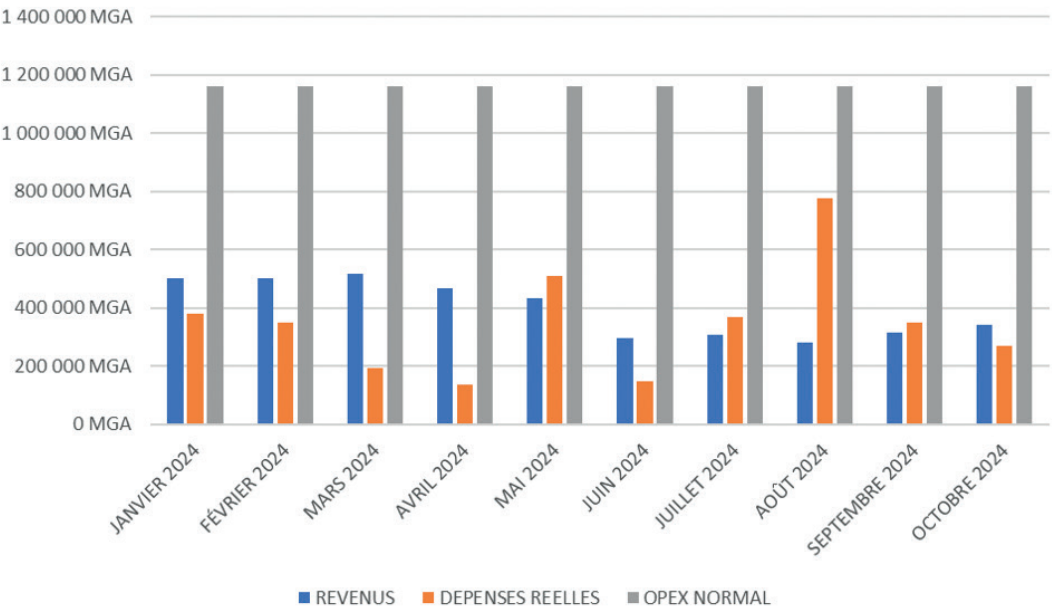
CONSTAT

Le suivi des opérateurs durant le projet montre que les charges d'exploitation sont trop élevées par rapport aux revenus générés par le recouvrement.

Principales dépenses :

- Salaires : ils représentent la charge la plus importante pour les exploitants.
- Eau distillée : nécessaire pour le fonctionnement des batteries, cette dépense suit de près les salaires.

FIGURE 19 DÉPENSES ET REVENUS DE LA CENTRALE D'AMBONAIVO DE JANVIER À OCTOBRE 2024



Cette image illustre le décalage entre les revenus et les dépenses d'une petite centrale de 7,5 kWc de 54 abonnés. L'OPEX NORMAL représente le montant recommandé pour assurer une bonne exploitation de la centrale, il inclut : le salaire du personnel, l'achat d'eau distillée, l'entretien du réseau, les frais bureaucratiques et de communication. Malgré un taux

de recouvrement moyen de 90% relativement élevé par rapport aux autres centrales, les recettes de la centrale d'Ambonaivo n'arrivent pas à couvrir ses coûts d'exploitation. A cause de l'insuffisance de la recette, l'équipe exploitante sacrifie souvent leurs salaires pour prioriser les entretiens importants comme l'achat d'eau distillée pour les batteries.

2. MODÈLE ÉCONOMIQUE D'EXPLOITATION

En raison du manque de revenus, les salaires sont rarement payés en totalité et de manière régulière, ce qui conduit les exploitants à ne pas prioriser l'achat d'eau distillée, pourtant essentielle pour la longévité des batteries. Les petits opérateurs ruraux n'ont souvent pas accès aux chaînes d'approvisionnement nécessaires pour se procurer des pièces de rechange. Les charges d'exploitation, notamment celles liées à l'opération et à la maintenance (comme l'achat d'eau distillée), constituent un argument important lors des campagnes de sensibilisation destinées à améliorer le recouvrement (voir chapitre III- Gouvernance).

IMPACT DU PROJET

Le projet DEVEL'UP a insisté sur le renforcement et l'accompagnement rapproché des opérateurs :

- Mise à disposition d'outils de gestion et de matériel informatique pour améliorer la gestion financière et administrative des mini-réseaux. Ils ont permis aux opérateurs de mieux comprendre et anticiper leurs charges d'exploitation.
- Développement d'un outil de gestion permettant (voir chapitre 4 : aspects techniques) :
 - une vision claire des finances (facturation, recouvrement, impayés, charges d'exploitation, pertes...),
 - l'automatisation de la facturation et la collecte des données techniques des centrales.

Le soutien technique du projet a aidé les opérateurs à optimiser le fonctionnement de leur centrale et à réduire les charges d'exploitation, notamment par :

- Le contrôle de la surconsommation en électricité
- La mise en place de coupures de la centrale en cas de nécessité
- L'installation d'osmoseurs pour la fabrication de l'électrolyte (eau distillée) (phase d'expérimentation)
- L'optimisation du paramétrage des batteries

Le projet a fourni de l'outillage essentiel pour l'exploitation et la maintenance des installations, augmentant ainsi la sécurité et prévenant les pannes. Le projet a permis d'améliorer la gestion des recettes et des dépenses des opérateurs grâce au prépaiement, facilitant ainsi le financement des charges d'exploitation (voir partie 4) L'expérience du prépaiement).

Grâce à l'intervention du projet, certains opérateurs ont réévalué leur organisation interne pour réduire leurs charges. En effet, plusieurs d'entre eux présentaient un excès de personnel, conséquence de la pression sociale visant à engager davantage et à distribuer plus de salaires, ce qui entraînait une redondance des rôles et des conflits internes. La fourniture d'imprimantes et de matériel informatique a également permis de faciliter la facturation et d'éviter aux opérateurs de se déplacer dans les chefs-lieux, réduisant ainsi les charges d'exploitation associées et simplifiant la gestion de leur activité.

L'amélioration du recouvrement, obtenue grâce aux interventions du projet (notamment la mise en place du prépaiement – voir partie 3- L'expérience du prépaiement), permet aux opérateurs de mieux couvrir leurs charges d'exploitation.

RECOMMANDATIONS

- Mettre en place un suivi et un accompagnement technique sur le long terme pour aider les opérateurs à optimiser le fonctionnement de leurs centrales, à éviter les risques de pannes et à réduire ainsi les charges d'exploitation.
- Explorer des solutions technologiques permettant de réduire les coûts d'exploitation, par exemple l'installation d'osmoseurs pour le remplissage de l'électrolyte dans les batteries.
- Poursuivre l'installation des compteurs de prépaiement afin de garantir un recouvrement optimal et donc des fonds réguliers pour l'exploitation et la maintenance des installations.

Contraintes de production off-grid

CONSTAT

Dans les zones reculées et rurales, on constate un manque de personnel qualifié, une faible disponibilité de formations techniques, de formateurs et de formations certifiantes.

Les infrastructures de transport sont en mauvais état, entraînant une logistique compliquée notamment pour les opérateurs gérant plusieurs sites, la fourniture de consommables et de matériels et l'appui des projets de développement et des acteurs institutionnels. Ces zones vivent une situation économique globalement difficile : revenus faibles des centrales, peu de ressources pour l'opération et la maintenance et aucune pour le renouvellement des équipements ni pour l'extension des

centrales (capacité PV et réseau de distribution). Les opérateurs font face à de fréquentes pannes des composants de la centrale (régulateurs de charge, onduleurs, etc.), tout en souffrant de difficultés d'accès aux pièces de rechange : les exploitants locaux n'ont pas les moyens d'acquérir les pièces nécessaires pour les centrales (ils parviennent uniquement aux petites réparations concernant le réseau) et n'ont pas accès aux chaînes d'approvisionnement pour ces équipements (onduleurs, régulateurs de charge, équipements disponibles uniquement à l'étranger).

Les systèmes de monitoring installés sont parfois peu fiables. Cela a été remarqué sur la centrale d'Ambondro. Le système a été remplacé et un nouveau système a été mis en place.

Enfin, on constate une faible implication et un faible support des acteurs institutionnels : l'ADER et le ministère de l'Énergie ne disposent pas des ressources pour apporter un appui, un suivi et un contrôle suffisants aux opérateurs. Les interventions de ces institutions dépendent des budgets des projets de développement (voir chapitre 3 sur la gouvernance).

IMPACT DU PROJET

Mettant l'accent sur le renforcement de capacité, le projet a permis d'améliorer significativement les compétences techniques et organisationnelles des opérateurs. Le projet a instauré un système d'entraide et de renforcement des capacités à l'échelle locale grâce à l'initiative des « référents techniques » (voir chapitre IV-Aspects techniques). Le projet a permis la fourniture de matériel et des réparations comme le remplacement de batteries, d'équipements de puissance (régulateurs, convertisseurs), la mise en place de systèmes de

2. MODÈLE ÉCONOMIQUE D'EXPLOITATION

monitoring pour faciliter le suivi à distance ; auxquelles les opérateurs n'avaient pas accès faute de moyens ou d'accès aux chaînes d'approvisionnement.

Le personnel du projet assure un suivi régulier pour garantir une opération optimale des centrales et éviter les accidents, notamment ceux liés aux batteries. Des incidents peuvent être évités grâce au suivi à distance par des experts de l'état de charge et de décharge des batteries. Le système de monitoring à distance a aussi permis de détecter des pertes anormales sur le réseau de distribution dues à des branchements illicites. Le projet encourage activement la participation des institutions (ADER, ORE, ministère de l'Énergie) via :

- L'organisation de COPIL, d'ateliers, de séances de sensibilisation et d'échanges entre opérateurs, abonnés, autorités locales et acteurs institutionnels. Un point à noter est la pérennité de ces structures, qui ont été jusque-là financées par le projet DEVEL'UP
 - La promotion de la remontée des problématiques opérationnelles par les opérateurs vers les institutions.
- Poursuite de l'initiative des référents techniques : continuer à développer et soutenir ce dispositif pour favoriser l'entraide et le renforcement des capacités.
 - Maintien d'une bonne entente triptyque : renforcer la collaboration entre les opérateurs, les abonnés et les communes afin d'assurer le recouvrement, la bonne gestion du service et la résolution des conflits.
 - Promotion de l'implication institutionnelle : poursuivre les actions visant à impliquer davantage les institutions dans le suivi, l'accompagnement et le contrôle des opérateurs, afin d'assurer une meilleure coordination et une pérennité du service.

Frais de raccordements

CONSTAT

Le réseau initial est financé à majorité voire totalement sur subvention. Compte tenu de la fragilité financière des modèles d'exploitation de ces centrales comme explicité en amont, les modèles économiques des opérateurs sont fragiles et il semble improbable de demander à ces mêmes opérateurs de dégager les fonds nécessaires pour prendre en charge l'entretien voire l'extension du réseau.

Les frais de raccordement que l'opérateur doit engager pour raccorder de nouveaux usagers peuvent largement dépasser le montant fixe prévu dans le contrat d'exploitation.

De plus, le matériel de raccordement supplémentaire fourni lors de la mise en service des centrales est souvent déjà installé ou manquant, ce qui complique le processus de connexion de nouveaux abonnés.

Des actions de plaidoyer ont été menées par la Fondem pour renforcer l'implication des institutions dans le suivi, l'accompagnement et le contrôle des opérateurs.

RECOMMANDATIONS

- Accompagnement technique régulier des opérateurs sur le long terme : il est crucial de maintenir un appui technique continu pour permettre aux opérateurs d'optimiser le fonctionnement de leurs centrales, de prévenir les pannes et de réduire les charges d'exploitation.

IMPACTS DU PROJET

DEVEL'UP a permis de collecter les **doléances des opérateurs** concernant l'impossibilité de connecter de nouveaux abonnés pour des raisons économiques. Une des **problématiques soulevées** a été l'impossibilité dans les **contrats d'exploitation initiaux** de revoir le montant des frais de raccordement en fonction à posteriori du projet (afin de refléter les coûts réels). Le projet a initié une **concertation avec les opérateurs** afin de trouver une solution à ce problème et d'adapter les conditions de raccordement.

RECOMMANDATIONS

- Le contrat d'exploitation devrait être amendé pour permettre des frais de raccordement variables, adaptés à la localisation de l'abonné et au nombre d'abonnés par poteau (et donc de par l'exploitant pour le raccordé)
- Il est essentiel d'élaborer un système équitable qui ne pénalise ni les abonnés ni l'opérateur, permettant ainsi de mieux gérer les coûts de raccordement tout en garantissant l'accès à l'électricité pour tous.

Financement des compteurs

CONSTAT

La fourniture d'un compteur pour un nouvel abonné représente une charge importante pour l'opérateur, notamment dans le cas des compteurs prépayés, qui sont bien plus onéreux que leurs homologues post-payés. Les frais de raccordement actuellement définis dans les contrats d'exploitation ne suffisent pas à couvrir ces coûts, et les abonnés risquent également d'être en difficulté pour assumer cette dépense.

IMPACTS DU PROJET

Le projet a permis l'installation de compteurs prépayés. Lors du remplacement des compteurs post-payés par des compteurs prépayés dans certaines localités du projet, une quantité supplémentaire a été fournie pour couvrir les unités défectueuses, mais aussi pour anticiper les futurs raccordements sur le moyen terme.

Un soutien a été apporté aux opérateurs pour leur permettre de se fournir en compteurs, en facilitant l'accès aux chaînes d'approvisionnement.

RECOMMANDATIONS

- Appuyer les opérateurs pour qu'ils accèdent aux chaînes d'approvisionnement et soient mis en relation avec des fournisseurs ou revendeurs de compteurs prépayés, afin de prévoir les futurs remplacements et ajouts de compteurs.
- Des mécanismes de financement innovants (par exemple, la location de compteurs ou des subventions spécifiques) pourraient être envisagés pour alléger le coût initial pour les opérateurs et les abonnés, facilitant ainsi l'accès au service.
- Possibilité de centraliser des commandes de compteurs afin d'augmenter les volumes permettant de solliciter des fournisseurs pour un export (l'ADER pourrait y jouer un rôle).

RÉGLEMENTATIONS POUR LE RENOUVELLEMENT DES ÉQUIPEMENTS

CONTRAINTES

La durée initiale de la concession pour l'exploitation des centrales octroyée par l'autorité compétente représentée par l'ADER est de 15 ans à partir de 2015 pour les centrales appuyées par le projet et une mise en concurrence sera réalisée par l'ADER à la fin de concession en 2030 pour la reprise de l'exploitation. Il ne reste plus que 5 ans d'exploitation donc le Business Plan proposé ne devait pas dépasser cette durée. Ainsi, il n'a pas intégré le renouvellement d'équipements car les durées de vie estimées sont supérieures à cette période de 5 ans. Selon les réglementations, pour un CAPEX subventionné à 100%, le tarif à prévoir ne doit pas inclure l'amortissement des équipements et l'opérateur a droit à une marge bénéficiaire maximale de 5%. Toujours selon les réglementations, il est à la charge de l'opérateur de soulever les fonds, avec l'appui de l'ADER, pour le remplacement des équipements à leurs fins de vie. Il est difficile pour les opérateurs de lever des fonds ou d'apporter des fonds propres pour remplacer les gros équipements comme les batteries et les convertisseurs.

RECOMMANDATIONS

- Intégrer dès à présent une ligne de provision pour le renouvellement (batteries, convertisseurs) dans la gestion comptable de l'opérateur, même si non exigée par la réglementation.
- Encourager les CLE et communes à suivre cette ligne de provision, pour renforcer la transparence et crédibiliser les opérateurs lors des renouvellements de concession.
- Proposer la création d'un fonds mutualisé de renouvellement (régional ou national), financé par des contributions croisées (bailleurs, opérateurs, État, collectivités).
- Inclure dans les futurs outils tarifaires un amortissement progressif à partir du deuxième cycle d'équipement une fois les subventions initiales consommées.
- Préparer les opérateurs à inclure le renouvellement dans les Business Plans à partir de 2030, lors de la mise en concurrence prévue par l'ADER.
- Introduire une clause de valorisation partielle des investissements récents lors de la passation entre opérateurs à la fin d'une concession.
- Porter un plaidoyer concerté auprès de l'ADER, du FNED (Fonds National de l'Energie Durable) et des bailleurs pour faire reconnaître le besoin structurel de financer les remplacements d'équipements lourds dans les mini-réseaux subventionnés.

L'EXPÉRIENCE DU PRÉPAIEMENT

MODALITÉS DE L'INSTALLATION DES COMPTEURS PRÉ-PAYÉS

Des compteurs de prépaiements ont progressivement été installés sur tous les sites du projet :

FIGURE 20 DATES DE CHANGEMENT EN MODE PRÉPAIEMENT

SITE	INSTALLATION COMPTEURS PRÉPAYÉS
AMBONAIVO	07/12/2024
AMBONDRO	12/12/2024
IFOTAKA	21/12/2024
MAROVATO	22/01/2025
MAHATALAKY	30/01/2025
TANANDAVA	06/02/2025

Les fonctionnalités des nouveaux compteurs sont les suivantes :

- Marque : Hexcell DDST 1088
- Mode : prépaiement / poste paiement (configurable)
- Tarif : 04 tarifs paramétrables
- Limitation de puissance maximale varie de 50W à 22kW (configurables)
- Compteur fonctionne sans internet

Des conditions de remplacement du compteur ont été définies :

- Les nouveaux compteurs sont seulement destinés à remplacer les anciens compteurs existants
- Aucun frais supplémentaire n'est requis pour le remplacement dans le cadre du projet

- Les abonnées doivent payer tous leurs arriérés, ils peuvent demander au responsable le total des sommes au cas où ils n'ont pas l'information ; le nouveau compteur ne sera pas installé tant qu'il reste des arriérés. Les abonnés ont 3 mois pour régler leurs arriérés ; après ce délai, en cas de non-paiement leur compteur sera donné à un nouvel abonné
- Une fois les arriérés payés, l'opérateur procède au remplacement
- Les anciens compteurs sont enlevés dès que le premier compteur en prépaiement est installé.

Des sensibilisations préalables à l'installation adressées aux populations ont par ailleurs été réalisées dans chaque localité (voir chapitre 3 Modèle de gouvernance). Malgré cette sensibilisation, quelques difficultés de mise en œuvre ont été constatées :

- le taux de confiance des abonnées n'est pas toujours très élevé, suite à des diverses promesses non tenues par d'autres organisations ; les arriérés n'étaient donc pas payés au moment de l'arrivée des compteurs ce qui a retardé leur installation.
- certains clients ont des arriérés très importants, qu'il leur était difficile de payer en une tranche.
- Dans la majorité des cas, le non-paiement des factures est lié à l'insatisfaction de service due aux coupures d'électricité causées par détérioration des infrastructures.

INTÉRÊT DU PRÉPAIEMENT DANS LE RECOUVREMENT

Rappel des modalités de recouvrement dans le cas du post-paiement

En mode post-paiement, l'opérateur doit effectuer les activités suivantes :

- Préparation de facture de consommation électrique de chaque abonné à chaque fin du mois ;
- Livraison des factures auprès des abonnés ;
- Recouvrement effectué par un agent.

Cette démarche est chronophage et nécessite beaucoup de ressources humaines (édition, livraison, recouvrement factures). De plus, les abonnés ont pris la mauvaise habitude de ne pas payer leur facture puisque les opérateurs ont peur de couper l'électricité pour les impayés à cause du contexte social (respect des aînés, entreprise venant de l'extérieur de la localité, etc.). Cette situation provoque

une somme importante d'arriérés dont certains abonnés ignorent le montant. Le post-paiement constitue à la fois une contrainte pour l'opérateur et pour les abonnés. Une enquête auprès de ces derniers à révéler que les principales raisons des retards de paiement sont :

- le retard de réception d'argent,
- l'insuffisance des revenus,
- la priorité pour la nourriture,
- l'incompréhension du calcul des redevances,
- la survenue d'événements tragiques comme des funérailles ou des maladies.

Cette enquête a également révélé que la majorité des abonnés enquêtés (90%) est consciente de l'importance du recouvrement pour assurer un bon service.

PRATIQUES DE RECOUVREMENT

FIGURE 21 COMPARAISON DES PRATIQUES DE RECOUVREMENT ENTRE LE PRÉPAIEMENT ET LE POST-PAIEMENT

POST-PAIEMENT	PREPAIEMENT
<i>Un Agent fait un relevé de tous les compteurs une fois par mois</i> <i>Le chef de poste (ou le secrétaire comptable) fait le calcul et sort la facture</i> <i>L'agent distribue la facture</i> <i>Les clients payent leur facture au niveau de la centrale</i>	<i>Les clients viennent au niveau de centrale (ou bureaux de vente) pour acheter de crédit ;</i> <i>- Règle appliquée : 1000 Ar minimum – aucun seuil maximum.</i> <i>- Pour payer la redevance fixe mensuelle, le client ne peut pas acheter un crédit si la redevance du mois en cours n'est pas payée.</i> <i>Le crédit est affiché sur le compteur sous forme monétaire (en Ariary)</i> <i>Un seuil d'alerte est programmé pour avertir l'utilisateur en cas de manque de crédit</i> <i>Les techniciens passent une fois tous les deux mois (visite inopinée) pour vérifier l'état de branchement et prendre des données de consommation énergétiques (index énergie)</i>

PRATIQUE EN CAS DE NON-PAIEMENT

FIGURE 22 COMPARAISON DES PRATIQUES EN CAS DE NON-PAIEMENT ENTRE LE PRÉPAIEMENT ET LE POST-PAIEMENT

POST-PAIEMENT	PREPAIEMENT
<i>Au cas où les clients ne payent pas, l'agent doit faire du porte-à-porte pour demander le paiement.</i> <i>Si aucun paiement n'est effectué après plusieurs relances, le technicien procède (en théorie) à la coupure de l'électricité.</i>	<i>L'électricité est automatiquement coupée lorsqu'il n'y a plus de crédit.</i>

PROBLÈMES IDENTIFIÉS AVEC LE POST-PAIEMENT

Lorsqu'un abonné n'est pas présent lors des jours de relevé, l'opérateur est obligé de faire une estimation, qui peut être très différente de la consommation réelle et influencer considérablement la facture d'électricité. Le niveau de compréhension du calcul des factures par les abonnés est très faible ; ils se basent souvent uniquement sur le prix moyen mensuel, sans prendre en compte l'énergie réellement consommée. L'utilisation de l'énergie est mal contrôlée. Par exemple, des lampes restent allumées en plein jour ou la télévision fonctionne en permanence, même sans téléspectateur, ce qui entraîne une perte pour les ménages. Certaines pratiques sociales locales rendent le recouvrement difficile, comme le fait qu'il est quasiment impossible d'exiger un paiement de la part des aînés.

SOLUTIONS APPORTÉES PAR LE CHANGEMENT DE MODE DE PAIEMENT

Le manque de confiance lié à l'établissement des factures est éliminé. Les clients ont une meilleure visibilité sur « l'impartialité » des factures. La consommation d'énergie est optimisée, et le prépaiement permet une réduction des pertes financières, en supprimant les dettes liées aux retards ou défauts de paiement.

Intérêt du passage au prépaiement

Le prépaiement est fondamental pour la stabilité des mini-réseaux ; ils permettent :

- d'améliorer les recettes de l'exploitant
- d'effectuer à temps les entretiens périodiques des infrastructures :
 - Remplissage eau distillée
 - Réparation des lignes électriques
 - Nettoyage des infrastructures
- d'avoir une épargne pour résoudre des éventuelles pannes/casses (par exemple pour le remplacement de certains équipements après le passage du cyclone JUDE)
- d'assurer le paiement des salaires des salariés
- de diminuer les conflits dus aux récoltes des recettes
- une meilleure compréhension de leur consommation par les abonnés

2. MODÈLE ÉCONOMIQUE D'EXPLOITATION

FIGURE 23 TAUX DE RECOUVREMENT PAR CENTRALE AVANT INSTALLATION DES COMPTEURS PRÉPAYÉS

NOM DU SITE	TAUX DE RECOUVREMENT 2023	TAUX DE RECOUVREMENT 2024 (AVANT CHGTS TARIFS ET PRÉPAIEMENT)
MAHATALAKY	52%	34%
TANANDAVA	39%	29%
IFOTAKA	51%	60%
AMBONAIVO	Non Disponible	90%
AMBONDRO	Non disponible	89%
MAROVATO	Non disponible	Centrale en arrêt

NB : Faute de recouvrement suffisant, les recettes de 2023 et 2024 n'ont pas permis l'approvisionnement de l'eau distillé pour les batteries. Par sécurité, l'opérateur a été obligé d'arrêter la centrale temporairement. Dans ce cas, même les bons payeurs sont pénalisés par la coupure ce qui les démotive aussi à payer.

En 2024, seule Ambondro a réussi à réaliser une petite épargne pour la prévention d'éventuelles pannes.



Commune de Mahatalaky.

IMPACTS DU PASSAGE DU POST AU PRÉPAIEMENT SUR LES PRATIQUES

Réduction de la consommation

FIGURE 24 INFLUENCE DU PASSAGE POST-PAIEMENT / PRÉPAIEMENT SUR LE NOMBRE D'ABONNÉS

LOCALITÉS	NOMBRE ABONNÉS INITIAL	NOMBRES ABONNÉS APRÈS CHANGEMENT		COMMENTAIRE
		FÉVRIER 2025	MARS 2025	
MAHATALAKY	110	32	36	Profil de clients plutôt commercial, avec une demande énergétique continue. Même si le nombre d'abonnés a chuté de deux tiers, les recettes parviennent à couvrir l'OPEX nécessaire. Le nombre d'abonnés devrait progressivement augmenter avec le temps, ce qui laisse entrevoir un potentiel d'épargne et de rentabilité pour cette centrale.
TANANDAVA	101	38	65	Profil de clients plutôt résidentiel, avec une demande énergétique relativement faible. Bien que le nombre d'abonnés soit deux fois supérieur à celui de Mahatalaky, les recettes ainsi que la consommation énergétique y restent nettement inférieures.
IFOTAKA	113	77	80	Le nombre d'abonnés et la demande énergétique ont diminué, mais le taux de recouvrement et les recettes se sont nettement améliorés. Cette situation permet à la centrale de constituer une épargne en vue d'éventuelles réparations. NB : l'opérateur a déjà pu remplacer certains poteaux et étendre le réseau de distribution dans cette localité.
AMBONAIVO	57	43	44	Avec l'arrivée des compteurs prépayés, le taux de recouvrement s'est nettement amélioré. Cependant, les recettes restent insuffisantes pour couvrir les besoins en OPEX. Une révision de la grille tarifaire est donc nécessaire pour assurer l'équilibre financier de la centrale.
AMBONDRO	145	137	137	Le taux de recouvrement s'est amélioré. L'introduction des compteurs prépayés a permis d'éliminer les conflits liés aux coupures d'électricité, qui auparavant nécessitaient la déconnexion manuelle des câbles sur les poteaux.
MAROVATO	90	63	64	Tout comme à Ambonaivo, le taux de recouvrement et les recettes se sont nettement améliorés. Cependant, ces résultats restent insuffisants pour couvrir l'OPEX. Une révision tarifaire est donc recommandée afin d'assurer la viabilité économique de la centrale.

2. MODÈLE ÉCONOMIQUE D'EXPLOITATION

FIGURE 25 INFLUENCE DU PASSAGE POST-PAIEMENT / PRÉPAIEMENT SUR LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE JOURNALIÈRE

LOCALITÉS	CONSOMMATION JOURNALIÈRE MOYENNE AVANT CHANGEMENT	CONSOMMATION JOURNALIÈRE MOYENNE APRÈS CHANGEMENT (MARS 2025)
MAHATALAKY	28,6 kWh/jour	23 kWh/jour
TANANDAVA	32 kWh/jour	14 kWh/jour
IFOTAKA	40 kWh/jour	35 kWh/jour
AMBONAIVO	20 kWh/jour	12 kWh/jour
AMBONDRO		50 kWh/jour
MAROVATO	Pas d'information	13 kWh

NB :

- Seules les centrales d'Ifotaka et de Tanandava ont fonctionné 24h/24h avant le remplacement des compteurs
- À Ambondro, la centrale est saturée et ne fonctionne de 10h/24h
- À Mahatalaky et Ambonaivo, avant le changement de mode de paiement et le remplacement de batteries, les centrales ne fonctionnaient que pendant la journée, actuellement elles fonctionnent 24h/24h.
- À Marovato, la centrale était à l'arrêt avant le changement de mode de paiement pour des raisons techniques et a été remise en service après le remplacement des batteries et l'installation de compteurs prépayés.
- À Ambonaivo, plus que la moitié de la production était perdue à cause de pertes en ligne avant le remplacement des compteurs. Ces pertes importantes ont été identifiées après la mise en place du monitoring.

→ Une limite importante à noter est le coût pour l'opérateur et les abonnés d'installation de nouveaux raccords (les compteurs étant à leur charge).

Centrale solaire.



POUR ALLER PLUS LOIN : RÉFLEXION SUR LE MODÈLE D'AFFAIRE DES MINI-RÉSEAUX

UNE RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE COMPROMISE POUR LES MINI-RÉSEAUX RURAUX

L'expérience a démontré qu'un modèle économique rentable, basé sur une exploitation privée à but lucratif, est compliqué pour les mini-réseaux dans ce type de contexte. Plusieurs facteurs structurels rendent cette approche irréaliste :

- Capacité de paiement limitée des populations rurales.
- Développement économique lent, en raison de multiples contraintes environnementales, sociales et infrastructurelles (sécheresse, famine, insécurité, manque d'infrastructures de transport, d'éducation, de santé et d'accès à l'eau).
- Crises et imprévus récurrents (politiques, climatiques, sécuritaires...), empêchant toute possibilité de constituer une épargne pour le renouvellement des équipements.
- Écart considérable entre le chiffre d'affaires et les besoins d'épargne nécessaires au remplacement des infrastructures.
- Coûts d'exploitation élevés, notamment les frais de personnel, difficilement couverts par les revenus générés.

RAPPELS DES INTERVENTIONS DU PROJET DEVEL'UP

Le projet a permis de collecter des données quantitatives et qualitatives essentielles à l'analyse des modèles d'affaire mis en place, par des concertations réalisées avec l'ensemble des parties prenantes de l'électrification rurale pour les localités concernées (abonnés, autorités locales, opérateurs, acteurs institutionnels, bailleurs, etc.).

La réévaluation du cadre tarifaire initial a été réalisée pour assurer une meilleure adéquation avec les réalités économiques des communautés et des opérateurs. Un plaidoyer est conçu pour insister sur l'importance de l'implication des acteurs publics nationaux dans le financement de projets dédiés à la réhabilitation des centrales existantes, afin de garantir la continuité du service.

Une réflexion approfondie doit être menée sur les modèles économiques adaptés aux mini-réseaux dans des contextes socio-économiques difficiles, en prenant en compte la reconnaissance de l'électricité comme une nécessité fondamentale pour le développement et un droit essentiel.

Si l'électricité doit être un levier de développement, son coût doit être maîtrisé afin de ne pas peser excessivement sur le pouvoir d'achat des populations rurales ni freiner l'investissement dans des usages productifs. À titre de comparaison, en France, le droit d'accès à l'énergie est garanti par la loi n°2000-108 du 10 février 2000, qui assure à chaque citoyen un accès minimal à l'énergie pour garantir un niveau de vie décent, tout en intégrant des considérations envi-

2. MODÈLE ÉCONOMIQUE D'EXPLOITATION

ronnementales. Par ailleurs, les infrastructures électriques (production mais aussi distribution) ont été et sont toujours très largement subventionnées. Il est donc peu raisonnable d'insister pour que les po-

pulations les plus pauvres et isolées de Madagascar supportent seules le coût d'entretien des infrastructures électriques.

SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Assumer l'approche sociale et subventionnée des projets d'électrification rurale dans les contextes socio-économiques difficiles

- Mettre en place des subventions pour couvrir le renouvellement des équipements, avec un suivi et un accompagnement sur le long terme.
- Abandonner les objectifs de rentabilité irréalistes et viser un modèle d'équilibre financier entre charges et recettes d'exploitation (donc excluant l'amortissement du matériel)
- Prioriser l'accès à l'énergie comme un service public essentiel pour assurer un minimum de confort de vie, d'accès aux services publics (éducation, santé, eau) et de perspectives de développement économique
- Encourager les exploitants à appuyer le développement des activités entrepreneuriales locales en lien avec l'accès à l'électricité (ex. petits commerces, ateliers de réparation, réfrigération pour la vente de produits, services numériques, etc.), favorisant ainsi leur implication et la pérennité du service.

Refonte du cadre tarifaire afin de s'adapter aux réalités locales

- Incorporation d'un tarif social
- Moins se reposer sur des composantes de redevance fixe
- Envisager un tarif subventionné à l'instar de la

majorité des pays en voie de développement financier entre charges et recettes d'exploitation (donc excluant l'amortissement du matériel)

Ciblage stratégique des pôles économiques locaux

Si l'objectif du projet est davantage économique que social, il est essentiel de prioriser l'électrification des pôles économiques locaux, c'est-à-dire les localités de taille moyenne avec un fort potentiel économique et des filières porteuses bien identifiées.

- Permettre aux exploitants de générer davantage de revenus.
- Mettre en place un programme de développement des usages productifs avec des chances accrues de succès.
- Augmenter rapidement la consommation d'électricité.
- Mobiliser davantage d'acteurs économiques locaux (commerçants, restaurateurs, ménages plus aisés) pour assurer une meilleure viabilité du service.
- Bien que les localités à fort potentiels économique présentent une rentabilité accrue, elles restent vulnérables aux pannes d'équipements, qui peuvent gravement affecter la pérennité des exploitations. Dans ce type de situation s'ajoute la pression des abonnés de résoudre rapidement le problème pour rétablir l'électricité.

Capitalisation et apprentissage des expériences existantes

- Recueillir les expériences des différents opérateurs de services électriques ruraux pour obtenir une vision plus objective et informée :
 - Impact de la mise à l'échelle des opérateurs gérant plusieurs centrales dans une même zone (ex. projets ANGOVO (UE-AFD-ADER), DECIM (programme de la Banque Mondiale).
 - Impact de la diversification des services proposés par les opérateurs électriques
- (ex. téléphonie, crédit, mobile money mise en œuvre par certains opérateurs privés).
- Retour d'expérience sur les programmes de développement des usages productifs (ex. programme Agrigrid développé par la société ANKA Madagascar).

CE QU'IL FAUT RETENIR

- ➔ Les mini-réseaux en milieu rural sont difficilement viables sans appui extérieur, en raison de recettes limitées et de charges d'exploitation élevées.
- ➔ Les composants critiques (batteries, régulateurs, onduleurs) ont une durée de vie courte et un coût de remplacement élevé, rarement anticipé par les opérateurs.
- ➔ La capacité de paiement des usagers est faible et irrégulière, ce qui fragilise le modèle économique des exploitants.
- ➔ Le prépaiement améliore le recouvrement et responsabilise les usagers, mais ne garantit pas l'équilibre financier global.
- ➔ Il est indispensable d'adapter les grilles tarifaires aux profils de consommation (ménages, UPE, services publics), en conciliant accessibilité et rentabilité.
- ➔ Un modèle économique réaliste repose sur un mix de sources : contributions des usagers, subventions d'investissement (CAPEX), mécanismes de soutien au renouvellement, mutualisation à l'échelle territoriale.



3

MODÈLE DE GOUVERNANCE

OBJECTIF

- ➔ Démontrer que la pérennité des mini-réseaux dépend également de mécanismes de gouvernance locale, et non uniquement d'aspects techniques ou financiers.

RAPPELS SUR LE CONTEXTE D'INTERVENTION

Des profils d'opérateurs différents

Les centrales BOREALE sont exploitées par trois associations locales et une entreprise privée. Le tableau ci-dessous présente la situation par site (centrale, opérateur, nombre d'abonnés, population desservie...).

Problématiques vécues

Suite à un audit de l'ADER des différents services électriques mis en place dans le cadre des précédents projets BOREALE et RESOUTH réalisé en février 2022, les problématiques suivantes ont été identifiées :

- difficulté de recouvrement par l'opérateur,
- existence de branchements illicites,
- tarification actuelle perçue comme trop élevée par la population,
- méconnaissance de la population et des élus locaux dans la définition de la grille tarifaire et la gestion technique des infrastructures électriques (disponibilité énergétique, pannes, etc.),
- conflits au sein du triptyque commune, opérateur, population

Les solutions proposées : travail sur la représentativité et la transparence

Ces constats ont démontré la nécessité d'appuyer les différentes parties prenantes locales dans l'amélioration du système de gouvernance des services électriques concernés.

MISE EN PLACE D'UN RÈGLEMENT INTÉRIEUR DES OPÉRATEURS

Il détaille notamment :

- les règles d'utilisation de la ressource (usage raisonné, précautions d'usage, atouts et limites du système, fin de vie des équipements, etc.),
- la transparence dans la gestion financière et technique des infrastructures de production d'électricité
- les modalités de recouvrement et de tarification de l'électricité,
- Les règles de limitation de la ressource (puissance appelée, période d'utilisation, etc.),
- Les sanctions en réponse à des abus de consommation ou de gestion

FIGURE 26 RÉCAPITULATIF SITUATION CENTRALES DEVEL'UP

LOCALITÉS	BÉNÉFICIAIRE	NOM OPÉRATEUR	STATUT
MAROALOMAINTY / Androy	Nombre d'abonnés : 52 Bénéficiaires directs : 260 Population : 3 000	TTF	Association locale
ANJEKY / Androy	Nombre d'abonnés : 42 Bénéficiaires directs : 210 Population : 3 000	Fihamy	Association locale
AMBONDRO / Androy	Nombre d'abonnés : 145 (avant changement compteur) Bénéficiaires directs : 725 Population : 6 000	ASA	Association locale
MAHATALAKY / Anosy	Nombre d'abonnés : 118 (avant changement compteur) Bénéficiaires directs : 590 Population : 4 753	TOKY	Entreprise privée
IFOTAKA / Anosy	Nombre d'abonnés : 89 (avant changement compteur) Bénéficiaires directs : 445 Population : 5 698	TOKY	Entreprise privée
TANANDAVA / Anosy	Nombre d'abonnés : 94 (avant changement compteur) Bénéficiaires directs : 470 Population : 5 462	TOKY	Entreprise privée
IFOTAKA / Anosy	Nombre d'abonnés : 54 (avant changement compteur) Bénéficiaires directs : 270 Population : 3 000	ASA	Association locale
TANANDAVA / Anosy	Nombre d'abonnés : 79 (avant changement compteur) Bénéficiaires directs : 395 Population : 4 500	ASA	Association locale

MISE EN PLACE D'UNE ASSOCIATION D'USAGERS

Rôle et missions

Le Comité Local d'Electrification (CLE) représente les usagers et bénéficiaires du projet et est leur porte-parole auprès des différents partenaires. C'est une association indépendante dont le rôle est d'assurer, bénévolement, un rôle d'interface locale et d'appui sur les actions à entreprendre depuis la mise en œuvre jusqu'à l'opérationnalisation du projet.

Responsabilités du CLE

- Se rendre disponible pour assurer le suivi du projet et assister aux réunions auxquelles l'association est conviée ;
- Assurer une circulation transparente de l'information entre les partenaires du projet et la population ;
- Veiller au respect des engagements et procédures des parties concernées (ANKA, CR, Région, Entrepreneurs, population...) ;

3. MODÈLE DE GOUVERNANCE

- Aider à mobiliser la population lorsque requis (main d'œuvre en phase travaux par exemple) ;
- Aider à la bonne compréhension du projet par les entrepreneurs et participer à titre consultatif à leur sélection et au choix des activités ;
- Participer à titre consultatif aux décisions sur la gestion des services ;
- Appuyer à la résolution de conflits éventuels ;
- Veiller à la sécurité du site et reporter toute activité suspecte pouvant mettre en péril le projet ;
- Assurer le besoin des partenaires du projet en matériels locaux si besoin en partenariat avec la Commune ;
- Garantir le respect des engagements entre les parties concernées

Responsabilités des membres

Le CLE se compose d'un président, d'un vice-président et de 3 commissions dont :

- Commission de projet,
- Commission de sensibilisation,
- Commission de suivi de travaux.

MISE EN PLACE D'UN SCHÉMA DE GOUVERNANCE CLAIR

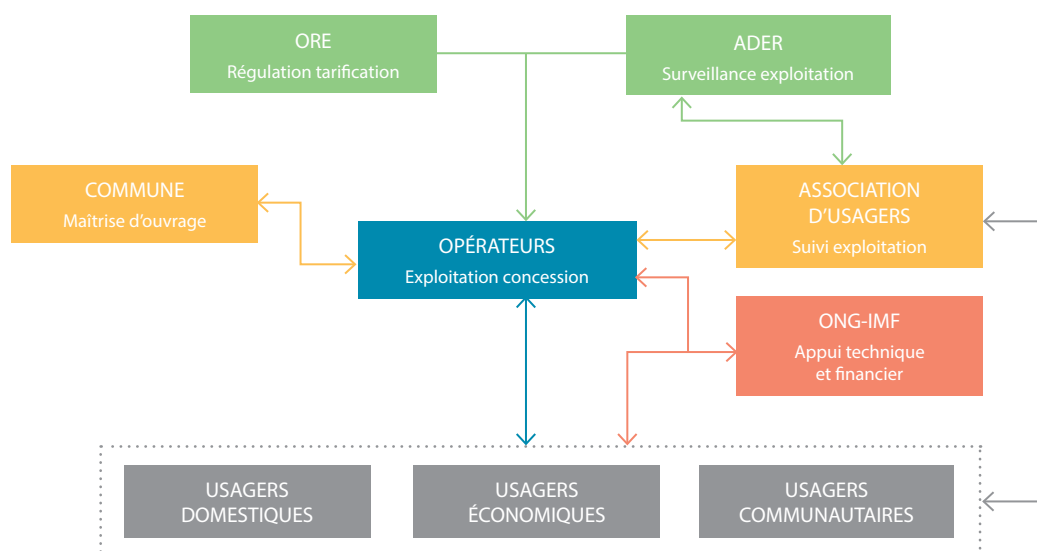
Le schéma précise pour chaque partie prenante :

- son rôle,
- ses responsabilités,
- les modalités de sollicitation.

SENSIBILISATION DES ÉLUS LOCAUX ET DE LA POPULATION

Les messages doivent porter sur la nécessité d'une rigueur et d'une implication collective dans la gestion du service électrique afin d'assurer sa pérennité. (voir la partie 2. Sensibilisation des populations)

FIGURE 27 SCHÉMA DE GOUVERNANCE DES MINI-CENTRALES DEVEL'UP



SENSIBILISATION DES POPULATIONS

Modalités de sensibilisation

- 3 sessions de sensibilisation de la population effectuées par village ;
- Modalité de sensibilisation : Assemblée générale entre le représentant de la FONDEM, FIMIFA, l'exploitant et les abonnés ;
- Contenu de sensibilisation : préparation au changement, partage du planning des travaux.

Le projet DEVEL'UP a assuré une sensibilisation tout au long du projet des parties prenantes : à chaque passage des équipes Fondem et FIMIFA, une visite communale était organisée, accompagnée de sessions d'échanges avec les abonnés. Les problèmes concrets d'exploitation des centrales étaient exposés, favorisant une meilleure compréhension et une appropriation du service par la communauté. Ces sessions de sensibilisation pouvaient rappeler :

- L'importance du recouvrement et la réalité des charges d'exploitation (rappelant que même les énergies renouvelables ne sont pas gratuites) ;
- Lutte contre le vol d'électricité. Des mesures efficaces ont été mises en place par les opérateurs, notamment à Ambondro, grâce au soutien apporté par le projet ;
- Renforcement de la légitimité des opérateurs grâce aux sessions de sensibilisation. Les menaces envers les agents de recouvrement ont drastiquement diminué.

L'organisation FIMIFA, en tant que structure de mise en œuvre du projet DEVEL'UP, a joué un rôle central dans la conception et l'animation des activités de sensibilisation liées à l'usage productif de l'électricité. Son retour d'expérience permet de mieux apprécier l'efficacité des approches mises en place.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES (AG)

Les AG ont constitué des temps forts d'information, de dialogue et de mobilisation des communautés. Ces moments ont permis d'instaurer un dialogue de confiance entre les parties prenantes. FIMIFA souligne leur rôle essentiel pour permettre une appropriation du projet par les populations, notamment à travers l'AG1 (présentation générale et opportunités liées à l'UPE), l'AG2 (détails du processus de sélection), et les AG non mixtes (ciblant spécifiquement les femmes). Selon FIMIFA, ces espaces ont favorisé une meilleure compréhension des attentes du projet, un engagement plus actif des porteurs de projets, et une visibilité accrue des femmes dans les dynamiques économiques locales.

Le rapport d'exécution de la Tranche 1 confirme que ces AG ont été renforcées par des ateliers de lancement organisés dans les localités d'Ambovombe et Ambohimahavelona. Ces événements ont permis de rappeler les responsabilités des parties prenantes (communes, opérateurs, populations, FIMIFA) et de poser les bases d'une gouvernance locale partagée autour de l'électricité productive. Par ailleurs, l'ADER a été mobilisée pour contribuer à ces événements, y apportant une dimension réglementaire et institutionnelle, et rappelant notamment le cadre d'exploitation et les engagements contractuels des opérateurs.

SUPPORTS DE COMMUNICATION ADAPTÉS

FIMIFA a élaboré et diffusé divers outils en langue malagasy (flyers, affiches) facilitant l'accès à l'information, en particulier dans les zones rurales à faible taux d'alphabétisation. Des vidéos illustrant des success-stories locales ont aussi été utilisées. Ces supports ont permis de vulgariser les principes de l'UPE, de susciter l'intérêt des communautés et de renforcer l'impact des rencontres collectives. Des supports spécifiques ont également été conçus pour encourager les candidatures féminines. Ils ont été accompagnés d'ateliers non mixtes visant à expliquer les modalités d'accompagnement différencié prévues pour les femmes, notamment la valorisation des initiatives collectives ou groupées (coopératives, associations).

ACCOMPAGNEMENT INDIVIDUALISÉ

Face à la diversité des profils des candidats, FIMIFA a proposé un accompagnement souple et personnalisé, en fonction des besoins exprimés par les porteurs de projet. Ce soutien a été décisif pour les personnes ayant des difficultés de compréhension ou de formulation de projet. 60 % des porteurs de projet ayant soumis un dossier à l'AàP ont bénéficié de cet appui, ce qui témoigne de sa pertinence dans le contexte du projet.

FORMATIONS ET RENFORCEMENT DE CAPACITÉS

FIMIFA a organisé ou facilité plusieurs formations, tant à destination des entrepreneurs (gestion, usage des équipements, montage de projet) que des opérateurs ou membres de l'équipe elle-même (genre, comptabilité, systèmes de prépaiement). Pour FIMIFA, ce volet a permis de consolider la qualité des projets proposés et d'augmenter les chances de succès des AGR dans leur phase d'exploitation.

SENSIBILISATION CONTINUE ET ANCRAGE COMMUNAUTAIRE

Le projet DEVEL'UP a mis en place une sensibilisation continue des parties prenantes. À chaque passage des équipes de la Fondem et de FIMIFA, une visite communale était organisée, accompagnée de sessions d'échange avec les abonnés. Ces rencontres ont permis de partager les problématiques concrètes d'exploitation des centrales et de renforcer l'appropriation du service électrique par les communautés. Elles rappelaient l'importance du recouvrement des paiements et des charges réelles d'exploitation, même pour les énergies renouvelables. Elles ont contribué à la lutte contre le vol d'électricité, avec des mesures concrètes mises en œuvre (ex. à Ambondro). Elles ont permis un renforcement de la légitimité des opérateurs : les menaces envers les agents de recouvrement ont fortement diminué.

L'équipe projet a facilité la résolution des conflits entre communes et opérateurs (Ifotaka, Maroalomainty), créant un climat de confiance bénéfique au bon fonctionnement du service. La présence régulière sur le terrain a instauré un sentiment de soutien et de sécurité pour les opérateurs comme pour les usagers.

Cas de la centrale d'AMBONDRO

RAPPELS SUR LE CONTEXTE

Caractéristiques de la centrale

- Puissance solaire : 15 kWc
- Onduleur PV : 15 kW – STP 15000TL
- Onduleur batterie : 03 x SI 8.0H – 18 kVA (Triphasé)
- Stockage : 206 kWh – 48V
- Type batterie : Plomb OPzS
- Capacité de production théorique moyenne : 60 kWh/jour
- Heure de marche : 15h – 22h (En moyenne : 07 heures / jour)
- Marche / Arrêt : Automatique (en fonction du SOC batterie)

Problèmes de la centrale

- Saturation de la centrale : la demande dépasse largement la capacité de production
- Présence d'installations illicites (Vol d'électricité)
- Rendement moyen de 80 %
- Commande par valeur SOC : manque de fiabilité
- Risque de détérioration prématurée des batteries
- Horaires de marche/arrêt non définis : impact négatif sur les utilisateurs, notamment les UPE
- Recouvrement faible (env. 50%)

ACTIONS DU PROJET

Définition plage horaire de fonctionnement

- Analyse des besoins journaliers : L'estimation a été réalisée à partir des données recueillies sur le site et vérifiées via le monitoring pour le mois de juin 2024. Étant donné que la centrale fonctionne seulement quelques heures par jour, des mises à jour seront apportées progressivement.
- Analyse de la capacité de production et de stockage de la centrale pour définition de valeurs SOC sécurisantes pour le matériel.

Optimisation du fonctionnement

Hypothèses prises :

- Privilégier la consommation directe
- Limiter le temps d'utilisation batterie
- Identifier les heures durant lesquelles l'électricité est indispensable
- Intégrer le rendement des batteries : 75%
- Capacité de production solaire : 60kWh/jour
- Heure nécessitant l'utilisation des batteries : 18h à 21h
- Besoin énergétique de 18h à 21h : 27kWh
- Besoin en production solaire : 36 kWh
- Reste pour utilisation directe : 24 kWh

Propositions :

- Définition heure de fonctionnement fixe :
Hiver : 09h à 13h et 18h à 21h et Autre période : 08h30 à 14h30 – 18h à 21h30
- Pas d'utilisation nocturne en cas de très mauvais temps

Sensibilisations

- des usagers sur l'utilisation (Economie d'énergie)
- de l'opérateur sur la limitation des pertes (Vérification et sanction)
- de l'ensemble sur le recouvrement

RÉSULTAT DES ACTIONS CORRECTIVES ET DE LA SENSIBILISATION SUR LES INSTALLATIONS

Avant sensibilisation

- Valeur SOC non fiable
- Décharge profonde des batteries (risque de dégradation précoce)
- Les batteries ne parviennent pas à se charger complètement
- Après une décharge profonde : il faut prévoir 1 à 3 jours sans électricité pour charger complètement les batteries
- Heures de fonctionnement : 4 à 8 heures par jour de manière instable (14h à 22h ou 17h à 22h)

Après sensibilisation

- Valeur SOC non fiable
- Décharge profonde des batteries (risque de dégradation précoce)
- Les batteries ne parviennent pas à se charger complètement
- Après une décharge profonde : il faut prévoir 1 à 3 jours sans électricité pour charger complètement les batteries
- Heures de fonctionnement : 4 à 8 heures par jour de manière instable (14h à 22h ou 17h à 22h)

FIGURE 28 CYCLE CHARGE ET DÉCHARGE DES BATTERIES AVANT ACTIONS CORRECTIVES & SENSIBILISATION

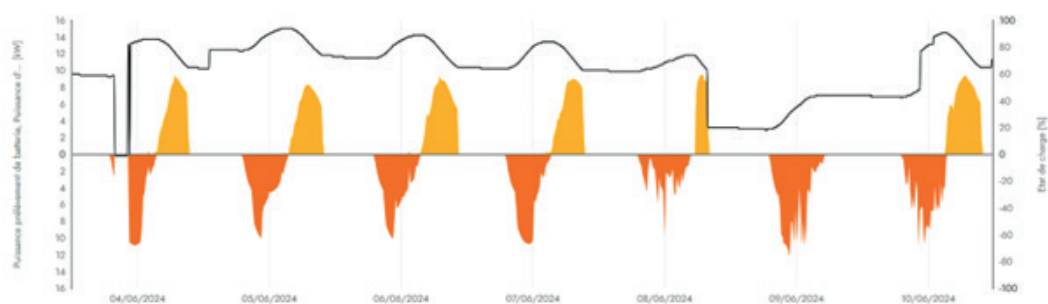
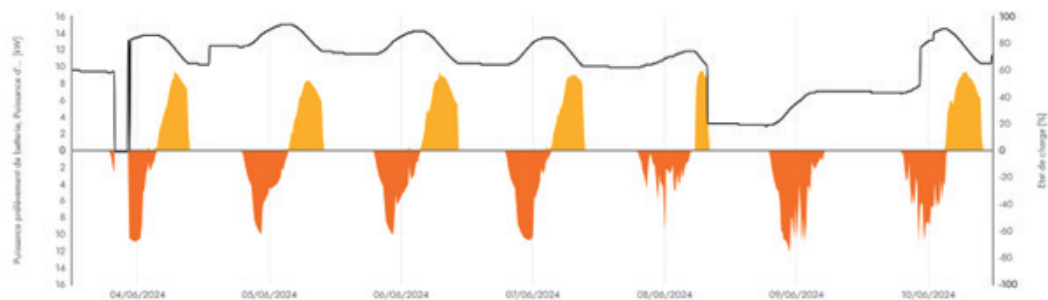


FIGURE 29 CYCLE CHARGE ET DÉCHARGE DES BATTERIES APRÈS ACTIONS CORRECTIVES & SENSIBILISATION



Avantages

- Sollicitation réduite de la batterie, plus de consommation directe
- Cycle de batterie stable (avec ce type de cycle, on peut espérer une longue durée de vie des batteries)
- Pas de décharge profonde
- Les batteries sont régulièrement chargées
- Plus de rendement
- Plus confortable (les utilisateurs peuvent planifier leurs besoins en fonction de l'horaire fixe)
- Aucun jour sans électricité
- Les UPE peuvent bien fonctionner
- Augmentation des heures de fonctionnement (en optimisant la production et en valorisant la consommation directe)

RÉSULTAT DES ACTIONS CORRECTIVES ET DE LA SENSIBILISATION SUR LE RECOUVREMENT

L'outil de suivi démontre l'évolution de la situation après la session de sensibilisation. Suivant les recommandations, l'action effectuée par l'opérateurs sont :

- Visites effectuées : 25 Abonnées
- Nombre de fraudes aperçues : 00
- Coupure de courant pour non-paiement de facture : 16. *NB : Sur ces 16 abonnés, seuls 4 n'ont pas encore réglé leur facture et restent actuellement coupés.*
- Aucun nouvel abonné ajouté.

FIGURE 30 TAUX DE RECOUVREMENT DE LA CENTRALE D'AMBONDRO

MOIS	TAUX DE RECOUVREMENT (%) AVANT SENSIBILISATION – AVANT 10 JUILLET	TAUX DE RECOUVREMENT (%) APRÈS SENSIBILISATION – DÉBUT AOÛT
Janvier	85%	87%
Février	83%	85%
Mars	64%	93%
Avril	42%	76%
Mai	14%	74%
Juin	0%	68%
Moyenne	50%	79%



EN RÉSUMÉ

La sensibilisation menée porte manifestement ses fruits. La nouvelle règle de fonctionnement mise en place optimise non seulement la durée de vie des équipements, mais améliore également la qualité du service fourni par l'opérateur. Le taux de recouvrement s'est nettement amélioré, et l'opérateur commence à réaliser des économies, permettant ainsi de constituer une réserve en cas de pannes imprévues.

Cependant, il reste encore du travail à accomplir pour sensibiliser les habitants aux pratiques d'économie d'énergie et au remplacement des équipements énergivores.

POUR ALLER PLUS LOIN : IMPORTANCE DE L'ASPECT SOCIAL DANS L'EXPLOITATION

RESPONSABILITÉ SOCIALE

La responsabilité sociale de maintenir le service est le pilier de sa continuité dans le temps long (même si la centrale ne dégage pas de revenus, que les salaires restent impayés, que la communauté se cotise pour acheter de l'eau distillée ...). La plupart des centrales du projet sont debout grâce à cette responsabilité sociale que respectent les opérateurs.

Facteurs

- Un modèle non rentable économiquement : l'exploitation des centrales ne présente aucun intérêt financier pour des acteurs privés traditionnels. La consommation est limitée, le recouvrement faible, et les dépenses d'O&M élevées.
- Un service maintenu par la responsabilité sociale : malgré l'absence de rentabilité, les opérateurs poursuivent l'exploitation des centrales par engagement envers leur communauté.
- Même en l'absence de revenus suffisants, malgré les salaires impayés, la communauté se mobilise pour assurer la continuité du service (ex. collecte communautaire pour l'achat d'eau distillée).
- Ces infrastructures, bien que peu viables économiquement, répondent à un besoin fondamental d'accès à l'énergie.
- Faible implication et support des acteurs institutionnels : La gouvernance des centrales est souvent laissée à la seule responsabilité des opérateurs, avec un support des acteurs institutionnels quasi inexistant.

SOLUTIONS À METTRE EN PLACE

Modèle basé sur l'engagement social et la solidarité locale

- Encourager une approche communautaire, où le personnel exploitant, recruté localement, les autorités locales et la population sont investis dans la continuité du service.
- L'implication active de la communauté et la recherche de l'intérêt commun sont essentielles pour assurer la pérennité des centrales isolées.
- Assurer un appui régulier et rigoureux (technique, organisationnel, administratif et de gestion financière) des exploitants par le ministère de l'Énergie / ADER ou, à défaut, par une OSC locale, avec ou sans l'appui d'une ONG internationale.

Renforcement des institutions publiques

- Mener une réflexion sur les besoins institutionnels (ADER, ORE, ministère de l'Énergie) pour qu'elles puissent jouer pleinement leur rôle de suivi, accompagnement, appui et contrôle des opérateurs électriques ruraux :
 - Ressources humaines
 - Moyens logistiques
 - Renforcement des compétences
- Repenser le rôle du pouvoir public dans l'exploitation des centrales rurales et définir des solutions pérennes.
 - Plutôt que de contourner le concept de service

public en raison des difficultés rencontrées par les institutions locales, il est essentiel de travailler en concertation avec elles afin d'identifier les besoins en renforcement, restructuration et accompagnement.

- Une réflexion approfondie doit être menée sur le modèle national d'électrification : la séparation entre électrification rurale et urbaine est-elle réellement justifiée ? Comment garantir un système de subvention pérenne pour assurer un accès équitable à l'électricité en milieu rural ?
- Dans de nombreux pays ayant connu un développement rapide au cours des dernières décennies (ex. Corée du Sud, Vietnam, Malaisie...), les projets d'électrification réussis reposent sur un modèle centralisé et subventionné, intégré dans des stratégies de développement globales. Comment peut-on s'inspirer de ces réussites et les adapter au contexte local ?
- L'intégration progressive des mini-réseaux au sein d'un service public/entreprise d'État d'électricité, à l'instar des pays avec des campagnes réussies d'électrification rurale, devrait être un objectif stratégique des projets d'électrification rurale. Bien que cela ne soit pas réalisable à court terme, il est impératif de définir une feuille de route claire pour atteindre cet objectif à moyen et long terme.

Place des acteurs institutionnels locaux et régionaux dans le suivi

L'ADER – Agence de Développement de l'Électrification Rurale

Rôle officiel

L'ADER est l'autorité concédante responsable de la mise en œuvre de la politique nationale d'électrification rurale. Elle supervise les opérateurs, attribue les concessions, valide les grilles tarifaires proposées, assure le suivi technique et financier des projets et peut appuyer les opérateurs dans la recherche de financements pour les renouvellements d'équipements.

Défis observés

- Suivi insuffisant des centrales une fois opérationnelles (visites rares, peu de reporting consolidé).
- Faible accompagnement sur la mise en œuvre concrète des conventions et des relations opérateur/commune/usagers.
- Difficulté à assurer un dialogue continu entre opérateurs, collectivités et usagers.
- Faibles moyens humains et logistiques au niveau des antennes régionales.

Recommandations

- Renforcer le rôle de l'ADER comme acteur pivot de la régulation territoriale, en assurant un suivi régulier (visites, monitoring à distance, appui au reporting).
- Clarifier les règles contractuelles avec les opérateurs : droits, devoirs, mécanismes de renouvellement ou de retrait.

- Travailler en lien avec les CLE et communes pour améliorer la redevabilité locale.
- Appuyer les opérateurs à structurer leurs prévisions de renouvellement d'équipements avec des outils techniques et financiers.

L'ORE – Office de Régulation de l'Électricité

Rôle officiel

L'ORE est chargé de réguler le secteur de l'électricité à l'échelle nationale. Cela inclut la validation des tarifs, la conformité des contrats, la protection des consommateurs et la mise en cohérence des pratiques avec la réglementation nationale.

Défis observés

- Délai et complexité des procédures tarifaires.
- Absence d'un outil tarifaire spécifique aux mini-réseaux hors réseaux subventionnés.
- Faible visibilité de l'ORE au niveau local ou auprès des usagers.

Recommandations

- Finaliser et diffuser un outil tarifaire adapté aux mini-réseaux ruraux prenant en compte les subventions des CAPEX et les contraintes des territoires enclavés.
- Clarifier les règles applicables aux renouvellements d'équipements et à l'intégration de l'amortissement dans le tarif après le premier cycle.
- Appuyer une pédagogie des tarifs auprès des usagers et des collectivités locales avec l'appui de l'ADER et des opérateurs.

Les autorités régionales et déconcentrées

Rôle officiel

Les directions régionales (Ministère de l'Energie, délégués techniques de l'ADER, gouvernorats, etc.) ont un rôle d'appui, de coordination et de suivi du service public dans leur territoire. Elles sont censées soutenir la bonne gouvernance locale et faire le lien entre la stratégie nationale et les réalités locales.

Défis observés

- Faible implication opérationnelle dans le suivi des centrales.
- Manque de coordination avec les communes sur les problématiques d'électricité.
- Peu de relais techniques pour la médiation ou la résolution de conflits entre usagers et opérateurs.

Recommandations

- Renforcer la présence terrain des équipes régionales, en lien avec les CLE, pour suivre les opérateurs et faciliter la résolution des tensions locales.
- Outiller les autorités régionales pour qu'elles puissent accompagner les communes dans leur rôle de partenaire du service énergétique (suivi, participation, appui symbolique ou financier).
- Intégrer les enjeux de l'électrification rurale dans les plans régionaux de développement (PRD) avec une vision multi-acteurs et pluriannuelle.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- ➔ Les communes et les CLE jouent un rôle central dans la pérennité des mini-réseaux : leur implication renforce le recouvrement, la résolution des conflits et l'appropriation du service par les usagers.
- ➔ Une gouvernance locale claire, outillée et concertée permet d'éviter les blocages, d'améliorer la transparence et d'instaurer un climat de confiance entre opérateurs, autorités et habitants.



TRANOMPOKONO ONA MAHATALAKY

4

ASPECTS TECHNIQUES

OBJECTIF

- ➔ Souligner que sans renforcement de capacités techniques, même les mini-réseaux bien conçus échouent. Proposer des actions concrètes pour la maintenance, le suivi et l'amélioration continue.

CONTEXTE DES ZONES DU PROJET

Les centrales accompagnées par le projet DEVEL'UP comptent parmi les premières centrales solaires implantées dans le cadre de l'électrification rurale à Madagascar. Elles affichent aujourd'hui près de 10 ans de fonctionnement.

Depuis leur mise en service, les technologies n'ont cessé d'évoluer, tout comme les besoins des usagers. Autrefois, une capacité de 7 kW suffisait largement pour alimenter une communauté entière. Aujourd'hui, avec l'évolution des modes de vie et l'apparition d'habitations modernes, cette puissance ne suffirait même plus à alimenter un seul logement.

Après plusieurs années d'exploitation, les premiers signes d'usure apparaissent : les équipements, notamment les batteries, vieillissent et commencent à présenter des dysfonctionnements. Malheureusement, la capacité technique et financière limitée des exploitants ne permet pas d'assurer un entretien et une maintenance efficaces des centrales.

Ces difficultés entraînent parfois des arrêts partiels ou totaux de production, ce qui finit par décourager les populations et les usagers, érodant ainsi leur confiance dans l'électrification rurale

Onduleurs - local technique



CAPACITÉS DES OPÉRATEURS LOCAUX

EXPERTISE TECHNIQUE LOCALE ET LOGIQUE DE COOPÉRATION ENTRE OPÉRATEURS

Peu d'expertise locale

Une initiative mise en place dans le cadre de DEVEL'UP a été d'identifier des référents techniques au sein des équipes de chaque opérateur. Cette initiative est née du constat que les méthodes classiques de renforcement de capacités, basées sur des ateliers de formation de groupe dispensés par des intervenants extérieurs sur une période très restreinte (venant de la capitale, de l'étranger, d'entreprises privées ou du ministère de l'Énergie/ADER), avaient un impact très limité sur les connaissances et compétences des opérateurs concernés.

Les raisons principales de cet échec étaient :

- Un niveau très hétérogène parmi les exploitants, rendant les formations inadaptées aux besoins réels de chacun.
- Un contenu trop théorique et éloigné de la réalité du terrain, souvent mal compris et difficilement applicable.
- Un coût élevé pour un bénéfice quasi nul, les formations impliquant des intervenants extérieurs, même malgaches, représentant une charge conséquente pour le projet.

Vers un modèle de renforcement plus efficace

Face à ce constat, il était nécessaire de remettre en question les méthodes classiques de formation et de trouver une approche réellement efficace pour renforcer les capacités techniques et de gestion des

exploitants. Une observation clé a permis d'orienter cette réflexion : certains exploitants étaient nettement plus compétents et autonomes que d'autres. De manière informelle, ils étaient régulièrement sollicités par leurs pairs en difficulté pour obtenir de l'aide. L'idée a donc émergé de structurer et d'institutionnaliser ce système d'entraide en créant des « référents techniques » parmi les exploitants eux-mêmes.

Mise en place de l'initiative des référents techniques

Les étapes suivantes ont été suivies pour concrétiser cette initiative :

Identification et validation du dispositif

Sélection des exploitants les plus compétents : les référents techniques sont sélectionnés en raison de leur niveau de compétence supérieur à celui des autres opérateurs. L'objectif de cette initiative est de former ces référents pour qu'ils deviennent eux-mêmes formateurs et puissent appuyer les opérateurs en difficulté. Cela favorise également une meilleure cohésion entre les équipes. Ces référents bénéficient de formations plus approfondies

Suivi et accompagnement sur le long terme : même après avoir acquis une formation suffisante, les référents techniques continuent d'être accompagnés sur le long terme afin de développer leur sens de l'analyse.

4. ASPECTS TECHNIQUES

Des évaluations régulières sont réalisées pour mesurer les compétences acquises et identifier leurs points forts, et afin de pouvoir analyser et traiter au cas par cas les problèmes rencontrés au sein des centrales, et d'en tirer des solutions adaptées et durables.

Concertation : une concertation avec l'ensemble des exploitants a été faite pour s'assurer de l'adhésion au projet.

Renforcement des compétences des référents techniques

Un programme de formation avancé a été mis en place pour les trois exploitants identifiés comme référents techniques :

- Cours de français dispensés par l'Alliance Française pour améliorer leur capacité à lire et comprendre les documents techniques.
- Renforcement technique assuré par un expert local.
- Formation en gestion menée par l'équipe Fondem et FIMIFA.

Contractualisation des référents techniques

Un contrat de prestation de services a été défini entre les référents techniques et le projet, avec les modalités suivantes :

- Gestion administrative assurée par le partenaire local du projet, FIMIFA.
- Paiement à la tâche, comprenant :
 - Honoraires
 - Prise en charge des frais de mission (per diem, déplacement, hébergement)
 - Limite : financement par le projet, pas de pistes claires pour la suite
- Définition des obligations des référents (rapports et livrables attendus).
- Validation des termes du contrat en concertation avec FIMIFA, les référents techniques et Fondem.

Mise en place d'un calendrier de missions

- Adaptation aux besoins spécifiques des opérateurs en difficulté.
- Répartition des missions selon les spécialités de chaque référent technique.
- Garantie d'une distribution équitable des missions entre les référents.

Déploiement des missions

Les référents techniques ont commencé à accompagner les exploitants en difficulté sur le terrain.

FIGURE 31 MISSION D'ACCOMPAGNEMENT EFFECTUÉ PAR LES RÉFÉRENTS TECHNIQUES PENDANT LE PROJET DEVEL'UP

NOM DE RÉFÉRENT TECHNIQUE	MISSIONS EFFECTUÉS
Eric Florient RESONDRO	Former l'équipe de MAROVATO Remplacement des convertisseurs
Lebel Romain TIANDRAINY	Former l'équipe d'AMBONAIVO Former l'équipe de MAROALOMAINY
Raivahiny RAMAHANDRY	Diagnostic de panne équipement UPE Réparation des machines à bois

Avantages de l'initiative

Ce modèle de renforcement des capacités présente plusieurs atouts majeurs :

- Formations dispensées par des acteurs locaux déjà connus et respectés par leurs pairs.
- Contenus adaptés aux réalités du terrain, basés sur des problématiques concrètes.
- Proximité et disponibilité des formateurs, facilitant un accompagnement continu.
- Coût de formation réduit, permettant des sessions plus longues et un suivi régulier des exploitants en difficulté.
- Meilleure implication des exploitants, favorisant leur engagement et l'appropriation du projet.
- Pérennisation du système d'entraide, qui pourra perdurer au-delà de la clôture du projet.

Cette initiative a ainsi permis de transformer une approche inefficace en un véritable levier de montée en compétences des exploitants, tout en s'appuyant sur les ressources locales et en créant un réseau de solidarité durable.

➔ Actuellement, les référents techniques sont mis à l'épreuve avec les conséquences des derniers cyclones dans la gestion/réparation de leur centrale et dans l'accompagnement du reste des opérateurs

**Commune
d'Ambohimavelona.**



SUIVI TECHNIQUE, FINANCIER ET COMMERCIAL

Outil de gestion

Pour améliorer le suivi de manière simple et efficace, un outil de gestion sous forme de fichier Excel a été déployé dans l'ensemble des centrales accompagnées dans les régions Anosy et Androy.

Cet outil permet de centraliser et de suivre plusieurs indicateurs clés, notamment :

- Le nombre d'abonnés (par type : résidentiel, commercial, administration)
- La production énergétique journalière et mensuelle
- La consommation mensuelle
- Les pertes de productions (Équipements et ligne de distribution)
- Les recettes perçues et le taux de recouvrement
- Les dépenses d'exploitation (OPEX) et les coûts de maintenance
- Le suivi des équipements (état des batteries, onduleurs, panneaux...)
- Les incidents et arrêts de production (causes et actions entreprises)
- Les suivis de maintenance et d'investissement
- Génération automatique des factures

Cet outil permet ainsi aux exploitants d'avoir une vision claire et actualisée de la situation de leur centrale, et aux accompagnateurs techniques (notamment l'équipe de l'ADER) de mieux cibler les besoins d'appui et de formation sur le terrain. La première version de l'outil était conçue pour les centrales fonctionnant en mode post-paiement. Cependant, avec l'arrivée des nouveaux compteurs prépayés, l'outil a été mis à jour et adapté pour intégrer ce nouveau mode de paiement, en tenant compte

des spécificités liées à la gestion des ventes d'énergie et au suivi des recharges effectuées par les abonnés.

Monitoring à distance

Afin de disposer de données en temps réel sans nécessiter de déplacements fréquents et coûteux, des équipements de monitoring à distance ont été installés sur chaque centrale. Grâce à ces dispositifs, des experts nationaux et internationaux peuvent également assurer un suivi et intervenir à distance en cas d'événements imprévus.

Les technologies de supervision ont été sélectionnées en fonction des équipements installés sur chaque centrale :

- Data Manager pour les centrales équipées en SMA, avec un accès aux données via la plateforme Sunny Portal.
- Studer Xcom-CAN pour les centrales utilisant des équipements STUDER, accessibles via le Portal Studer.

Cette approche permet de garantir une meilleure réactivité, d'optimiser la maintenance préventive et corrective, et d'assurer une continuité de service pour les utilisateurs des centrales rurales.

COÛT D'EXPLOITATION

L'utilisation du monitoring à distance nécessite la souscription à un forfait internet, dont les frais sont à la charge de l'opérateur local.

Les besoins en connexion varient selon le type d'équipement installé :

- Pour les équipements STUDER : Un débit mensuel de 2 Go est suffisant. Le coût du forfait dépend de l'opérateur disponible dans chaque localité :
- Yas Madagascar : 15 000 Ar/mois
- Orange Madagascar : 25 000 Ar/mois
- Airtel Madagascar : 25 000 Ar/mois
- Pour les équipements SMA : Un débit mensuel de 4 Go est nécessaire pour assurer un suivi continu via Sunny Portal.

Ces forfaits permettent d'assurer la transmission régulière des données de production, de consommation et d'état des équipements, facilitant ainsi la supervision à distance et les interventions en cas d'incident.

Mise à l'épreuve de ces outils

La mise en place de ces outils a permis :

- d'identifier les principaux problèmes d'exploitation, tels que : le vol de courant, le faible taux de recouvrement, la saturation de certaines centrales... Ces constats ont ensuite été présentés lors de sessions de sensibilisation organisées avec les abonnés. Ces séances ont permis :
- d'expliquer les conséquences de ces actes sur le fonctionnement et la pérennité des centrales
- de convaincre les abonnés d'adopter des comportements responsables
- de rappeler les précautions techniques et règles d'utilisation à respecter pour assurer un service durable et fiable
- d'identifier les anomalies dans les installations, comme par exemple à Ambonaivo, où une importante fuite de courant a été détectée sur la ligne de distribution suite à un orage. Cette perte électrique avait des conséquences directes comme une dégradation accélérée de la durée de vie des batteries et une diminution de la productivité de la centrale.
- de suivre et de paramétrer à distance de nouveaux réglages spécifiques pour les nouvelles batteries.

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES POUR UN REPOWERING ET/OU RÉHABILITATION D'UNE MINI-CENTRALE PV

PARC BATTERIES

Les batteries utilisées dans les zones de projet sont des batteries plomb-acide ouvertes de type OPzS, en raison des avantages suivants :

- Compatibles avec les applications en site isolé (off-grid).
- Faciles à manipuler, accessibles au niveau technique des exploitants locaux.
- Adaptées aux conditions climatiques des localités, ne nécessitant pas de système de refroidissement supplémentaire, tel qu'une climatisation.
- Possédant une durée de vie pouvant atteindre jusqu'à 20 ans, selon les conditions d'utilisation et d'entretien.
- Réaliser régulièrement une phase d'égalisation, indispensable pour provoquer un léger bouillonnement permettant d'homogénéiser l'électrolyte et d'éviter la stratification.
- Atteindre régulièrement la charge complète, afin d'éviter la stratification de l'électrolyte, qui peut nuire au bon fonctionnement et à la capacité de la batterie.

Précaution à prendre avec les batteries OPzS

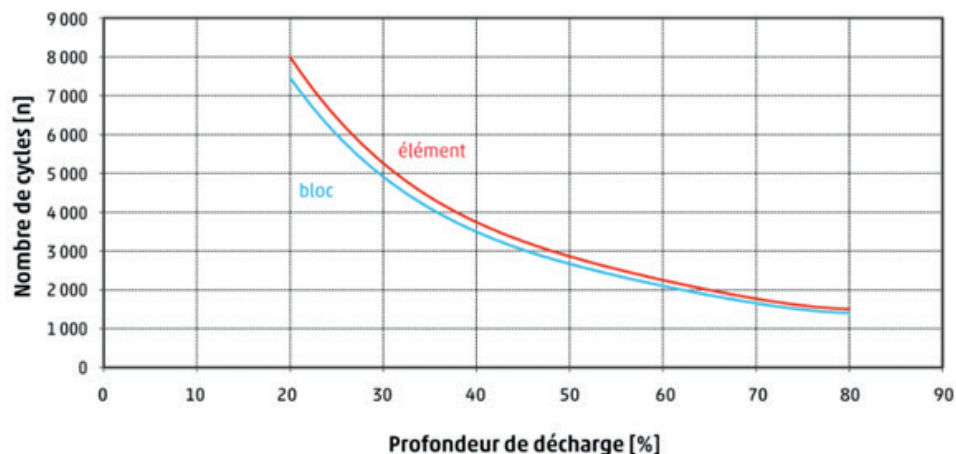
Conditions à respecter pour assurer une durée de vie maximale des batteries OPzS :

- Éviter les décharges profondes, qui favorisent la formation de sulfatation sur les plaques et réduisent la capacité de la batterie.
- Ne pas stocker les batteries trop longtemps sans les recharger, afin d'éviter la décharge profonde et la dégradation prématurée.
- Toujours utiliser un régulateur de charge, pour prévenir la surcharge, qui peut entraîner le gonflement des éléments et la corrosion des plaques internes.

Fonctionnement d'une batterie OPzS

La durée de vie d'une batterie est estimée en nombre de cycles, ce qui correspond au nombre de charges et décharges complètes qu'elle peut effectuer avant que sa capacité ne diminue significativement. Ce nombre de cycles varie en fonction de la profondeur de décharge (DoD — Depth of Discharge) : plus la profondeur de décharge est faible, plus le nombre de cycles possible est élevé. Cette donnée est généralement présentée sur la fiche technique de chaque batterie sous forme de courbe caractéristique, illustrant la relation entre la profondeur de décharge et le nombre de cycles, comme dans l'exemple ci-dessous :

FIGURE 32 COURBE TYPIQUE D'UNE BATTERIE (NOMBRE DE DÉCHARGES PROFONDES X NOMBRE DE CYCLES ATTENDUS)



En prenant l'exemple de la courbe ci-dessus et en supposant un cycle complet par jour (soit 1 cycle = 1 journée) :

- Si les batteries sont sollicitées à 80 % de leur capacité (profondeur de décharge de 80 %), elles peuvent supporter environ 1500 cycles, ce qui correspond à une durée de vie estimée à $1500/365 \approx 4$ ans
- À l'inverse, si l'on limite la sollicitation à 20 % de leur capacité (profondeur de décharge de 20 %), les batteries peuvent atteindre plus de 7000 cycles, soit une durée de vie estimée à : $7000/365 \approx 19$ ans
- Il est recommandé de ne pas descendre en dessous de 50 % de profondeur de décharge, afin de préserver un bon compromis entre capacité disponible et longévité des batteries.

Optimisation de la durée de vie des batteries : gestion intelligente de la consommation

Pour maximiser la durée de vie des batteries et limiter leur sollicitation excessive, il est stratégique de privilégier l'utilisation directe de la production solaire en journée (autoconsommation instantanée), réduisant ainsi la dépendance au stockage.

Stratégies d'optimisation proposées **Mise en place d'un système tarifaire différentiel jour/nuit**

Instaurer une grille tarifaire avec un prix de l'énergie plus avantageux en journée (lorsque la production solaire est disponible) et plus élevé la nuit (lorsque l'énergie provient des batteries). Cela incite les utilisateurs à consommer prioritairement en journée et réduit les décharges profondes nocturnes.

Élaboration d'un planning de service pour les UPE

Organiser les horaires de fonctionnement des équipements fortement consommateurs d'énergie (moulins, machines, etc.) afin qu'ils opèrent principalement durant les heures d'ensoleillement.

Cette planification limite les pics de consommation nocturne et prolonge la durée de vie du parc batteries. Ces mesures, combinées à un suivi rigoureux de la charge et de l'état des batteries, permettent d'améliorer durablement la performance et la rentabilité des installations solaires en site isolé.

Entretien périodique

Les batteries à électrolyte liquide nécessitent un entretien régulier pour garantir leur bon fonctionnement, leur longévité, et la sécurité de l'installation et du personnel. Les principales opérations à réaliser sont :

Vérification des serrages des cosses de batterie

Il est recommandé d'utiliser une clé dynamométrique pour contrôler le couple de serrage et effectuer un resserrage selon les préconisations du fabricant.

Remplissage de l'électrolyte avec de l'eau distillée

Cette opération est cruciale pour le bon fonctionnement des batteries et pour assurer la sécurité des travailleurs et des équipements de la centrale. Il est impératif de contrôler la qualité de l'eau distillée fournie par les distributeurs, en réalisant des tests réguliers du taux de fer contenu dans l'eau, car la présence de fer peut dégrader prématurément les batteries.

Retour d'expérience : Incident d'Iftotaka (Octobre 2023)

En octobre 2023, la centrale solaire d'Iftotaka a subi l'explosion de plusieurs batteries, due à un niveau d'électrolyte trop bas et à l'absence de remplissage en eau distillée. Cette négligence a entraîné des dégâts matériels importants pour l'exploitation.

Heureusement, aucun personnel ne se trouvait dans le local batterie au moment de l'incident.

Les autres équipements de puissance ont été épargnés grâce à leur installation dans un local séparé, ce qui souligne l'importance de séparer les locaux batteries et équipements de puissance pour des raisons de sécurité.

Actions correctives mises en place à la suite de cet incident, nous avons renforcé la surveillance du niveau d'électrolyte :

- Un contrôle visuel est systématiquement effectué via le bac transparent de chaque élément de batterie.
- Lorsque le niveau atteint la marque d'avertissement minimum, la centrale est mise à l'arrêt avant de procéder au remplissage avec de l'eau distillée.
- L'objectif reste de ne jamais atteindre ce niveau minimum et d'effectuer le remplissage préventivement, avant toute situation critique.

Comportement des batteries en fin de vie

Arrivé à la fin de vie, les batteries OPzS commencent généralement à présenter des signes de fin de vie, se traduisant par plusieurs dysfonctionnements caractéristiques :

- Instabilité de la tension : la tension des batteries devient fluctuante et sujette à des variations brusques, rendant le système difficile à stabiliser.
- Valeurs de SOC (State of Charge) erronées : les indicateurs de niveau de charge affichent des valeurs incorrectes, ne reflétant plus la réalité de la capacité restante.
- Capacité de stockage quasi nulle : les batteries ne parviennent plus à stocker l'énergie produite durant la journée, ce qui entraîne des arrêts automatiques du système dès le coucher du soleil, par manque d'énergie disponible.

À ce stade d'usure, certaines manipulations peuvent être envisagées pour prolonger temporairement la capacité de stockage et maintenir l'exploitation. L'une des méthodes consiste à réduire le nombre d'éléments, solution envisageable notamment lorsque l'installation dispose de deux parcs de batteries montés en parallèle.

Ci-dessous la procédure d'écrit par Jean Alizieu pour réduire de 48 éléments à 24 :

- Remplir l'eau distillée pour tous les éléments au max.
- Mettre les 2 parcs à l'arrêt total pendant 12h
- Mesurer les tensions précisément pour chaque élément après les 12h de repos
- Sélectionner les 24 meilleures tensions
- Les assembler en série (sans ordre particulier)
- Conserver les autres éléments « bon » bien identifier.

- Suivre pendant plusieurs jours le comportement du parc réduit. Cette nouvelle configuration peut entraîner la chute d'éléments avec une bonne tension dans les prochains jours/semaines. Les remplacer alors par les autres éléments « bon » si nécessaire

Retours pratiques sur le dimensionnement puis le remplacement d'un parc de batteries

Le renouvellement d'un parc batterie, après (en moyenne) 8 à 10 ans de fonctionnement, doit s'accompagner d'une nouvelle analyse de la demande, qui a elle-même évoluée au fil des années. Le monitoring éventuellement en place offre alors de précieuses informations ; des compléments d'enquêtes sur le terrain peuvent enrichir la méthode. Le renouvellement du parc batterie, qui peut également évoluer vers une autre technologie (plomb vers lithium Ion par exemple), s'accompagne souvent d'un renforcement des capacités de production solaire, ou d'ajout d'un groupe électrogène, le budget étant suffisamment significatif pour analyser l'ensemble des paramètres techniques et énergétiques du site et concevoir un repowering global.

Ajustement du dimensionnement des batteries dans les localités DEVEL'UP

Dans le cadre des localités DEVEL'UP, les nouvelles batteries ont été dimensionnées en fonction de l'énergie solaire produite quotidiennement, avec une autonomie cible de 24 heures.

4. ASPECTS TECHNIQUES

Cette approche a conduit à une réduction de capacité sur certaines localités, alors qu'auparavant, les parcs de batteries étaient systématiquement dimensionnés pour offrir 48 heures d'autonomie.

Objectifs et avantages de cette nouvelle stratégie

- Réduction de l'investissement lors du remplacement des équipements, en limitant la capacité installée à ce qui est réellement nécessaire selon la production solaire disponible et la consommation locale.
 - Assurer une charge complète régulière des batteries, en évitant les sous-charges chroniques dues à des surdimensionnements. Cette mesure contribue à améliorer la longévité des batteries et à limiter les phénomènes de sulfatation et de stratification de l'électrolyte.
- Il est bon de déstratifier dès que possible pour faciliter la recharge des bas de plaques.
 - Une déstratification initiale sera opérée avec une phase de charge initiale à une tension supérieure à la tension d'absorption mais inférieure à 64V, de façon à ce que la batterie puisse l'atteindre et s'y maintenir. Par ex $U1 = 60V$ (ce qui correspond à 2,5V par élément) avec une temporisation $T1 = 3h$.
 - Puis une phase d'absorption à 57V.
 - Une période d'ajustement des paramètres de charge sera effectuée à distance après la mise en service de chaque batterie. On mesurera pour ça le courant au début de la phase d'absorption (I_a), mais pas immédiatement après le changement de consigne : on attendra une minute pour laisser passer le transitoire de courant qui suit immédiatement la baisse de la consigne de tension.
 - Ce courant (I_a) sera comparé au dernier courant mesuré en déstratification (I_s), juste avant de passer en absorption. Si $I_a/I_s < 0,5$, un ajustement des paramètres de surcharge sera effectué ($U1$ et si nécessaire : $T1$).

Paramétrage et mise en service

Recommandations de Jean Alzieu pour la gestion de batteries plomb avec technologie Studer

- Les Xtender ne travaillent actuellement qu'avec des temporisations sur seuils de tension. Il faut faire avec.

EQUIPEMENTS DE PUISSANCES ET PROTECTION (RÉGULATEURS, CONVERTISSEURS, COFFRETS)

Précaution

Pour les équipements de puissance tels que les régulateurs et convertisseurs, les principales causes de défaillance identifiées sont :

Les surtensions causées par la foudre

Madagascar étant une région à forte activité orageuse, les installations solaires sont particulièrement exposées aux surtensions atmosphériques. Cela nécessite une vigilance permanente sur l'état et l'efficacité des parafoudres, ainsi qu'un entretien rigoureux du système de mise à la terre.

Les surcharges dues à des courts-circuits ou à l'utilisation d'équipements non adaptés

La connexion d'appareils non compatibles avec la puissance disponible, ou de mauvaise qualité, peut provoquer des surcharges et endommager les équipements de conversion.

Recommandations

- Il est impératif de contrôler régulièrement l'état des parafoudres et de remplacer immédiatement ceux qui présentent des signes de défaillance.
- Même si des équipements de protection sont installés, la solution la plus sûre reste d'arrêter la centrale en cas d'orage, afin de protéger l'ensemble du système et de garantir la sécurité du personnel et des installations.
- Utilisation de compteurs avec limitation de puissance
 - Installer des compteurs capables de limiter la puissance de sortie pour chaque abonné.
 - Les disjoncteurs seuls ne permettent pas de contrôler efficacement les puissances souscrites inférieures à 230 W. Ces compteurs

permettent de couper automatiquement l'alimentation en cas de dépassement de la puissance maximale autorisée, protégeant ainsi la centrale contre les surcharges.

- Sensibilisation et encadrement des abonnés
 - Mettre en place des actions de sensibilisation auprès des abonnés, en les incitant à consulter les opérateurs avant l'achat de nouveaux équipements électriques.
 - Cela permet de s'assurer que les appareils sont compatibles avec la capacité et les spécificités techniques de la centrale locale, et ainsi éviter l'introduction d'équipements trop énergivores ou inadaptés

Investiguer la réparation sur place des régulateurs / onduleurs

Les équipements d'électronique de puissance assurant la conversion et gestion de l'énergie sont également sensibles aux pannes et défaillances, d'autant plus fortes que leur sollicitation est élevée (climat, taux de charge, qualité de l'entretien de base). La plupart des matériels, et cela se confirme avec les équipements récents, ne sont pas « réparables », ni sur site, ni en usine. Les prix ayant tellement baissé, imaginer le rapatriement d'un matériel depuis le sud malgache vers l'Europe ou la Chine pour : (i) diagnostic, (ii) devis de réparation, (iii) réexpédition et réinstallation, n'a malheureusement plus aucune cohérence économique dans le modèle d'un opérateur. La solution la plus souvent adoptée est un remplacement soit à l'identique, soit par du matériel équivalent plus récent (souvent plus performant et moins onéreux). Toute cette approche exige une ingénierie préalable pour assurer la compatibilité entre composants de différentes générations.

POTEAUX, RÉSEAU, COMPTEURS

L'expérience confirme que même avec les meilleurs « certificats de traitement », les poteaux en bois ont une durée de vie limitée et posent de sérieux problèmes de pérennisation et de sécurité du réseau. Les mini-réseaux portant des câbles moins lourds que les réseaux urbains, des poteaux métalliques simple ou en béton sont fortement recommandés pour les projets neufs ou le repowering.

Les câbles réseau ne montrent pas de défaillance particulière dans le temps, sauf en cas de malveillance ou d'événements météorologiques extrêmes. Les compteurs installés chez les consommateurs dans la plupart des mini-réseaux mis en service avant 2017 sont des compteurs simples, mécaniques, robustes, mais fonctionnant en « post-paiement ». Si ces compteurs ne posent pas de

problèmes de fonctionnement et ont des durées de vie très élevées, ils sont cependant décriés à cause des difficultés engendrées par le post-paiement des consommations (voir partie 4 « L'Expérience du prépaiement » du chapitre 2).

La tendance au remplacement des compteurs en post-paiement par des compteurs numériques à prépaiement plus ou moins « connectés » semble être la tendance générale, cependant ces matériels sont nettement plus fragiles et nécessitent un pilotage complexe (réseau internet, serveur informatique) parfois difficile à mettre en œuvre en zone reculée. De plus, certaines « habitudes » de facturation associées aux compteurs post-paiement rendent socialement complexe l'acceptation d'une bascule au prépaiement.

ENJEUX AUTOUR DU MONITORING

Pour mieux planifier l'exploitation d'une centrale, notamment en ce qui concerne le nombre et le type d'abonnés ainsi que le taux de disponibilité souhaité, il est indispensable de prendre le temps d'étudier chaque cas en détail.

Démarche recommandée

Collecte de données de consommation réelles

Installer des data-loggers sur différents types d'abonnés afin d'enregistrer les consommations réelles sur une période représentative (journée, semaine, mois). Cela permet d'obtenir une vision précise du comportement de la demande selon les profils d'utilisation (ménages, commerces, ateliers, services communautaires...).

Analyse des comportements de consommation

Grâce aux données recueillies, il devient possible de :

- Identifier les périodes de forte consommation.
- Déterminer les équipements les plus énergivores.
- Évaluer les besoins spécifiques selon les jours et les saisons.

Optimisation du dimensionnement et de l'exploitation

Ces informations permettent d'ajuster le nombre d'abonnés admissibles, de définir des plages horaires de consommation prioritaires, et d'adapter la configuration de la centrale pour maintenir un bon taux de disponibilité sans compromettre la durée de vie des équipements.

Modalités d'usage UPE (courbes de charge) et impacts sur la centrale

MENUISERIE

Deux sortes d'usage :

- 1ère transformation (coupe de bois brut) : nécessite des matériels de très grande puissance
- 2e transformation (travail de bois pour fabrication de produits finis) : matériels possiblement adaptés à la taille de centrales off-grid

Mieux vaut laisser la machine à bois en marche sur toute la période d'utilisation plutôt qu'alterner des phases marche/arrêt afin de restreindre l'impact d'appels de puissance sur la centrale : en effet, les équipements demandent un pic de puissance au démarrage. Pour éliminer le pic de puissance au démarrage, il est nécessaire d'installer un variateur de vitesse.



EXEMPLE D'UN ATELIER DE BOIS À IFOTAKA

Activités : Production des planches, fabrication des meubles en bois, fabrication des portails

Heure de travail : 08h – 16h

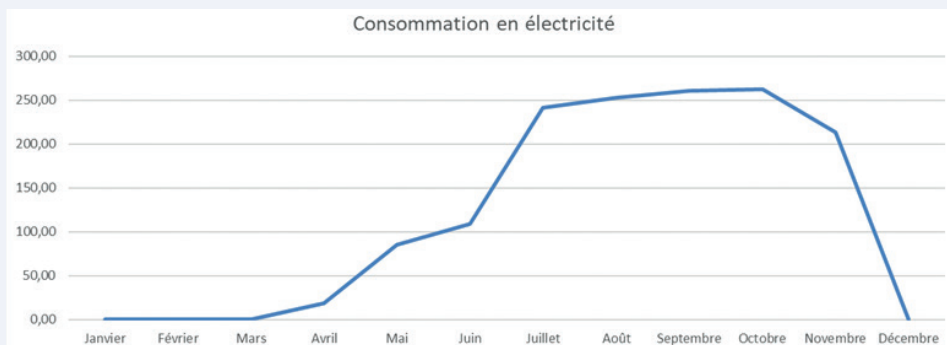
Jour de travail : 07 jours/ 07

Pic de puissance : 4kW

Consommation moyenne énergétique journalière : 08 kWh/jour

Rapport consommation/production (énergie) : 27%

Facturation moyenne mensuelle : 325 000 Ar/mois



Activité repris en mai 2024

L'activité commence à bien fonctionner depuis Juillet 2024

Décembre 2024 : Changement de compteur, manque de relever

4. ASPECTS TECHNIQUES

COUTURE

- Activité qui dépend beaucoup des événements de l'année : fête de paque ; rentrée scolaire ; fête nationale ; etc.
- Peu/pas de capacité de réparation pour les machines électriques : pas de SAV ; peu/pas de pièces de rechange disponible localement ; peu de connaissance locale sur la réparation des machines
- Utilisation de machine manuelle (à manivelle ou à pédale) est encore privilégié, même en ville, notamment pour les plus démunis
- Cependant, augmentation de la qualité notable avec la machine électrique
- Demandes de formation importantes, notamment en : formation spécifique sur l'utilisation et maintenances des machines électriques (actrices/acteurs souvent habitués aux machines manuelles) ; confection de costumes ; broderie ; pantalons avec poches

SOUDURE

- Demande une forte puissance
- Consomme peu d'électricité



EXEMPLE D'UN ATELIER DE SOUDURE À AMBONDRO

Activités : Soudure, réparation équipements agricole, réparation pièce métallique des chariots

Heure de travail : 08h – 14h (En fonction de la disponibilité de la centrale)

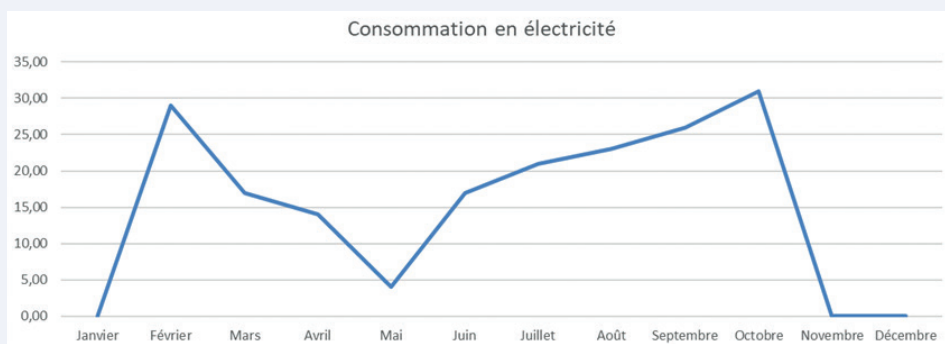
Jour de travail : Du Lundi au Samedi, plus de sollicitation pendant le jour du marché

Puissance appelée : 3,5 kW

Consommation moyenne énergétique journalière : 800Wh/jour

Rapport consommation/production (énergie) : 1,5%

Facturation moyenne mensuelle : 25 000 Ar TTC



COIFFURE

- Activité qui dépend beaucoup des événements de l'année : fête nationale ; mariage, etc.
- Formation techniques importantes pour garantir la pérennité de l'activité : technique difficile (lissage des cheveux)
- Privilégié des matériels de qualité professionnel mais faire attention aux capacités d'apports des actrices/acteurs souvent limité pour ce type d'activité

- S'assurer de la compatibilité des matériels avec la centrale
- Coiffure homme plus simple (et plus rentable ?) que la coiffure pour les femmes (une simple tondeuse est nécessaire)

MULTISERVICE

- Privilégier les imprimantes à recharge par fiole d'encre (et non cartouche)
- S'assurer de la présence d'encre compatible au niveau du district/région

CE QU'IL FAUT RETENIR

- ➔ Le manque d'entretien et de suivi technique régulier fragilise les équipements, accélère leur usure et augmente le recours aux groupes électrogènes, coûteux, peu durables et polluants.
- ➔ Le renforcement des capacités techniques des opérateurs (entretien, gestion, dépannage) est indispensable pour garantir la qualité du service dans la durée.
- ➔ Il est essentiel d'anticiper le renouvellement des équipements critiques (batteries, convertisseurs, régulateurs) au début de l'exploitation, même si le modèle initial ne l'intègre pas.
- ➔ Des outils comme le prépaiement, le monitoring à distance et le recours à des référents techniques locaux peuvent renforcer la fiabilité du service, à condition d'être bien intégrés dans un dispositif d'accompagnement global.



CONCLUSION

Le projet DEVEL'UP a permis de poser les bases d'un accompagnement structuré de l'électrification rurale, fondé sur une vision intégrée du développement territorial, où l'électricité devient un vecteur de transformation économique, sociale et institutionnelle. En s'appuyant sur la méthode PAMELA, il a montré que la simple mise en service d'un mini-réseau ne garantit ni l'accès ni l'impact ni la durabilité du service électrique : tout dépend de l'écosystème local dans lequel il s'insère.

Le retour d'expérience sur les localités accompagnées met en lumière plusieurs leviers de réussite : un accompagnement adapté des porteurs d'UPE, le choix rigoureux du matériel, une gouvernance locale impliquée, un modèle économique réaliste et un suivi technique régulier. Il révèle aussi des fragilités persistantes : capacité de paiement limitée, grilles tarifaires rigides, faible anticipation du renouvellement des équipements critiques et un rôle institutionnel encore trop peu opérationnel.

Face à ces défis, des pistes claires émergent :

- La nécessité d'un renforcement du rôle des institutions nationales et locales (ADER, ORE, autorités régionales, communes, CLE) ;
- L'intégration du renouvellement d'équipements dans les outils tarifaires et dans le plaidoyer auprès des bailleurs ;
- La mise en place de mécanismes financiers innovants, mutualisés ou ciblés, pour soutenir la durabilité ;
- Le développement d'une approche filière et chaîne de valeur pour sortir d'une logique individuelle et amorcer une dynamique territoriale plus forte.

Au-delà des résultats opérationnels, DEVEL'UP apporte des enseignements précieux pour toute politique publique ou projet d'électrification rurale : c'est en combinant ingénierie technique, appui économique et gouvernance locale qu'un mini-réseau peut réellement devenir un outil de développement structurant au service des communautés.

LES GUIDES DE LA FONDEM



DEVEL'UP

**DÉVELOPPEMENT
DE L'ENTREPRENARIAT
À TRAVERS LA VALORISATION
DE L'ECONOMIE LOCALE
ET DES USAGES PRODUCTIFS**

LES PARTENAIRES

Locaux

FIMIFA
ADER

Financiers

ADF
ADEME
Région Ile de France
FONDATION NEXANS
FONDATION ARTELIA
SIGEIF
SENSE
MERIDIAM

