

L'ÉLECTRIFICATION RURALE PEUT-ELLE SOUTENIR L'ÉCONOMIE LOCALE ?

Limites et perspectives dans le Sud-Est Mali

Entretien avec Benjamin Pallière

Référent « Accès à l'énergie », GERES
b.palliere@geres.eu

Par Victor Béguerie

Chargé de recherches du programme
« Accès à l'électricité », FERDI
victor.beguerie@ferdi.fr



Batteries de la centrale de Koury
Source : GERES

Préserver l'environnement, limiter les changements climatiques et leurs conséquences et améliorer les conditions de vie des populations les plus pauvres : tels sont les grands défis que le GERES relève en déployant une ingénierie de développement et une expertise technique spécifique. Efficacité énergétique, énergies renouvelables et développement économique local sont au cœur de ses activités.

MOTS CLÉS

- ÉLECTRIFICATION RURALE
- ENTREPRISES
- SOLAIRE
- MINI-RÉSEAUX
- ZONE D'ACTIVITÉS

Développer l'électrification des petites entreprises rurales avec des solutions solaires nécessite une conception adaptée à leurs équipements et l'impact de l'utilisation de leurs équipements sur un mini-réseau isolé doit être diagnostiqué et évalué avant de fournir une solution adaptée pour satisfaire leurs besoins de consommation. D'où la nécessité d'une Zone d'Activités Électrifiée (ZAE) complémentaire aux solutions existantes pour l'électrification des ménages.

Victor Béguerie : Le GERES est actif dans le domaine de l'électrification rurale au Mali, pouvez-vous, tout d'abord, nous présenter le contexte malien de l'électrification rurale ?

Benjamin Pallière : Afin d'améliorer l'accès à l'électricité en zone rurale, le Mali a choisi de s'appuyer sur des structures (entreprises privées, groupements d'intérêt économique, associations) indépendantes de l'opérateur historique qui exploitent des centrales électriques décentralisées alimentant des micro-réseaux. Ces structures, quasi exclusivement des entreprises, contrôlées par l'Agence Malienne pour le Développement de l'Énergie Domestique et de l'Électrification Rurale (AMADER), interviennent dans les zones non couvertes par l'opérateur national Électricité Du Mali (EDM). Actuellement, ces entreprises disposent d'une autorisation d'exploitation pendant une durée de 15 ans, renouvelable, et l'État participe le plus souvent au cofinancement initial des investissements. À elles de définir leur modèle économique, en tenant compte d'une tarification validée au niveau de l'AMADER pour celles qui reçoivent un appui financier de l'État. Initiée dans les années 2000, cette stratégie a permis de faire progresser le taux d'électrification rurale de 1 % en 2006 à 11,9 % en 2012¹ et 18 % en 2014². Après une première phase dans les années 2000 axée sur des solutions thermiques au gasoil, une seconde phase a commencé dans les années 2010 avec l'hybridation des centrales avec du solaire photovoltaïque (PV). Le GERES collabore avec une de ces entreprises privées d'électrification rurale, l'opérateur Yeelen Kura, une Société de Services Décentralisés (SSD) malienne créée en 2001 et exploitant dans le Sud-Est du pays en 2015 des centrales électriques décentralisées dans dix localités dont 9 centrales hybrides solaires-thermiques.

V.B. : Parmi ces dix localités, la SSD Yeelen Kura exploite la centrale hybride thermique solaire et le réseau de la localité de Koury où le GERES est particulièrement actif depuis quasiment une décennie. Quelles sont les caractéristiques de cette localité ?

B.P. : Koury est un chef-lieu de commune de la région de Sikasso, qui comptait 14 915 habitants en 2009³ et qui est accessible par une route goudronnée à 1 h 15 (110 km) de Koutiala, seconde ville industrielle du Mali et capitale malienne du coton. Ville frontalière avec le Burkina Faso, Koury est la deuxième porte d'entrée depuis ce pays. Koury est la ville la plus peuplée du cercle de Yorosso, qui comprend 211 000 habitants en 2009. Elle est particulièrement dynamique du fait de sa position, et étant dans la zone cotonnière du Mali

V.B. : Comment évalueriez-vous l'impact économique des actions de l'AMADER ?

B.P. : Le programme d'électrification rurale malien vise à répondre à plusieurs cibles : clients domestiques, éclairage public, clients productifs ou sociocommunautaires. L'utilisation productive de l'électricité est supposée générer des revenus qui vont améliorer les conditions de vie des populations. En outre, ces revenus devraient permettre de financer l'électricité de confort. Mais les retours du terrain montrent que cette



Figure 1. Localisation du projet - Source : FERDI

grille de lecture ne correspond pas à la réalité. Alors que des progrès encourageants sont constatés en ce qui concerne l'utilisation domestique de l'électricité, l'éclairage public et l'électrification des centres sociocommunautaires, l'impact de l'électrification sur le développement des très petites entreprises (TPE) n'est pas si important^{4,5} : les factures électriques des ménages ne sont pas financées par ces nouvelles activités, pas plus que le fournisseur d'électricité ne trouve dans ces clients productifs une source de recettes décisives. L'utilisation productive de l'électricité semble rester mineure, voire impossible pour certaines activités, car elle provoque pannes ou dégradation de la qualité du réseau électrique. Ainsi en 2014, dans trois localités gérées par la SSD Yeelen Kura disposant d'une activité économique développée (Bla, Koury et Yorosso) seulement 10 % de l'électricité produite était consommée par des clients productifs.

1 Banque mondiale (2015), Databank, <http://data.worldbank.org/country/mali>

2 Toure, H. (2014), Présentation du Mali à l'Atelier Régional d'échanges et de renforcement de capacité sur le Programme d'accès à l'énergie de l'Afrique, AMADER

3 INSTAT (2013), 4^e Recensement Général de la Population et de l'Habitat du Mali (RGPH)

4 Mayer-Tasch, L., Mukherjee, M., Reiche K. (2013), Measuring Impacts of Electrification on Small and Micro-Enterprises in sub-Saharan Africa, GIZ

5 Shanker, A. (2012), Accès à l'électricité en Afrique subsaharienne : retours d'expérience et approches innovantes, Document de travail de l'Agence Française de Développement

V.B. : Pour mieux comprendre l'inadéquation qui existe entre les solutions technico-économiques installées et les besoins des clients productifs, pouvez-vous nous présenter les solutions technico-économiques gérées par la SSD Yeelen Kura à Koury par exemple ?

B.P. : Koury dispose d'une centrale hybride solaire-thermique (comprenant 100 kWc de panneaux solaires, un groupe électrogène de 275 kVA) et d'un réseau décentralisé, non raccordé à l'interconnexion de la sous-région, avec une ouverture journalière de 16 h à 1 h du matin. Le tarif du kWh est de 250 FCFA/kWh (0,38 EUR/kWh) auquel il convient de rajouter les charges fixes (location du compteur, participation aux frais de l'éclairage public). Une fois prises en compte ces autres charges, le coût est de 335 FCFA/kWh (0,51 EUR/kWh). En 2013, le réseau basse-tension de 20,5 km couvrait 31 % du territoire habité de la ville de Koury. Chaque client peut disposer d'un accès mono ou triphasé, mais les fortes puissances (quelques kW) ne peuvent être satisfaites.

Garantir une électricité de bonne qualité suppose à la fois une centrale adaptée, mais aussi de disposer d'un réseau de distribution électrique adéquat. Dans le cadre d'une localité nouvellement électrifiée, et en forte croissance démographique, la maintenance du réseau suppose des ajustements périodiques, afin à la fois de réduire les pertes réseau, et garantir une électricité de qualité. Ce qui fut fait par exemple par Yeelen Kura en 2014.

Pour autant, comme la centrale et le réseau ont été conçus pour les clients de type domestique, ce travail ne suffit pas forcément pour tous les clients, en particulier les potentiels clients productifs.

V.B. : Quelles sont les principales contraintes économiques d'un opérateur d'électrification rurale exploitant une telle centrale hybride solaire-thermique ?

B.P. : Ces contraintes sont celles de chaque source : le solaire PV d'un côté, le générateur thermique de l'autre. Si l'enjeu d'une solution hybride est normalement de profiter des forces de chaque technologie, ce n'est qu'à condition d'éviter leur faiblesse.

Le solaire PV est une technologie devenue très compétitive en injection directe. Ce terme signifie que l'électricité est directement utilisée, sans être stockée. Car si le prix des panneaux solaires a fortement chuté, ce n'est pas le cas des batteries. En tenant compte de leur comportement, qui hélas se dégrade lorsque la température augmente au-delà des 25°C, le coût de

stockage au Mali varie entre 150 et 250 FCFA/kWh. Coût qui s'ajoute aux autres facteurs de production.

Un générateur thermique est utilisé de manière optimale autour de 70 % de sa charge nominale de fonctionnement. Sans prendre en compte les charges de personnel ou de remplacement du matériel, produire 1 kWh dans ces conditions au Mali, avec un gasoil ou un substitut (huile végétale) à 660 FCFA le litre et en tenant compte des frais d'entretiens réguliers du groupe, revient au minimum à 246 FCFA/kWh. Ce coût marginal représente le coût d'opportunité pour produire 1 kWh thermique supplémentaire.

Ces deux propriétés conduisent un opérateur à vouloir/devoir privilégier une consommation diurne, et à ajuster l'utilisation de ses batteries en lien avec son générateur thermique. Mais encore faut-il avoir des consommateurs diurnes.

V.B. : Quelles sont donc les spécificités des TPE qui font qu'il existe une inadéquation entre leurs besoins et les solutions technico-économiques installées ?

B.P. : Il existe deux types de TPE. Celles qui fournissent des services à partir d'équipements comparables en puissance ou en qualité attendue aux équipements des ménages, et qui, en dehors éventuellement des horaires, n'ont pas de besoins spécifiques. Il s'agit d'un coiffeur, d'un commerçant, d'un tailleur. Puis il y a les TPE qui fournissent des biens (boulangerie, menuiserie, atelier mécanique, adduction d'eau) ou des services (meunier, centre informatique, radio locale). Nous allons parler de cette seconde catégorie.

Les TPE ont besoin d'une électricité qui satisfait leur besoin de puissance (de 1 à 5 kW), avec une qualité respectée (pas de chute de tension, pas de délestage), aux horaires attendus (24h/24 pour certains, en journée pour d'autre). Le prix de l'électricité n'est pas une contrainte forte. Preuve en est le fait que toutes vont s'équiper de sources d'énergie électrique pour compenser les faiblesses de celles proposées par Yeelen Kura.

Satisfaire ces besoins n'a rien d'évident pour un opérateur d'électrification rurale, surtout quand sa priorité est l'électrification des ménages (ce qui lui est demandé en tout cas). Deux premiers problèmes vont se poser immédiatement : les horaires et le dimensionnement du réseau. Avec des centrales disposant d'une capacité de production limitée, vient rapidement le moment où toute consommation va se faire à partir d'électricité thermique (plus onéreuse). Second point, le dimensionnement du réseau électrique doit être adapté aux consommations. Avec des gros clients, il est important de poser des câbles de sections plus importantes afin de réduire les baisses de tension et les pertes en ligne, et parfois installer du matériel pour gérer les perturbations électriques. Il faut citer à ce titre la puissance réactive, due aux composants de type inductifs des machines et qui contribue à accroître l'intensité circulant dans les réseaux. La puissance réactive peut être réduite avec des armoires de compensation. Le deuxième type de perturbation plus rare en temps normal est la génération d'harmoniques, qui sont des signaux électriques de fréquence multiple du 50 Hz. Les harmoniques viennent donc perturber l'aspect sinusoïdal du signal électrique, et peuvent occasionner des dommages sur certains équipements. Ils peuvent être créés par les onduleurs – convertisseurs, et amplifiés par certains appareils sur le réseau. Il faut alors installer des filtres d'harmonique. Mais un opérateur d'électrification rurale, dont le modèle économique est difficile et la capacité d'investissement limitée, préférera concentrer son réseau sur les clients domestiques, surtout lorsque les TPE n'étaient initialement pas installées.

Pourtant, et cela terminera cette réponse, les entreprises rurales peuvent être prêtes à payer le coût réel de l'électricité. Un boulanger a besoin d'électricité pour son pétrin. Au lieu d'être limité à quelques dizaines de baguettes par jour, il va pouvoir en préparer entre 1 000 ou 2 000. À 300 FCFA le kWh (tout compris), l'électricité utilisée pour le pétrin va représenter 3 % de son chiffre d'affaires.

V.B. : Quelles sont les solutions développées par le GERES et Yeelen Kura pour améliorer l'utilisation productive de l'électricité ?

B.P. : L'évolution du secteur, en particulier l'arrivée des centrales hybrides solaires-thermiques, constitue une occasion favorable de reprendre en compte ces clients très particuliers dès le dimensionnement technico-économique de la solution.

Dans une configuration classique d'une société d'électrification rurale au Mali, le réseau exploité a été construit d'abord et avant tout pour des clients domestiques. À la prise en compte des besoins en puissance et des perturbations générées par les machines des entreprises rurales s'ajoutent trois points clés : les horaires de fonctionnement, la localisation et la tarification.

La question des horaires de fonctionnement est à rattacher à la production solaire. Fournir en énergie des clients diurnes nécessite moins d'investissement que pour fournir des clients nocturnes. La différence est notable. L'augmentation de cette clientèle « diurne » sera un des facteurs clés de la future viabilité des systèmes hybrides solaires-thermiques décentralisés. Or, s'il n'est pas évident pour un client domestique de déplacer ses différents usages énergétiques en journée, c'est naturellement plus facile pour un client productif.

Le second point est la localisation. En intégrant le fait qu'il faille deux types de réseaux différents, il apparaît naturellement que la dispersion des entreprises rurales dans une zone va démultiplier les investissements complémentaires à réaliser. Or une grande partie des clients productifs peuvent se déplacer, voire ont intérêt à se retrouver à proximité les uns des autres. Ce regroupement permet de faire baisser certains coûts d'investissement par le biais des économies d'échelle ainsi générées. C'est d'ailleurs vrai à la fois pour l'opérateur d'électricité, mais aussi pour la mairie ou toutes autres parties prenantes d'un programme d'appui à l'entrepreneuriat.

Le dernier point est la tarification. Les entreprises rurales sont en mesure de comprendre que le service qu'elles attendent n'est pas le même que celui des ménages, et qu'une tarification spéciale peut être mise en place, sous réserve d'être justifiée. Il ne s'agit sûrement pas de faire payer plus les entreprises sans aucune offre supplémentaire.

En intégrant aux points précédents les nouvelles pratiques d'urbanisme ou d'occupation de l'espace qui voient le jour, tout naturellement apparaît une solution à développer : la fourniture d'un service électrique spécifique aux TPE dans des zones localisées et viabilisées en conséquence. Cette solution consiste à regrouper géographiquement les TPE et artisans dans une zone bénéficiant d'un accès électrique spécifique à des horaires définis et sous des conditions différenciées selon les types d'acteurs.

C'est ainsi qu'est née l'idée de la Zone d'Activités Électrifiée (ZAE).

“LA SOLUTION CONSISTE À REGROUPER GÉOGRAPHIQUEMENT LES TPE ET ARTISANS DANS UNE ZONE BÉNÉFICIAIRE D'UN ACCÈS ÉLECTRIQUE SPÉCIFIQUE À DES HORAIRES DÉFINIS ET SOUS DES CONDITIONS DIFFÉRENCIÉES SELON LES TYPES D'ACTEURS.”

V.B. : Pouvez-vous nous en dire plus sur les actions du GERES dans la localité de Koury qui vous ont conduit à l'élaboration de cette Zone d'Activités Électrifiée (ZAE) ?

B.P. : Deux phases ont permis d'aboutir à la mise en place d'un projet ZAE, en identifiant clairement les contraintes et problèmes à résoudre, et en construisant les partenariats locaux nécessaires au futur projet.

- La première phase d'observation, qui a duré de 2007 à 2011, a permis de comprendre quelles entreprises rurales avaient ou non la possibilité ou l'intérêt de se raccorder au réseau électrique local. Cela a aussi permis de comprendre le métier de la SSD Yeelen Kura.
- La seconde phase a permis de coupler actions ciblées et mesures précises afin de comprendre précisément les besoins et interactions économiques entre ce type de clients et l'opérateur d'électricité : étude approfondie des impacts respectifs du projet sur les TPE électrifiées et le réseau électrique ; mise en place d'un espace de démonstration et de formation à l'utilisation du matériel électrique.

Et c'est en 2014 que le GERES et ses partenaires ont tiré les enseignements de ces deux premières phases d'analyse et ont proposé une démarche visant à développer la Zone d'Activités Électrifiée, démarche lancée réellement en 2016.

V.B. : En quoi ont consisté les deux premières phases du projet tournées vers l'observation et l'analyse ?

B.P. : L'équipe a utilisé un outil combinant prise de mesure et questionnement des acteurs, tant du côté de la fourniture que de la consommation d'électricité : le diagnostic énergie⁶ (voir Figure 2). Le diagnostic énergie se veut une photographie exhaustive réalisée à l'échelle d'une commune ou d'un département, qui

⁶ GERES (2014). Le diagnostic énergie en milieu rural. <http://www.geres.eu/fr/ressources/publications/item/436-le-diagnostic-energie-en-milieu-rural>

visé à faire ressortir la situation des consommateurs d'énergie (finaux et intermédiaires) de la chaîne de valeur à laquelle ils s'intègrent, des barrières auxquelles ils sont confrontés pour aller vers des solutions durables et propres. Cet outil et son application sur d'autres territoires vont fournir éléments techniques et idées de développement possible des zones nouvellement électrifiées.

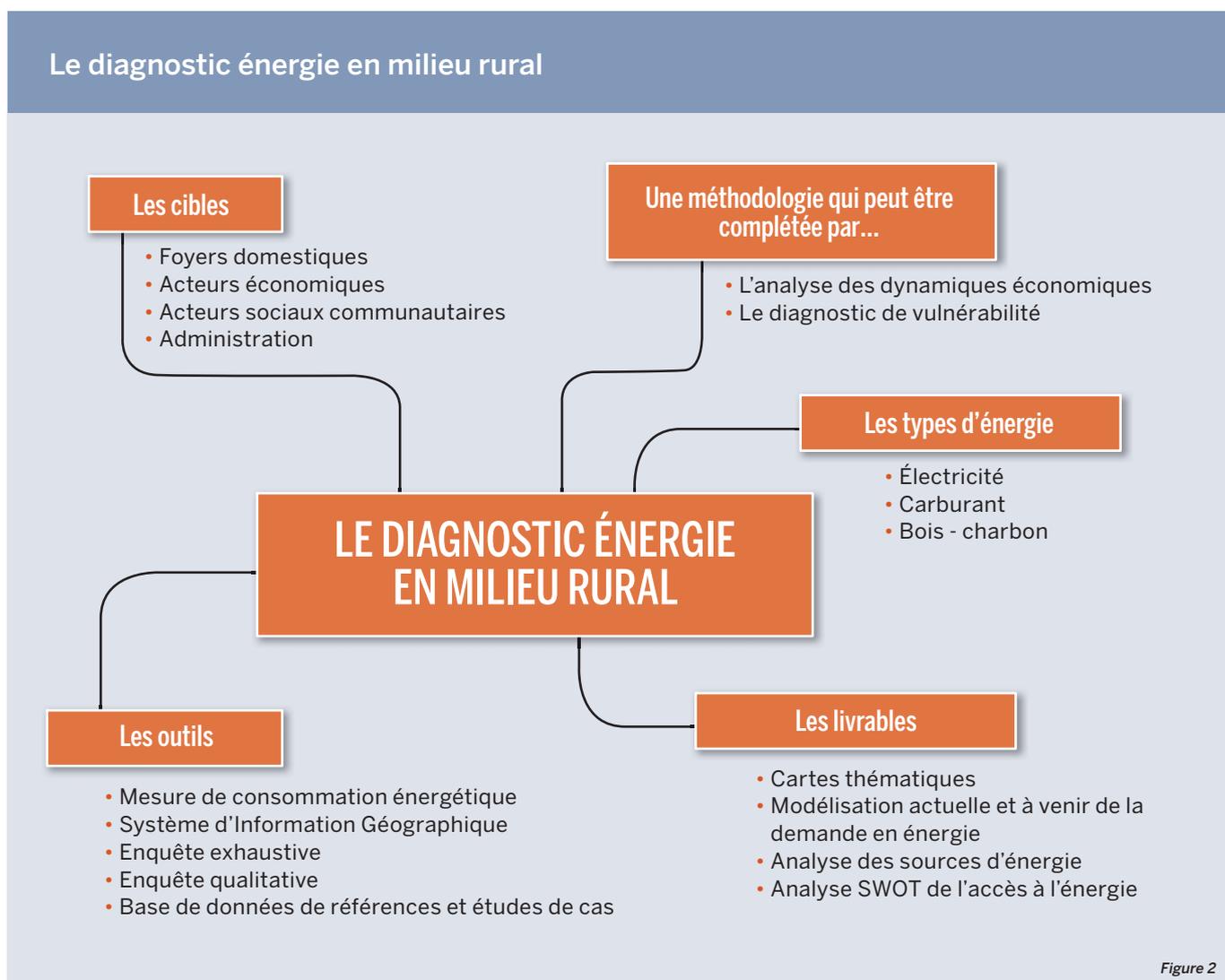
Le principe sur lequel se construit un diagnostic énergie est d'associer une cartographie exhaustive à une compréhension des acteurs ciblés s'appuyant sur des mesures d'énergies et des entretiens qualitatifs. L'équipe dispose pour cela d'une boîte à outils comprenant matériels de mesure avec des référentiels de comparaison, enquêtes avec modèles de questionnaires ou trames d'entretien. À chaque diagnostic il s'agit de ne conserver que les outils les plus adaptés. Disposer des référentiels mesurés dans d'autres localités est le prérequis essentiel à un diagnostic réussi.

V.B. : Qui sont les acteurs impliqués dans la création de la ZAE ?

B.P. : Trois acteurs majeurs sont impliqués :

• Opérateur d'électrification rurale

L'acteur clé de la démarche est l'opérateur d'électrification rurale, car la mise en place des solutions suppose son accord et son appui. En revanche, ce n'est pas à l'opérateur d'électrification d'être forcément moteur ou porteur d'un tel projet. Dans le cas présent, le rôle de Yeelen Kura est d'accompagner la démarche de ce pilote en étant transparente sur sa stratégie (et l'évolution de sa stratégie), ses objectifs et ses contraintes, et en étant volontaire sur les éventuelles études ou opérations à réaliser. Ceci s'explique par deux principales raisons : (i) Yeelen Kura se considère comme un acteur de développement et (ii) la résolution des problèmes posés par l'électrification des TPE faciliterait ses activités tout en répondant aux attentes de ses bailleurs de fonds.



• Structure qui fédère et représente le secteur productif

Les TPE sont regroupées dans une association d'artisans (l'ASAOK). Cette structure, ancienne, a été créée pour faciliter les échanges entre entreprises ou artisans sur des sujets précis (par exemple l'harmonisation des tarifs pour la mouture des céréales) ou pour servir de porte d'entrée à des programmes (formation par exemple). Le GERES travaille depuis plusieurs années avec l'association des artisans, tant au niveau de l'échelon communal qu'au niveau de l'échelon du Cercle. La ZAE pourrait amener à adapter le mandat de l'association.

• Représentants étatiques décentralisés (ici la mairie)

La mairie joue un rôle clé dans le travail à Koury, tant par son rôle mobilisateur et garant de la continuité, que par sa capacité à allouer des emplacements et terrains à ce genre de projet. Le souhait du GERES est de pouvoir impliquer davantage la mairie, particulièrement en amont du projet. Et la ZAE peut être l'occasion de montrer à une mairie comment elle peut s'approprier une thématique, l'énergie, qui auparavant était surtout vue comme relevant uniquement de Bamako.

Le tour de table financier étant clôturé fin 2015, les premiers travaux devraient voir le jour mi ou fin 2016.

V.B. : Quels sont les éléments clés de cette ZAE ?

B.P. : La ZAE vise à proposer un accès à une électricité de qualité (volet énergétique) dans un environnement propice à l'activité (volet immobilier) et en tenant compte d'un soutien non financier aux TPE clientes de la ZAE (volet appui à l'entreprise). Ce triptyque est essentiel.

Il va se traduire concrètement d'abord par l'installation d'un complément de 25 kWc sur le réseau de Yeelen Kura, la pose d'une ligne directe entre la centrale de Yeelen Kura et la ZAE (ce qui permet de différencier la gestion de la ZAE du reste du réseau) et enfin l'installation d'un parc de stockage de l'électricité au niveau de la ZAE. Cette solution électrique permet de restreindre le rôle de Yeelen Kura en un fournisseur d'électricité diurne, et de demander à la ZAE d'assumer le stockage et la gestion des perturbations électriques. Le surcoût induit sera donc directement facturé aux TPE, qui paieront un tarif différent entre la période diurne et la période nocturne. À ce stade, les prix envisagés sont de 250 FCFA/kWh en journée, 400 FCFA/kWh de nuit. Il faut bien avoir à l'esprit que par exemple pour un boulanger qui dispose d'un pétrin électrique (le four est à bois), de tels coûts de l'électricité représentent 2 % du prix de vente final d'une baguette. Par contre, la disponibilité 24h/24 de l'électricité lui permettra de réaliser davantage de fournée.

Le second point est de disposer d'un environnement propice au travail. Dans un pays chaud comme le Mali, tant pour les salariés que pour les équipements, cela signifie des bâtiments bioclimatiques. Le GERES est en partenariat à cette fin avec l'Association Voute Nubienne. Entre 500 et 600 m² d'espace seront viabilisés, soit environ un peu moins d'un quart de la superficie de l'espace disponible. La location de l'espace est basée sur un tarif de 500 FCFA/m² loué. Le principe retenu pour la gestion des locaux et de la distribution finale de l'énergie sur le site de la ZAE est celui d'un gestionnaire délégué, en sachant que le terrain et les murs sont et seront propriétés de l'association des artisans de Koury (ASAOK, avec qui le GERES travaille depuis plusieurs années). L'ensemble des prix de vente comprend une part dédiée au fonctionnement de l'équipe (gardiennage et gestionnaire), aux petits entretiens et réparations, et enfin aux provisions pour les futurs gros entretiens ou remplacement de matériels. Nous disposons déjà d'une ventilation de base qui sera renégociée au démarrage. À noter que ces prix et ventilation prennent en compte une inflation annuelle. De par la

présence de banque et d'institut de microfinance, il est beaucoup plus facile actuellement de permettre un contrôle sur une gestion déléguée.

Troisième point, l'appui à l'entreprise. Si quelques entrepreneurs (les plus riches et les mieux formés) n'ont pas besoin d'appui pour se développer, d'autres si. En particulier les femmes, moins habituées à développer des entreprises, ou les plus jeunes. Cet appui vise à la fois le projet en amont (réflexion autour du modèle économique, intermédiaire pour l'obtention d'un prêt), qu'ensuite (suivi des comptes et discussion sur les activités, formation sur des sujets particuliers : hygiène, impôts). Le GERES, dans ce type de projet, ne souhaite pas financer les équipements.

V.B. : En prenant un peu de recul, quels sont, d'après vous, les éventuels effets bénéfiques induits liés à la création de la ZAE à Koury ?

B.P. : Ce qui est intéressant, c'est finalement ce rôle de facilitateur que constitue la question énergétique. En contraignant les TPE à se concentrer spatialement, ce sont des nouveaux dispositifs et des opportunités qui sont rendus possibles. Voici trois exemples d'effets recherchés et observés par ailleurs. Tout d'abord, la dispersion des opérateurs économiques (non commerçants) fait partie des arguments qui reviennent régulièrement comme des contraintes pour une institution de microfinance. Disposer de 5 à 10 TPE sur un même lieu modifie la manière d'envisager leur suivi. Second point, les TPE se retrouvent naturellement clientes les unes des autres. Un boulanger a besoin de glaces (glaçons) lors du pétrissage. Les salariés sont ravis de profiter d'un service de restauration. Une station radio est un fournisseur rêvé pour de la promotion à moindre coût. Troisième point, le succès attire le succès. Il est autrement plus facile psychologiquement de s'installer dans un lieu comprenant déjà plusieurs entreprises que dans un endroit vide, sans animation. Et la confiance est une clé du succès d'un entrepreneur.