

Open ideas

SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE AU MALI

NOVEMBRE 2010

Définition des modalités techniques et organisationnelles assurant l'accès et le déploiement de solutions énergétiques solaires photovoltaïques pérennes en milieu rural au Mali.

Table des matières

Acronyms	1
Introduction	3
1 Les systèmes photovoltaïques au Mali	5
1.1 Classification des systèmes photovoltaïques	5
1.2 Les systèmes PicoPV	5
1.2.1 Les coûts	5
1.2.2 Le matériel	6
1.2.2.1 Qualité des kits	6
1.2.2.2 Batteries	7
1.2.2.3 Ampoules	7
1.3 Solar Home Systems	8
1.3.1 Les coûts	8
1.3.2 Le matériel	8
1.3.2.1 Panneaux solaire	8
1.3.2.2 Batteries	9
1.3.2.3 Ampoules	11
1.3.2.4 Régulateurs	11
1.4 Application de puissance : l'adduction d'eau	14
1.4.1 Les coûts	14
1.4.2 Le matériel	14
1.4.2.1 Pompes	14
1.4.2.2 Génie civil et citernes	14
2 Les acteurs privés du photovoltaïque au Mali	15
2.1 Classification des acteurs	15
3 Architectures de soutien à la filière photovoltaïque	19
3.1 Les systèmes PicoPV	19
3.1.1 Les points d'attention identifiés	19
3.1.2 Utilisation du levier financier	20
3.1.2.1 Achat comptant par l'utilisateur	20
3.2 Solar Home Systems	21
3.2.1 Les points d'attention identifiés	21
3.2.2 Réponse aux enjeux	22
3.2.3 Proposition d'architecture	23
3.3 Applications de puissance	24
Bibliographie	25

A	Compte-rendus d'interviews	27
A.1	Aircom	27
	A.1.1 Activité	27
	A.1.2 Produits	27
	A.1.3 Service après vente	28
	A.1.4 Retours d'expérience	28
	A.1.5 Autres	29
A.2	Avelux	30
	A.2.1 Activité	30
	A.2.2 Produits	30
	A.2.3 Service après vente	31
	A.2.4 Retours d'expérience	31
A.3	Diawara Solar	33
	A.3.1 Activité	33
	A.3.2 Produits	33
	A.3.3 Service après vente	34
	A.3.4 Retours d'expérience	34
A.4	Quincaillerie Djiguiya	35
	A.4.1 Activité	35
	A.4.2 Produits	35
A.5	Établissement Sidy Haidara	35
	A.5.1 Activité	35
A.6	Horonya	36
	A.6.1 Activité	36
	A.6.2 Produits	36
	A.6.3 Service après vente	37
	A.6.4 Retours d'expérience	37
	A.6.4.1 Alliance avec un IMF	37
A.7	HydroSahel	38
	A.7.1 Activité	38
	A.7.2 Produits	38
A.8	N'Tyo Traoré	39
	A.8.1 Activité	39
	A.8.2 Produits	39
	A.8.3 Service après vente	40
	A.8.4 Retours d'expérience	40
A.9	Seeba	41
	A.9.1 Activité	41
	A.9.2 Produits	41
	A.9.3 Service après vente	42
	A.9.4 Retours d'expérience	42
	A.9.5 Autres	43

A.10 Sinergie	44
A.10.1 Activité	44
A.10.2 Produits	45
A.10.3 Service après vente	46
A.10.4 Retours d'expérience	46
A.10.4.1 Alliance avec un IMF	46
A.10.5 Autres	46
A.11 Somimad	47
A.11.1 Activité	47
A.11.2 Produits	47
A.11.3 Service après vente	48
A.11.4 Autres	48
A.12 Thiam énergie solaire	49
A.12.1 Activité	49
A.12.2 Produits	49
A.12.3 Service après vente	49
A.12.4 Retours d'expérience	50

Acronymes

- AGM** Absorbed Glass Mat. 10
- AMADER** Agence Malienne pour le Développement de l'Énergie Domestique et de l'Électrification Rurale. 3, 4
- AOPP** Association des Organisations Professionnelles Paysannes. 6
- CA** Chiffre d'Affaire. 14
- CFL** lampe fluocompacte. 7, 11, 13, 22
- CNESOLER** Centre National de l'Énergie Solaire et des Énergies Renouvelables. 20
- DEL** diode électroluminescente. 6, 7, 11, 13, 22
- ER** électrification rurale. 3, 4
- IMF** Institut de MicroFinance. 3, 4, 24
- MUS** Multi-Users System. 5, 15
- OIET** Organisme Indépendant d'Expertise Technique. 23, 24
- ONG** Organisation Non Gouvernementale. 3
- PEDASB** Projet Énergie Domestique et Accès aux Services de Base en milieu rural. 3
- PV** Photovoltaïque. 3-5, 15
- REF** Rural Energy Foundation. 17, 23
- RIA** Réseau d'Installateurs Agréés. 23, 24
- SHS** Solar Home System. 5, 7-11, 14, 15, 20-24
- SLA** Sealed Lead Acid. 7, 10, 11
- SSD** Société de Services Décentralisés. 3
- VLRA** Valve Regulated Lead Acid. 10

Introduction

EN 2004, LE TAUX D'ACCÈS À L'ÉLECTRICITÉ en milieu rural au Mali était inférieur à 1%. Face au défi de l'électrification et du développement des zones rurales au Mali, l'énergie solaire est perçue comme une technologie dont le développement est stratégique.

La réforme du cadre institutionnel et réglementaire du secteur de l'électricité au Mali a permis de faire de la politique d'électrification rurale (ER) un des principaux moteurs de diffusion de l'énergie solaire au Mali, notamment depuis l'avènement de l'Agence Malienne pour le Développement de l'Énergie Domestique et de l'Électrification Rurale (AMADER). Le nouveau cadre institutionnel consacre le partenariat public privé comme mode de mise en oeuvre de l'électrification rurale décentralisée, qui s'est concrétisée avec le démarrage du projet Projet Énergie Domestique et Accès aux Services de Base en milieu rural (PEDASB). Désormais, les sociétés privées peuvent accéder à des subventions pour financer des activités d'ER. Ce cadre commence à délivrer des impacts réels en termes de taux d'électrification, et de puissance solaire Photovoltaïque (PV) installée, qui se limitaient auparavant à des actions menées par deux Sociétés de Services Décentralisés (SSDs), issues de programme de coopération internationale. La part du solaire reste cependant toujours marginale dans le bilan énergétique du Mali, et dans les projets d'ER.

Au sein du sous-secteur des énergies renouvelables, l'énergie solaire PV constitue la filière la plus développée au Mali. Cette filière regroupe des initiatives et des acteurs variés, qui ont expérimenté différents modèles de diffusion des énergies renouvelables. Ces acteurs regroupent l'État, les organismes de coopération internationale, les entreprises privées, les Organisations Non Gouvernementales (ONGs) et la société civile locale, mais aussi un secteur informel qui regroupe des actions ponctuelles pour l'électrification d'une maison ou d'un village.

En parallèle du cadre réglementaire de l'ER et du modèle qu'il tend à imposer, les projets en matière d'ER par voie solaire au Mali sont d'une grande diversité. Les différentes interventions dans le secteur de l'énergie solaire peuvent être catégorisées en :

Interventions publiques-privées, au sein desquelles on peut distinguer la mise en oeuvre de la politique d'ER par l'AMADER à travers le PEDASB, des modèles d'électrification rurale par voie PV exécutés dans le cadre d'actions de coopération internationale.

Interventions directes de l'État, qui mettent l'accent sur les équipements communautaires et productifs, et l'implication des collectivités territoriales.

Interventions purement privées, menées par des entreprises privées, et des acteurs de la société civile. Quelque soit le type d'intervention, les principaux modèles économiques de soutien à la diffusion de l'accès à l'énergie solaire sont la location (« fee for service »), la vente au comptant appuyé ou non par un service de crédit (« cash&carry sales »), le subventionnement.

Il ressort de l'analyse des projets d'ER menés au Mali [1] que la diffusion de l'énergie solaire PV au Mali fait face à plusieurs défis majeurs :

Éparpillement et méconnaissance mutuelle des acteurs et initiatives.

En dehors du cadre institutionnel de politique d'ER, le secteur de l'énergie solaire est encore peu structuré et la mise en réseau des acteurs de la coopération internationale et privés n'est pas effective. L'éparpillement et le manque de dialogue empêchent d'optimiser les synergies et les économies d'échelle, que cela soit en termes de négociation avec les Instituts de MicroFinance (IMFs) pour la mise en place d'instruments de financement, en termes de systématisation de l'implication des collectivités locales ou de partage de bonnes pratiques.

Quel avenir pour les projets menés en dehors du cadre réglementaire de l'ER ?

Une tension existe entre les deux principaux modes de développement de l'énergie solaire : dans les concessions d'ER, la location subventionnée de systèmes PV entre en concurrence avec l'offre privée d'équipements, vendus au comptant ou adossés à un système de crédit. S'il

existe quelques exemples d'entreprises établies avec succès sans soutien affirmé du gouvernement, les sociétés ayant l'occasion de devenir opérateur exclusif d'une zone de concession et de bénéficier de subventions, tendent à mieux survivre. A long terme, l'AMADER privilégie l'offre de location, en concession exclusive, mais dans la mesure où aucun projet AMADER n'est prévu dans une zone, une approche complémentaire, différente de celle du cadre réglementaire est la bienvenue.

Organiser la concurrence, notamment entre sociétés partenaires d'IMFs.

La diffusion de l'accès à l'énergie solaire, quelque soit le modèle mis en oeuvre, doit se faire dans les meilleures conditions économiques possibles, et il est important de faire jouer les mécanismes de concurrence entre les nombreuses sociétés privées présentes sur le marché malien. Dans les projets de diffusion de l'énergie solaire hors politique d'ER, les systèmes de microcrédit à l'énergie prévus doivent être organisés en faisant jouer la concurrence entre différentes sociétés, sur les prix et la qualité des prestations.

Défis technologiques et logistiques.

La diffusion de l'énergie solaire en milieu rural demande la mise en place d'une infrastructure technique et logistique adaptée pour assurer l'installation, la maintenance et le renouvellement d'équipements de qualité. Au-delà des différences de qualité du matériel solaire, la fiabilité et la durabilité des installations dépendent de la capacité à les maintenir dans le temps, ce qui nécessite un important travail de formation de techniciens et des utilisateurs, et de construction de relais techniques et commerciaux en milieu rural.

Défis financiers : dépendance aux subventions et diversité des besoins.

La politique d'ER, et de nombreux projets dépendent d'un accès à des subventions. Ces subventions sont généralement utilisées pour financer des investissements et diminuer le coût des systèmes pour l'utilisateur final. Si les subventions renforcent l'accessibilité du solaire, elles provoquent plusieurs effets indésirables, et notamment : dépendance de la politique d'ER à l'attribution de subventions étrangères, et distorsion de la concurrence par rapport aux entreprises privées soumises aux coûts du marché.

Défis de bonne gouvernance, et du mode de gestion.

Les différents projets identifiés ont expérimenté plusieurs montages en termes d'organisation locale des populations autour de la gestion et de l'exploitation des infrastructures énergétiques, et d'implication des collectivités territoriales. La présence d'acteurs locaux organisés, structurant le tissu socio-économique local, est une condition à la pérennisation des équipements solaires, notamment pour des usages collectifs, sociaux et productifs.

Dans l'optique d'un soutien à la filière PV au Mali, le maintien d'un environnement concurrentiel implique de s'appuyer sur les acteurs privés en place. Les interviews de différents acteurs privés de la filière sont synthétisées dans une première partie. Des architectures techniques et organisationnelles de soutien permettant de répondre au mieux aux différents défis identifiés sont ensuite proposées.

1 Les systèmes photovoltaïques au Mali

1.1 Classification des systèmes photovoltaïques

Tous les systèmes comprennent un ou plusieurs panneaux solaires de puissances variées, un système de régulation, souvent une solution de stockage, et différents appareils ou machines apportant le service recherché.

Nonobstant ces similarités, il apparaît nécessaire de différencier les systèmes PV selon plusieurs axes. Deux axes sont ici retenus :

- **L'application** – domestique ou de puissance
- **La taille** – systèmes PicoPV, Solar Home Systems (SHSs) ou Multi-Users Systems (MUSs)

D'un point de vue technique, *l'application* d'un système PV décentralisé est importante, et c'est selon cet axe que seront examinées les offres des acteurs privés. Dans le cas d'une application domestique, les systèmes PVs sont généralement classés selon leur *taille*, c'est à dire la puissance disponible et le nombre d'utilisateurs [5]. Ce critère de taille perd de sa pertinence dans le cas d'une application de puissance. Cette segmentation est représentée figure 1.1 avec les gammes de puissance indicatives correspondantes.

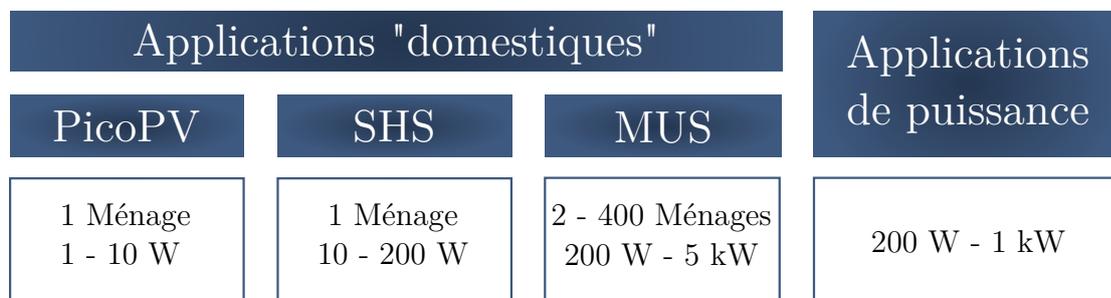


FIGURE 1.1 – Segmentation des systèmes solaires photovoltaïques

1.2 Les systèmes PicoPV

Plusieurs types de systèmes peuvent être distingués. Ces catégories sont indiquées pour information figure 1.2.

1.2.1 Les coûts

Les systèmes PicoPV sont encore trop peu disponibles au Mali. Il ressort des interviews que les entreprises qui ont fait l'expérience du PicoPV considèrent le rapport service/prix trop peu attractif pour intéresser les consommateurs.

Néanmoins, l'évolution récente des offres des constructeurs et la baisse importante des prix des systèmes n'a pas encore été intégrée par la plupart des entreprises rencontrées. Le prix de 40 000 à 50 000 CFA cités par les chefs d'entreprises pour une lanterne solaire n'est à ce jour plus d'actualité pour les systèmes les plus intéressants. 15 000 CFA en est un meilleur ordre de grandeur aujourd'hui.

Cette chute du coût des systèmes PicoPV va se poursuivre, et une baisse de l'ordre de 40% est attendue sur les 5 prochaines années [6].

La société la plus présente sur ce créneau parmi celles rencontrées est *Horonya*, qui propose à la vente plusieurs lanternes solaires et autres kits PicoPV. Le modèle qui rencontre le plus grand

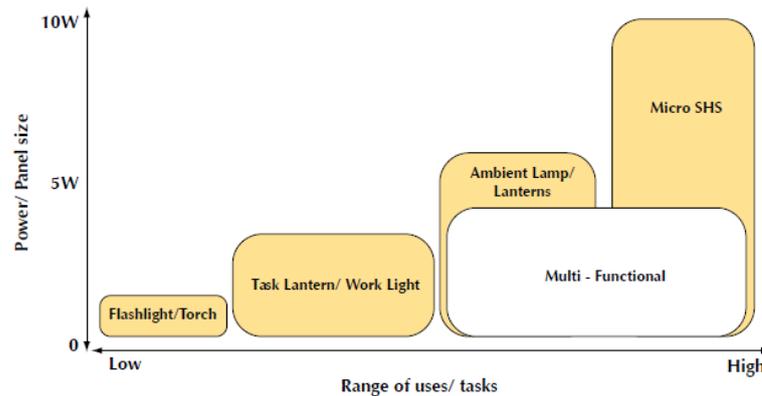


FIGURE 1.2 – Types de systèmes PicoPV [6]

succès est un kit proposé à un prix de 14 000 CFA et comprenant deux lampes, un panneau solaire de 1,5 W_c, et la possibilité de recharger un téléphone portable. Ce kit est de très loin le plus vendu du fait de son prix très attractif.

Au Mali, les torches à pile remplacent petit à petit les lampes à pétrole comme moyen d'éclairage, et représentent donc l'alternative à laquelle comparer les kits PicoPV.

Selon l'Association des Organisations Professionnelles Paysannes (AOPP)[10], le prix d'achat d'une telle torche varie entre 750 et 3000 CFA. Le remplacement des piles coûte cher, environ 500 CFA par semaine (une pile est vendue 150 CFA environ. Quatre sont généralement nécessaires au fonctionnement d'une torche et doivent être remplacées tous les 7 à 10 jours suivant l'utilisation). Selon l'AOPP toujours, la durée de vie des torches est variable, mais certaines sont de très mauvaise qualité et tombent en panne au bout d'une semaine. En considérant une durée de vie de 2 ans, l'utilisation d'une torche à pile revient à 15 000 CFA par an environ.

En comparaison, et sur la base du kit BarefootPower proposé par Horonya et par N'Tyo Traoré, en comptant un remplacement des batteries tous les 1,5 ans au prix de 1500 CFA et un remplacement des diodes électroluminescentes (DELs) tous les 3 ans au prix de 3000 CFA[8][7], le coût annuel sur 6 ans est de l'ordre de 5000 CFA. Ce coût annuel représente le tiers seulement de celui de la solution « torche à piles », sans même prendre en compte la luminosité plus importante de la solution PicoPV (quatre fois plus qu'une lampe à kerosene, et deux à trois fois plus qu'une torche à pile environ[7]), ou la possibilité de recharger son téléphone portable.

La recharge d'un téléphone coûtant 200 CFA environ, ce service apporté par le kit PicoPV est valorisé à 10 000 CFA par an environ, en comptant une recharge hebdomadaire. Ce point explique sans aucun doute l'importance accordée par les consommateurs à cette fonctionnalité de recharge de téléphone, comme affirmé par N'Tyo Traoré.

Compte tenu des prix pratiqués et de la baisse prévue de leur coûts, les kits PicoPV représentent donc un moyen très attractif pour amener un service énergétique basique aux ménages les plus pauvres.

1.2.2 Le matériel

1.2.2.1 Qualité des kits

Pour que cette diffusion soit profitable et efficace, un accompagnement semble néanmoins nécessaire. En effet, le nombre de fabricants de kits PicoPV est élevé et encore en augmentation. Toutes les qualités sont disponibles et il est a priori difficile de s'assurer de la qualité d'un modèle particulier.

Les principales déficiences rencontrées sur les systèmes en circulation aujourd'hui sont les suivantes [5] :

- Fabrication et solidité mécanique de mauvaise qualité
- Absence de protection « overcurrent » des DELs
- Design électrique de mauvaise qualité
- Intensité lumineuse insuffisante
- Mauvaise qualité des DELs : dégradation rapide de l'intensité lumineuse
- Panneaux solaires et batteries sous-dimensionnés ou ne correspondant pas aux valeurs annoncées
- Protection de la batterie défectueuse
- Ballasts des DELs et lampes fluocompactes (CFLs) défectueux

De plus, peu d'entre eux répondent à la fois à des exigences de qualité et conservent un prix attractif. Quelques éléments techniques spécifiques concernant les choix technologiques des batteries et des ampoules sont exposés aux deux paragraphes suivants.

1.2.2.2 Batteries

Quatre technologies peuvent être distinguées :

Sealed Lead Acid (SLA) ces batteries sont utilisées lorsque des capacités relativement importantes sont nécessaires, c'est à dire dans les micro-SHS uniquement. Se référer au paragraphe 1.3.2.2 pour davantage de détails sur la technologie. Ces batteries sont utilisées dans environ 30% des systèmes sur le marché aujourd'hui [6], sur les systèmes PicoPV de plus forte puissance, de type Micro-SHS.

NiCd La toxicité très élevée du Cadmium amène à fortement déconseiller leur utilisation.

NiMH Ces batteries sont les plus avantageuses aujourd'hui sur les petites capacités. Elles sont utilisées dans environ 50% des systèmes sur le marché [6].

Li-ion De nombreux efforts de recherche sur les batteries portent sur la technologie Li-ion. En conséquence, cette technologie deviendra de plus en plus compétitive, et prendra le pas à la fois sur les technologies SLA et NiMH [6].

On retiendra que les batteries NiCd sont à éviter du fait de leur toxicité. Les batteries SLA et NiMH sont incontournables aujourd'hui, mais seront petit à petit remplacées par les batteries Li-ion.

1.2.2.3 Ampoules

Deux technologies sont aujourd'hui utilisées : les ampoules CFL et les ampoules DEL. D'un point de vue technique, les DELs ont une plus grande durée de vie, sont plus solides que les CFLs, et certaines consomment moins pour un même éclairage. Par contre, leur prix reste encore élevé, et leur puissance limitée. Par ailleurs, la démocratisation très récente de cette technologie d'éclairage rend difficile la sélection de composants de qualité. Alors que la durée de vie des DELs de puissance de bonne qualité est supérieure à 50 000 h, soit plus de 34 ans avec un éclairage journalier de 4 h, certains composants sur le marché sont loin de ces performances ; citons en exemple les tests de la GTZ [5], ou encore le témoignage de M. Thiam (Thiam énergie solaire), qui constate une durée de vie de 1 an seulement des produits qu'il propose à la vente.

Une ampoule DEL de bonne qualité peut néanmoins dès aujourd'hui représenter la meilleure solution technologique. Cet avantage va s'amplifier très rapidement, du fait de l'augmentation de la production comme des améliorations technologiques. Les prix de ce composant vont chuter de 20% environ annuellement au cours des 5 prochaines années [6]. C'est à dire une baisse de près de 75% d'ici 2015 [6]. Les ampoules DEL devraient en conséquence rapidement conquérir la totalité du marché PicoPV.

1.3 Solar Home Systems

Les professionnels proposant l'installation de SHS proposent de réaliser le dimensionnement de kits à la demande, mais la plupart proposent également des kits pré-dimensionnés. Les informations mentionnées lors des interviews sur les kits SHS constitués, aussi bien les services proposés, que leur composition et les prix sont synthétisés tableau 1.3.

1.3.1 Les coûts

La fourchette de prix des kits SHS, si elle n'est qu'indicative, est large : de 5000 à 12 500 CFA/ W_c environ (voir tableau 1.3). Il est important de noter que les conditions de vente ne sont pas identiques (garanties, mais aussi facturation de l'installation) entre les offres, le dimensionnement non plus, ainsi que le matériel installé (puissances des sources lumineuses par exemple).

Le kit 14 W_c – 3 ampoules, longtemps le plus populaire du fait de son prix plancher, est maintenant devancé par des kits plus puissants, permettant de recevoir la télévision ; typiquement, un kit de l'ordre de 50 à 75 W_c pour 3 ou 4 ampoules et un téléviseur couleur.

1.3.2 Le matériel

Les qualités du matériel disponible sont variées. La plupart des professionnels rencontrés importent du matériel de qualité en provenance d'Europe. Néanmoins, ceux-ci ne représentent pas la majorité des fournisseurs des systèmes destinés aux particuliers. A l'opposé, le matériel asiatique disponible en quincaillerie ou vendu par *Horonya* ne bénéficie d'absolument aucune garantie.

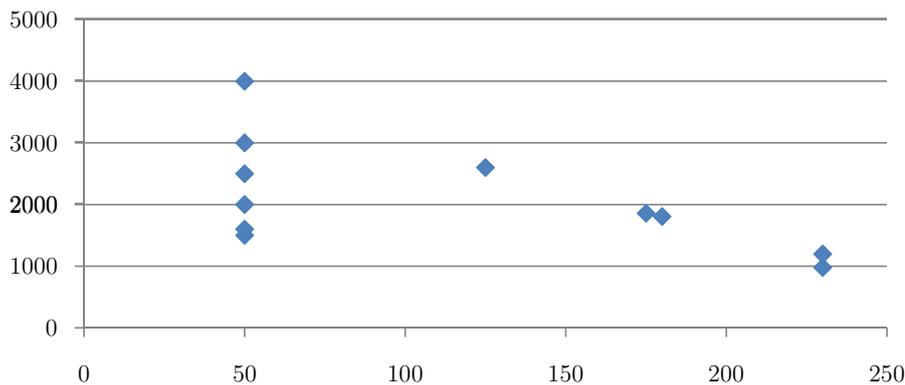
1.3.2.1 Panneaux solaire

Les tarifs mentionnés lors des interviews pour divers panneaux solaires sont synthétisés tableau 1.1 et figure 1.3. Ils sont exprimés relativement à la puissance crête du module¹. Ces prix ne sont toutefois pas vraiment comparables car les conditions de ventes, souvent non précisées lors des interviews, sont loin d'être identiques : *Somimad* ne facture pas l'installation en sus du matériel, alors que le surcoût s'élève à près de 30% pour *Horonya* par exemple.

Puissance [W_c]	Prix [CFA]	Prix [CFA/ W_c]	Fournisseur	Entreprise	Remarques
125	325000	2600	Tenesol	Aircom	
230	225000	978	Suntech	Aircom	
50,00	125000,00	2500	Yandalux	Avelux	mono cristallin
50,00	100000,00	2000	Yandalux	Avelux	couches minces
230,00	275000,00	1196	?	Djiguiya	
50,00	75000,00	1500	Horonya	Horonya	
180,00	325000,00	1806	Sharp	Seeba	
175,00	325000,00	1857	Photowatt	Seeba	
50,00	100000,00	2000	?	Seeba	couches minces
50,00	200000,00	4000	Tenesol	Somimad	
50,00	80000,00	1600	?	Thiam	« basse qualité »
50,00	150000,00	3000	?	Thiam	« haute qualité »

TABLE 1.1 – Prix des panneaux solaires annoncés en interviews

1. La puissance crête d'un module (en watt crête W_c) est la puissance (en watt W) délivrée par ce module dans des conditions standards

FIGURE 1.3 – Prix [CFA/ W_c] des panneaux solaires selon leur puissance

En termes de tendance et conformément à ce que l'on pouvait attendre, le prix au W_c est globalement décroissant avec la puissance crête du panneau.

Les données sont nombreuses uniquement pour les panneaux de $50 W_c$, et leur analyse montre une dispersion importante. La qualité se paie, que ce soit auprès d'un professionnel établi ou d'une quincaillerie : Les prix « haute qualité » de la quincaillerie [Thiam énergie solaire](#) sont même supérieurs à ceux pratiqués par [Avelux](#).

En termes de prix au W_c , le panneau le plus intéressant est fourni par Suntech. Si ce prix n'est qu'une projection puisque [Aircom](#) n'importe pas encore de matériel Suntech, le chiffre annoncé montre que les choix opérés par les importateurs Maliens interviewés sont discutables : entre le haut de gamme européen et le bas de gamme asiatique, seules deux entreprises parmi celles rencontrées cherchent à importer du matériel asiatique de qualité garantie, [Aircom](#) et [Seeba](#). Le prix mentionné par M. Coulibaly en ce qui concerne les produits Suntech montre pourtant qu'il n'est pas nécessaire de compromettre la qualité pour obtenir des prix raisonnables.

D'un point de vue technique, peu de panneaux de type couches-mince sont proposés, et les professionnels proposent des modules cristallins en majorité. En effet, si les modules couche-mince sont moins chers à l'achat et supportent mieux les hautes températures, leur durée de vie est moins longue, et les tensions plus élevées générées imposent l'emploi d'un régulateur spécifique plus onéreux. M. Konaté ([Avelux](#)) ne les juge pas plus intéressants.

1.3.2.2 Batteries

La batterie est bien souvent l'élément critique d'un SHS. En effet, c'est un élément coûteux, d'une durée de vie relativement limitée, et surtout, de qualité difficilement prévisible.

De nombreuses technologies de batteries existent sur le marché (voir à ce sujet le paragraphe 1.2.2.2). Compte tenu des quantités d'énergie plus importantes à stocker que dans le cas des systèmes PicoPV, seules des technologies acide-plomb sont utilisées pour les SHSs.

Deux types de batteries acide-plomb doivent être distinguées, les batteries stationnaires et les batteries de démarrage. Les batteries utilisées pour stocker l'énergie des installations photovoltaïques autonomes sont utilisées de façon très différente de celles des voitures, appelées « batteries de démarrage ».

On demande à la batterie d'une voiture de pouvoir fournir une forte intensité sur un court laps de temps (lors du démarrage) et se recharger très vite lorsque le moteur tourne. Une batterie solaire doit fournir un courant continu sur de longues périodes et se décharger profondément sans se détériorer. Dans les deux cas, cette opération doit pouvoir se renouveler régulièrement pendant des années.

Par conséquent, ces batteries n'ont pas été conçues de la même façon. Il est déconseillé d'utiliser une batterie de voiture pour un SHS. Même si celle de la voiture revient moins cher

et que cela fonctionne en apparence, les économies ne seront que provisoires : la batterie se détériorera vite et il faudra la remplacer beaucoup plus souvent.

Outre cette distinction d'usage, plusieurs technologies de batteries acide-plomb coexistent :

Batteries liquide Ces batteries sont les moins chères. Il est par contre nécessaire de les entretenir régulièrement, tous les 2 à 4 mois environ. Le niveau d'électrolyte liquide doit être complété par de l'eau distillée. Si l'entretien est laissé à la charge du consommateur, cet entretien est souvent négligé, et lorsqu'il ne l'est pas, souvent bâclé d'après les personnes interviewées : introduire de l'eau autre que distillée ou de l'acide réduit considérablement la durée de vie de la batterie. C'est la raison qui pousse les professionnels du secteur à installer des batteries sans entretien, tout du moins lorsque l'entretien ne sera pas à la charge d'un professionnel, nonobstant le surcoût engendré (voir la figure 1.4)

Batteries sans entretien Valve Regulated Lead Acid (VLRA) ou SLA Deux types de technologies sans entretien sont à distinguer :

Batteries Absorbed Glass Mat (AGM) Ces batteries sont généralement recherchées pour les fortes intensités qu'elles permettent. Par ailleurs, la durée de vie des batteries AGM est davantage impactée par les hautes températures que celle des batteries gel. Ce n'est donc pas une technologie particulièrement adaptée au cas d'applications solaires. Ce type de batterie n'a d'ailleurs pas été mentionné lors des interviews.

Batteries gel Les batteries gel ont en général une durée de vie plus longue et une meilleure capacité de cyclage que les batteries AGM. La nécessité de les charger à faible intensité n'est pas une réelle contrainte dans l'utilisation SHS. D'après les interviews menées, c'est la technologie la plus proposée par les professionnels du secteur.

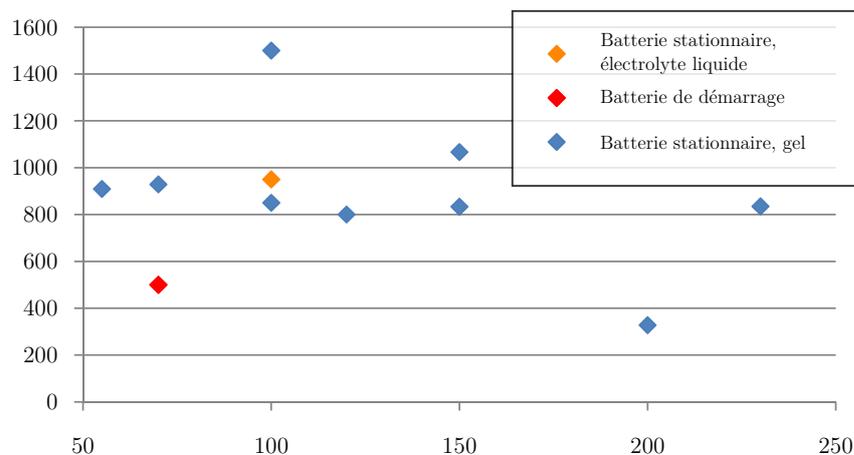


FIGURE 1.4 – Prix [CFA/Ah] des batteries selon leur capacité

Les batteries stationnaires de technologie gel semblent donc les plus adaptées au cas des SHSs. Néanmoins leur surcoût par rapport à une batterie stationnaire à électrolyte liquide peut être évité dans les rares cas où l'entretien sera effectué par un professionnel.

Les températures élevées ainsi que des cyclages importants conduisent à des durées de vie réduites : les durées de vie annoncées s'échelonnent entre 2 et 6 ans. Il semble difficile de se reposer sur les caractéristiques annoncées par les fournisseurs pour prévoir la durée de vie réelle des batteries. L'expérience prime, et a conduit par exemple les sociétés Sinergie et Yeelen Kura [3] à écarter certaines marques jugées trop peu fiables.

La plupart des professionnels rencontrés proposent une garantie de 1 an seulement sur les batteries. Seule la société Aircom propose une garantie de 2 ans dans le cas où ils réalisent l'installation, pour du matériel à un prix très compétitif (voir figure 1.4), et avec une durée de vie constatée de 5 ans. La société Somimad propose quant à elle une garantie remarquable de 5

ans sur ses batteries. Cette assurance qualité se paie néanmoins, puisque les prix annoncés sont les plus élevés de ceux recensés (c.f. figure 1.4 et tableau 1.2).

Les batteries acide-plomb sont polluantes du fait à la fois du plomb et de l'acide qu'elles contiennent. Contrairement à ce que la quasi-totalité des professionnels rencontrés affirment, une filière de recyclage, assez « officieuse » il est vrai, existe au Mali. Des entreprises telles que l'Établissement Sidy Haidara rachètent les batteries au poids pour les exporter ensuite vers l'Asie où elles sont recyclées. Les batteries à électrolyte liquide sont rachetées sèches autour de 350 CFA/kg, et les batteries SLA sont reprises en l'état au même prix selon M. Haidara.

Environ 75% des batteries au plomb sont ainsi récupérées [3] et exportées vers l'Asie. La situation est néanmoins améliorable : 25% du plomb, soit 1000 tonnes (en 2006) [3] sont dispersées dans la nature, mais aussi la totalité de l'électrolyte contenant de l'acide sulfurique ainsi que des résidus de plomb. Voir le rapport du Geres [3] à ce sujet pour une étude détaillée des problématiques soulevées par la gestion de fin de vie des batteries acide-plomb au Mali.

1.3.2.3 Ampoules

Les deux technologies DEL et CFL (comparées au paragraphe 1.2.2.3) sont utilisées (voir tableau 1.3). La technologie CFL a plus de pertinence sur le segment SHS que sur le segment PicoPV puisque les puissances des sources lumineuses sont généralement plus importante. Néanmoins, sur ce segment également, les DELs gagnent en intérêt et en part de marché. Les expériences des professionnels sont variées, et les interviews soulignent la difficulté d'obtenir des ampoules DEL de qualité.

1.3.2.4 Régulateurs

Le régulateur a pour rôle de faire lien entre le module solaire, les services (ampoules, téléviseur...), et la batterie. Un régulateur est absolument indispensable à la sauvegarde de la batterie. Plusieurs gammes et qualités sont disponibles. Les modèles comportant un système de compensation en température sont recommandés. De même, un affichage, même sommaire, de l'état de charge de la batterie est fortement souhaitable.

Les professionnels rencontrés installent quasiment tous des régulateurs Steca, marque reconnue pour la qualité de ses produits. La durée de vie constatée de ces régulateurs est de 5 à 6 ans environ.

Capacité [Ah]	Prix [CFA]	Prix [CFA/Ah]	Fournisseur	Importateur	Durée de vie	Garantie	Technologie
200	65500	328	Phaesun	Aircom	5 ans constatés.	2 ans si installée par Aircom, 1 an sinon	gel
150	160000	1067	Yandalux	Avelux	6 ans environ selon Avelux	1 an	gel
55	50000	909	Horonya	Horonya		Aucune garantie écrite	gel
70	65000	929					
100	85000	850					
120	96000	800					
150	125000	833					
230	192000	835					
100	95000	950	Tenesol	Somimad		Garantie de 5 ans	electrolyte
100	150000	1500					gel
70	35000	500					automobile, à électrolyte

TABLE 1.2 – Prix des batteries annoncés en interviews

Module [W _c]	Batterie [Ah]	Services	Entreprise	Prix [CFA]	Remarques
14		3 ampoules LED		77000	
50		3 ampoules LED + TV NB	Aircom	275000	5000 CFA / Wc environ + 5-10% d'installation
75		4 ampoules LED + TV couleur		412500	
100		6 ampoules LED + TV couleur		550000	
14		3 ampoules de 2 à 5 W		175 000	
50	70	5 lampes + TV	Avelux	500 000	ampoules DEL ou CFL
80	100	5 - 6 ampoules		750 000	
50			Diawara	450 000	fourchette de prix indicative
240				1 200 000	
		3 ampoules	Horonya	130 000	+ frais déplacement pour l'installation
40		3 ampoules	Sinergie	300000	ampoules CFL
		3 ampoules + TV NB			
50	55	TV couleur			
		3 ampoules + TV couleur			
50	100	3 ampoules	Somimad	500 000	installation comprise

TABLE 1.3 – Caractéristiques de kits SHS mentionnées en interviews

1.4 Application de puissance : l'adduction d'eau

L'adduction d'eau est la seule application de puissance mentionnée par les acteurs interviewés. Ce segment de marché représente d'ailleurs une part importante du Chiffre d'Affaire (CA) des professionnels orientés « installation – maintenance ».

1.4.1 Les coûts

La force technique de l'adduction d'eau solaire est l'utilisation du stockage de l'eau et non pas de l'électricité. Cela permet de s'affranchir de la contrainte technique des batteries, et donc de rendre la solution solaire plus facilement compétitive face aux groupes électrogènes que dans le cas d'application nécessitant un stockage sur batteries.

Les professionnels s'adaptent au cahier des charges de leurs clients (généralement des ONGs, des bailleurs ou l'Etat) et installent à la fois des systèmes d'adduction d'eau solaire, à base de groupe électrogène, ou encore hybrides. Aucun coût n'a été donné, puisque chaque situation est unique (profondeur du puit, longueur des canalisations. . .) mais les professionnels interrogés sont persuadés de l'intérêt économique de l'option solaire. Selon eux, les besoins de maintenance élevés des groupes électrogènes ainsi que le prix du carburant rend l'option solaire avantageuse sur le long terme.

Le système hybride, c'est à dire solaire, mais avec un groupe électrogène en générateur de secours semble relativement inutile. M. Bengaly, de la société *Sinergie*, constate le peu d'utilité en pratique du groupe électrogène, puisqu'il ne se met en marche qu'une seule fois par an environ selon son expérience. Une augmentation légère de la taille du réservoir permettrait de s'affranchir de ce poste de coût inutile.

Malgré son avantage économique par rapport aux autres solutions, le pompage solaire reste onéreux. Selon M. Tamboura de la société *Seeba*, le pompage solaire n'est pas abordable sans subvention, dans le cadre par exemple d'une activité de maraîchage. Ce constat est confirmé par le type des clients (généralement des ONGs, des bailleurs ou l'Etat) de ces installations.

1.4.2 Le matériel

Les panneaux solaires employés sont identiques à ceux utilisés pour des SHSs. Il s'agit généralement de modules de puissance conséquente. Les systèmes n'utilisent pas de batteries.

1.4.2.1 Pompes

Les professionnels interrogés font en majorité confiance à Grundfos pour les pompes. Des pompes Lorentz et Tenesol sont aussi utilisées.

Les pompes sont des organes mécaniques qui nécessitent un entretien régulier. Les acteurs rencontrés prévoient une visite annuelle de maintenance préventive des installations. Le coût de telles visites alors que le système est fonctionnel semble non justifié aux clients. Généralement, alors que les professionnels proposent des contrats de maintenance préventive, les consommateurs préfèrent attendre la panne et payer une intervention curative. Cet état de fait est loin d'être optimal, puisque dans la très grande majorité des cas, la maintenance préventive aurait permis d'éviter la panne selon Mme Tegueté de la société *Somimad*.

1.4.2.2 Génie civil et citernes

Les opérations de génie civil ou de métallurgie (citerne d'eau) sont soit réalisées en interne (*Diawara Solar*, *HydroSahel – Somimad*), soit sous-traitées (*Aircom*, *Avelux*).

2 Les acteurs privés du photovoltaïque au Mali

2.1 Classification des acteurs

Les acteurs privés du secteur du solaire PV, plus ou moins formels, existent en nombre au Mali. Les acteurs privés Maliens suivants ont été interviewés :

- AirCom
- Avelux
- Diawara Solar
- Quincaillerie Djiguiya
- Établissement Sidy Haidara
- Horonya
- HydroSahel
- N'Tyo Traoré
- Seeba
- Sinergie
- Somimad
- Thiam Énergie Solaire

Cette liste n'est bien sûr pas exhaustive, mais se veut représentative des différents types d'acteurs privés intervenant dans le domaine du solaire au Mali.

Les acteurs privés de la filière PV ont plusieurs rôles distincts. Seront considérés dans ce rapport les rôles typiques suivants :

- Importation
- Vente en gros
- Vente au détail
- Installation & Maintenance
- Opération Concession
- Gestion fin de vie

Le rôle de fabrication n'est pas présenté, car la totalité des acteurs rencontrés proposent des produits fabriqués hors du Mali¹.

Les positionnements des acteurs privés rencontrés sont synthétisés graphiquement figures 2.1 et 2.2. Les renseignements issus des interviews ne permettent pas de conclure quant à la capacité des entreprises à travailler sur des MUSs. De même, en ce qui concerne les applications de puissance, seul le cas de l'adduction d'eau est traité.

L'adduction d'eau représente généralement la plus grande part de l'activité des entreprises spécialisées dans l'« installation & maintenance », alors que les SHSs ou systèmes d'éclairage n'en représentent qu'une minorité (voir tableau 2.1). Cela est fortement lié au fonctionnement de ces entreprises : la réponse à appels d'offre représente le vecteur d'activité de choix de ces sociétés, dont les clients sont l'État Malien, des ONGs ou des bailleurs pour la majorité. Ces sociétés généralement ont peu de particuliers comme clients, qui s'approvisionnent plutôt dans des quincailleries telles que la Quincaillerie Djiguiya ou Thiam énergie solaire .

	Adduction d'eau	Éclairage	Remarques
Aircom	50%	30%	
Diawara Solar	80%	0%	5 SHSs vendus en 2010
Seeba	50%		
Sinergie	60%	20%	
Somimad	40%	2%	majorité de l'activité pour Orange
Thiam Energie Solaire	0%	100%	

TABLE 2.1 – Répartition de l'activité des acteurs interrogés

Les sociétés contactées ont pour la plupart une présence géographique réduite. Cela peut s'expliquer par le type de clientèle visée (peu ou pas de particuliers), mais aussi parfois par un

1. Il semble que l'entreprise Africa Power assemble des panneaux solaires au Mali [13], mais n'a pas été rencontrée

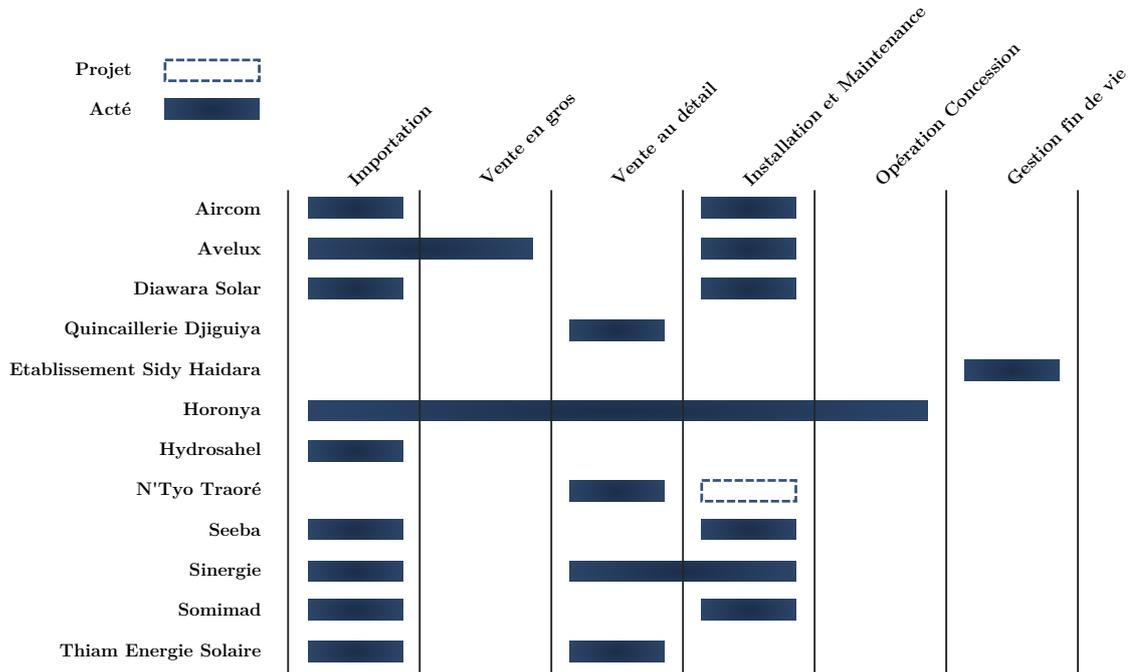


FIGURE 2.1 – Positionnement des acteurs privés dans la chaîne de valeur

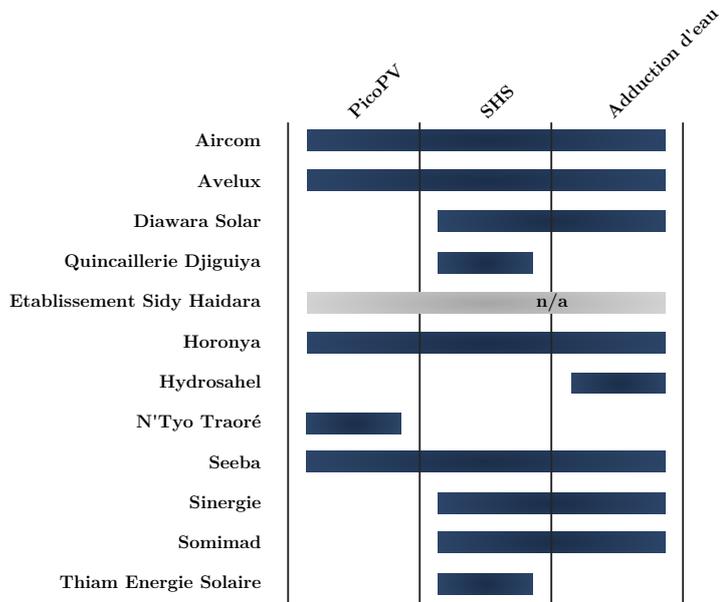


FIGURE 2.2 – Gamme d'offre des acteurs privés

manque de volonté commerciale : M. Traoré par exemple de la société [Diawara Solar](#), ne compte pas ouvrir de succursale tant que l'entreprise ne possède pas assez de clients localement, alors que justement, l'installation d'une succursale permettrait sans aucun doute d'attirer des clients localement.

Seule l'entreprise [Sinergie](#) possède un réseau national de relais techniques conventionnés (deux relais par région). C'est le cas aussi de [N'Tyo Traoré](#), mais il s'agit davantage d'un réseau de vente « officieux » qu'un réel réseau de partenaires techniques. [Somimad](#) possède quant à elle deux relais techniques (Ségou et Mopti). [Horonya](#) possède une succursale de vente de matériel solaire à Kayes, qui concentre d'ailleurs la majorité de la vente au détail. Les techniciens sont par contre basés à Bamako. Enfin, si [Aircom](#) et [Avelux](#) souhaitent ouvrir respectivement deux et trois succursales, les autres entreprises rencontrées ne sont présentes qu'à Bamako uniquement.

En sus des réseaux de partenaires de ces acteurs privés, l'initiative de la Rural Energy Foundation (REF) est à souligner. REF a constitué au Mali un réseau national de 24 quincaillers environ sous le label « solaire.ici ! ». REF leur apporte un soutien business (marketing, gestion), mais aussi technique.

3 Architectures de soutien à la filière photovoltaïque

La SIDI cherche à mettre en place une instrumentation financière de soutien à la filière photovoltaïque au Mali. Si cette instrumentation financière doit aider à un déploiement de grande ampleur de la technologie solaire, c'est aussi et surtout un levier conséquent pour orienter le marché vers des solutions pertinentes, efficaces et efficientes.

Dans ce chapitre sont identifiés les risques et difficultés qui menacent cette efficacité, et des solutions sont proposées pour y remédier via le levier financier. Les solutions proposées se veulent les plus atomiques possibles, afin de garantir une grande répliquabilité.

3.1 Les systèmes PicoPV

3.1.1 Les points d'attention identifiés

Les systèmes PicoPV sont caractérisés par leur faible puissance ainsi que par leur aspect « Plug'n Play » fondamental. Leur installation ne nécessite pas de connaissances techniques particulières, ce qui facilite leur large diffusion. En revanche, cette facilité est également source de difficultés spécifiques.

Point d'attention	maillon de la chaîne impacté
Information d'utilisation	Usager
Qualité du matériel	Usager
Maintenance	Usager
Adéquation au marché	acteur de la chaîne de vente

TABLE 3.1 – Points critiques relatifs à la filière PicoPV

Information de l'utilisateur Le système peut passer de mains en mains avant d'être acquis par le consommateur, qui a peu de chances d'obtenir de son revendeur les instructions d'utilisation de rigueur. Cela peut s'avérer critique et ne semble pas suffisamment pris en compte par les revendeurs.

Ainsi, le kit à succès d'[Horonya](#) est livré avec une documentation en anglais, incompréhensible pour l'utilisateur final. Cela a un impact réel sur l'efficacité du système : la nécessité de recharger pendant deux jours complets les lampes avant la première utilisation n'a que peu de chance d'être respectée, ce qui réduit considérablement la durée de vie des batteries utilisées.

Cet exemple est caractéristique du principal défi lié au PicoPV, celui de l'information de l'utilisateur final. L'aspect « boîte » du PicoPV rend particulièrement utopique le contrôle du circuit de vente afin d'assurer l'information du consommateur final. A minima, un travail avec les fournisseurs et importateurs sur la documentation incluse semble nécessaire.

Qualité du matériel La qualité du matériel est un point critique déjà soulevé au paragraphe 1.2.2.1. Des initiatives sont lancées afin justement de mettre en avant les kits répondant à la fois à des exigences de qualité et conservant un prix attractif. L'initiative « Lighting Africa » se veut être un label de qualité. De même, la GTZ a entrepris de tester et comparer plusieurs systèmes [4].

Ces deux initiatives sont basées sur un protocole de test créé par le Fraunhofer Institute [2] permettant de détecter les défauts cités en 1.2.2.1. La méthode de test appliquée, si elle se veut répliquable à moindre frais, nécessite pour partie l'accès à un matériel spécifique. A ce titre, il est difficilement envisageable d'appliquer le protocole dans sa totalité. Néanmoins, certains critères « basiques » peuvent aider à écarter certains systèmes.

Il est intéressant de noter que le Centre National de l'Energie Solaire et des Energies Renouvelables (CNESOLER) a manifesté la volonté de tester les systèmes commercialisés au Mali [11] et pourrait servir de relais à la mise en place de tels tests.

Maintenance Comme indiqué paragraphe 1.2.1, une maintenance minimale est nécessaire : les batteries ainsi que les ampoules doivent être remplacées durant la durée de vie du kit. La disponibilité de pièces détachées adaptées à proximité du consommateur final est un critère qu'il semble nécessaire de mettre en avant. L'utilisateur doit pouvoir s'adresser à son revendeur et obtenir un kit en état de marche sous un délai réduit. L'assurance d'une maintenance de proximité rapide permet d'éviter à l'utilisateur de compromettre le fonctionnement du kit par une intervention d'une personne non familière du matériel.

Adéquation au marché L'expérience montre qu'un modèle peut être inadapté à un marché donné, indépendamment de ses qualités techniques intrinsèques. Le stock conséquent (1000 – 2000 systèmes selon N'Tyo Traoré) inventuré et invendable de kits PicoPV détenus par Horonya en est une illustration.

Il ressort par exemple des interviews (et notamment de celle de N'Tyo Traoré) que la possibilité de charger les téléphones portables est un élément cité comme un point crucial par les utilisateurs.

La GTZ a défini un protocole de test permettant de quantifier l'intérêt du public pour un modèle picoPV et sa volonté à payer [5]. L'utilisation de ce protocole de test permet de quantifier l'adéquation du modèle au marché considéré et pourrait être appliqué au Mali.

Cette popularité auprès des consommateurs est importante du fait de la baisse rapide des prix des systèmes PicoPV : un stock qui s'écoule difficilement aujourd'hui sera impossible à écouler dans quelques mois.

3.1.2 Utilisation du levier financier

Nonobstant le coût très réduit des kits les plus abordables, certains consommateurs ont apprécié de pouvoir les acquérir à crédit (officieux) selon N'Tyo Traoré. Cependant, un crédit à la consommation pour ce type de produit semble peu pertinent compte tenu du coût de transaction qu'il implique.

En revanche, les kits PicoPV de plus forte puissance (jusqu'à 15 W_c) de type micro-SHS coûtent autour de 100 \$ à 150 \$ (prix constructeur), soit un prix de vente approximatif au Mali de 70 à 110 000 CFA environ¹. Pour ce type de matériel, la pertinence du crédit à la consommation est à étudier.

Pour l'entreprise voulant lancer la commercialisation de kits PicoPV, le besoin en fond de roulement est conséquent. La mise en place de financements dédiés accélérerait le déploiement de ce type de système.

3.1.2.1 Achat comptant par l'utilisateur

Dans le cas où l'achat est effectué comptant par l'utilisateur, le financement des professionnels de la chaîne de vente est le seul levier financier disponible.

Acteur de la chaîne de vente Le financement de tout acteur de la chaîne de vente, de l'importateur, au grossiste ou encore au revendeur final doit être conditionné à

1. **La fourniture des informations d'utilisation du matériel à l'utilisateur :**
 - existence d'une notice détaillée adaptée au consommateur
 - dans le cas du revendeur uniquement, la connaissance du fonctionnement du système afin d'être dans la capacité de fournir ces informations à l'oral à l'utilisateur
2. **La validation de la qualité du matériel et de l'existence d'une garantie.** La construction d'une liste blanche de matériel autorisé apparaît comme l'option la plus pertinente. L'ajout d'un modèle à cette liste blanche devrait s'appuyer sur

1. Estimation basée sur les prix constructeurs BareFootPower et des prix pratiqués par Horonya

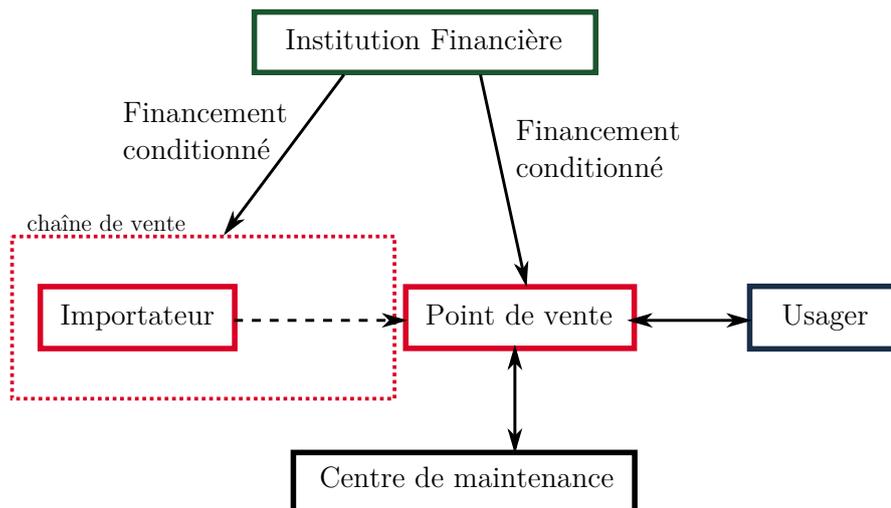


FIGURE 3.1 – Architecture de la chaîne de valeur du PicoPV, dans le cas de kits non éligibles à un crédit à la consommation

- l'application d'un protocole de test tiré de la démarche du Fraunhofer Institute [2].
- le retour d'expérience positif du déploiement du modèle. La définitions de critères tirés de ce même protocole sera nécessaire.
- la validation externe de la qualité : GTZ, Lighting Africa ...

3. **La preuve que le kit intéresse les potentiels usagers et qu'ils sont disposés à payer le prix demandé.** La construction d'une liste blanche semble là aussi l'option à retenir. L'ajout d'un modèle à cette liste blanche devrait s'appuyer sur
 - l'application du protocole de la GTZ [5] à ce sujet.
 - la preuve du succès du modèle dans le pays via un retour d'expérience.

Revendeur Le « revendeur » est défini comme un acteur vendant au détail directement au consommateur. Étant le dernier maillon de la chaîne, il est le point de contact avec l'utilisateur, au moment de l'achat, mais aussi pour la maintenance. Le financement de ce type d'acteur doit être de plus conditionné à

4. **L'assurance d'une maintenance rapide**
 - Directement au point de vente : cela nécessite la possession des pièces de rechange (batteries et ampoules) ainsi que le savoir faire nécessaire à leur remplacement.
 - Externalisée : le point de maintenance peut être externalisé à condition qu'il soit suffisamment proche pour assurer un remplacement rapide. L'organisation envisagée par N'Tyo Traoré rentre dans ce cas par exemple.

3.2 Solar Home Systems

Contrairement aux systèmes PicoPV, les systèmes SHS doivent être dimensionnés et installés par des professionnels. Cette différence est majeure et introduit dans la chaîne de valeur le rôle critique d'« installateur ». Par contre, le coût relativement élevé de ces équipements permet d'exercer un levier via le crédit à l'achat.

3.2.1 Les points d'attention identifiés

Les points d'attention suivant ont été identifiés :

Usage du système Le nombre d'installations solaires ne fonctionnant pas ou de manière sous-optimale est conséquent. Les raisons de ces dysfonctionnements sont multiples ; chaque

maillon de la chaîne de valeur y a potentiellement sa part de responsabilité, et notamment l'utilisateur. Les cas d'utilisation abusive sont en effet nombreux (ajout de services supplémentaire, utilisation en direct de la batterie...). Plusieurs professionnels ont mentionné pratiquer des visites à l'improviste au cours de la première année suivant l'installation du kit afin de vérifier l'utilisation qui était faite du système.

Qualité du dimensionnement et de l'installation L'installation d'un SHS demande des connaissances techniques spécifiques, de même que son dimensionnement. Il est indispensable de faire appel à un professionnel compétent pour ces deux tâches.

Qualité du matériel La qualité du matériel est un point critique déjà soulevé au paragraphe 1.3.2, tant au niveau des modules solaires, que des batteries ou des ampoules. Pour les batteries et les ampoules, comme déjà souligné au paragraphe 1.3.2, seule l'expérience semble permettre de déterminer les fournisseurs fiables. Néanmoins, et notamment dans le cas des batteries, les garanties offertes sont un point à considérer. Pour les modules solaires, il semble possible de s'approvisionner auprès de fournisseurs asiatiques sérieux offrant une garantie sur leur matériel à des prix proches de ceux des modules bas de gamme proposés par les quincaillers.

Maintenance Les différents équipements ont des durées de vie variées, et certains devront être changés sur la durée de vie du système (25 ans environ). Une maintenance de qualité à proximité est nécessaire afin de ne pas compromettre la qualité de l'installation ou le dimensionnement initiaux par des remplacements hasardeux, et notamment : le remplacement d'ampoules basse consommation (DEL ou CFL) par des ampoules à incandescence, ou encore le remplacement de batteries stationnaires par des batteries de démarrage de capacité moindre [12].

Fin de vie Aucune solution satisfaisante n'existe aujourd'hui en ce qui concerne le recyclage des batteries. L'organisation a minima de la reprise des batteries usagées permettrait de garantir un meilleur taux de recyclage du plomb. Le problème de la gestion de l'acide perdue néanmoins, et ne pourra être résolu qu'avec la mise en place d'une structure de traitement des batteries adaptée. Voir à ce sujet le rapport du Geres [3].

3.2.2 Réponse aux enjeux

Deux business models majeurs sont généralement employés : l'achat à crédit, et la location (fee-for-service). Un modèle de location a l'intérêt de pousser l'opérateur au meilleur choix technico-économique, et garantit en conséquence, en le supposant compétent, la qualité du matériel, de l'installation et de la maintenance. Néanmoins dans ce schéma, l'utilisateur n'est pas responsabilisé, et le risque associé aux fonctionnements et usages du système est supporté par l'opérateur uniquement. Ce mode de fonctionnement nécessite un investissement important, et le risque pour l'institution financière est en conséquence relativement élevé.

Il est nécessaire de répartir le risque sur l'ensemble des acteurs. L'utilisation d'un modèle de propriété adossé à un crédit à l'achat apparaît comme la solution la plus simple garantissant une bonne répartition des risques, en permettant notamment de responsabiliser l'utilisateur. Par ailleurs, les personnes interviewées ont souvent souligné la préférence des Maliens pour l'accès à la propriété. L'architecture proposée s'appuie donc sur ce modèle d'achat à crédit.

Il est illusoire de vouloir faire contrôler chaque installation SHS afin d'en garantir la bonne installation et la qualité du dimensionnement. Il est donc nécessaire de se reposer sur la compétence de l'installateur. Celle-ci doit donc être évaluée et validée. L'audit par un expert technique de quelques installations réalisées permettrait de valider la compétence de l'installateur, et ainsi de constituer un réseau d'installateurs agréés. Les critères à respecter restent à définir, en se basant par exemple sur le guide *Universal Technical Standard for Solar Home Systems* [9]. A noter que contrairement au réseau « solaire.ici! » qui est basé sur une obligation de moyen (formation des membres), il semble nécessaire de constituer un réseau d'installateurs ayant obligation de résultat. La formation et l'accompagnement d'installateurs est néanmoins un bon moyen d'étendre rapidement le réseau d'installateurs agréés. S'appuyer sur les réseaux nationaux déjà existant

de REF et Sinergie apparaît d'ores et déjà comme le moyen le plus rapide d'accroître la zone géographique concernée.

La qualité du matériel installé est dans ce schéma de vente à crédit difficile à garantir. L'utilisateur en est incapable, et cela ne doit pas reposer sur l'institution financière qui n'en a pas la compétence. Fournir un matériel de qualité relève de la responsabilité des installateurs. L'architecture doit donc leur faire assumer les risques inhérents à la qualité du matériel, et les pousser à opter pour du matériel de qualité.

REF par exemple, laisse le choix du fournisseur aux membres de son réseau « solaire.ici ! », mais exige d'eux qu'ils proposent une garantie solide sur le matériel installé. Certains fournisseurs sont partenaires du réseau et recommandés par REF.

Un contrôle strict du matériel semble illusoire, et c'est pourquoi cette approche paraît pertinente. Néanmoins, définir un cahier des charges minimal en termes de garanties constructeurs et de fonctionnalités permettrait d'encadrer à moindre frais l'approvisionnement des installateurs.

Si la maintenance et le remplacement des composants est à la charge de l'utilisateur, ses choix viseront bien souvent à minimiser le coût immédiat du remplacement des pièces. Même de toute bonne foi, l'utilisateur est incapable de juger des différences entre les composants ainsi que le coût sur le long terme d'un choix inadapté [12]. Il est donc nécessaire que celui-ci puisse s'adresser au plus près de chez lui à un professionnel capable de gérer la maintenance du système. La présence à proximité de l'utilisateur de l'installateur, de l'une de ses succursales ou de l'un de ses relais techniques est donc fortement souhaitable pour la durabilité de l'installation SHS. Le rayon d'action garantissant l'efficacité du dispositif reste à évaluer.

3.2.3 Proposition d'architecture

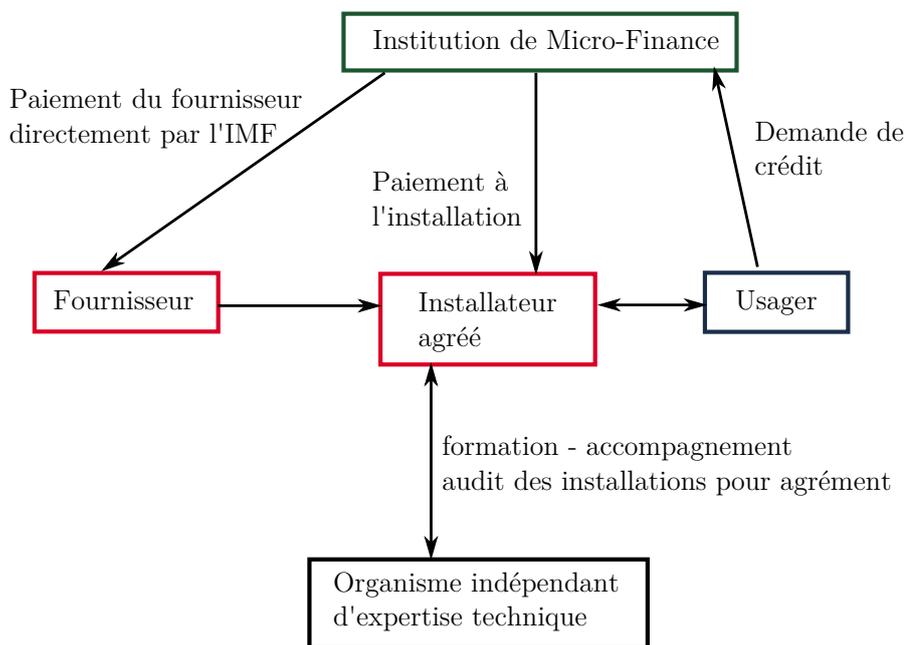


FIGURE 3.2 – Architecture de soutien aux SHS

Le système proposé repose sur l'existence d'un Réseau d'Installateurs Agréés (RIA) et d'un Organisme Indépendant d'Expertise Technique (OIET). Pour être accepté dans le RIA, la maîtrise techniques de l'installateur est vérifiée via l'audit par un expert de l'OIET d'installations SHS déjà réalisées. Une réévaluation annuelle permet de rester membre du réseau. L'installateur devra de plus s'engager à proposer uniquement des composants validant les critères techniques minimum définis par l'OIET, et à proposer une garantie sur l'ensemble de la durée du crédit.

Un usager souhaitant acquérir un SHS à crédit doit tout d'abord obtenir un devis pour l'installation d'un SHS auprès d'un membre du RIA.

Il doit ensuite obtenir un crédit auprès de l'IMF sur présentation de ce devis et sous condition d'être jugé solvable par l'IMF. L'IMF vérifie que le contrat de garantie couvre la durée du prêt, et que l'usager réside suffisamment proche de l'installateur pour assurer une maintenance de qualité. L'IMF transmet une copie du devis à l'OIET et valide la commande auprès de l'installateur et des fournisseurs retenus.

Le matériel est payé directement aux fournisseurs par l'IMF en deux fois : paiement d'une avance à la commande et du solde à la livraison chez l'installateur. L'installateur est payé par l'IMF à l'installation du SHS.

3.3 Applications de puissance

Chaque projet est spécifique, à plus forte raison s'il s'agit d'un projet d'adduction d'eau, et demande une étude de dimensionnement et d'ingénierie poussée. A condition de tenir compte de ce besoin de connaissances accru, un schéma similaire à celui proposé pour les SHSs semble applicable. Les dépenses engagées étant conséquentes, il semble raisonnable de valider le schéma proposé en premier lieu dans le cas de SHSs.

Bibliographie

- [1] Beau, E.: *Étude préalable au lancement d'un système financier durable pour le développement de l'énergie solaire au Mali*, 2010.
- [2] Fraunhofer Institute: *Stand-Alone LED Lighting Systems Quality Screening*, 2009. http://www.lightingafrica.org/files/LED_Lighting_TestProcedures_Draft_FISE_Aug09.pdf.
- [3] Geres: *Impact environnemental et solutions à mettre en oeuvre pour la filière batteries au plomb au Mali*, 2006.
- [4] GTZ: *Solar Lanterns Test : Shades of Light*, 2010.
- [5] GTZ: *What difference can a PicoPV system make ?*, 2010.
- [6] Lighting Africa: *Solar Lighting for the Base of the Pyramid, Overview of an Emerging Market*, 2010.
- [7] REEP: *50 ways to end kerosene lighting*, 2009. http://www.cleanenergycouncil.org.au/cec/policyadvocacy/International/REEEP/REEEP-Projects/mainColumnParagraphs/0/text_files/file6/Comparative%20Guide%20with%2050%20ways%20to%20end%20kerosene%20lighting.pdf.
- [8] Schwartz, B.: *Communication mail*, 2010.
- [9] TaQSolRE: *Universal Technical Standard for Solar Home Systems*, 2001. http://www.taqsolre.net/doc/Standard_IngV2.pdf.
- [10] Traoré, I.: *Communication orale*, 2010.
- [11] Traoré, S. O.: *Interview*, 2010.
- [12] Visite terrain: *Installation SHS chez un chef d'Organisation Paysanne*, 2010.
- [13] Wilms, K.: *Interview*, 2010.

A Compte-rendus d'interviews

LES ACTEURS PRIVÉS du secteur du solaire photovoltaïque au Mali ont été interviewés afin d'améliorer la connaissance sur ces entreprises, de comprendre leurs forces et faiblesses. Les informations tirées de ces rencontres sont retranscrites dans ce chapitre.

A.1 Aircom

Le directeur général d'AirCom, Moussa Coulibaly, a été interviewé.

Création de l'entreprise	2004
Personnel	10
Composition de l'équipe	2 ingénieurs, 5 techniciens, 1 secrétaire
Chiffre d'affaire	300 – 500 MCFA
Statut	SARL
Actionnariat	

A.1.1 Activité

Aircom est un spécialiste de l'énergie solaire. L'activité de l'entreprise est répartie entre :

- L'adduction d'eau (50% du CA), majoritairement destinée (à 90%) à l'adduction d'eau potable.
- L'éclairage (30 % CA).
- La réfrigération et les chauffe-eaux.

Présence géographique Aircom n'a aucune succursale, mais prévoit d'en ouvrir deux, une à Sévaré et une à Koutiala courant 2011.

Clients La clientèle d'Aircom est constituée d'ONG (60% du CA), de l'État Malien (20% du CA) et d'acteurs privés, particuliers comme entreprises.

Paiement Un acompte de 50–60% est versé à la commande, le reste à l'installation.

A.1.2 Produits

Fournisseurs M. Coulibaly, ancien actionnaire d'Avelux, a quitté Avelux à la fois pour fonder sa propre société, et car il considère que la politique d'Avelux d'approvisionnement exclusif chez Yandalux conduit à des tarifs non compétitifs sur le marché Malien. Pour M. Coulibaly, il est nécessaire de s'approvisionner chez des constructeurs asiatiques, tout en obtenant des garanties. Aircom vend aujourd'hui des panneaux Tenesol (125 W_c vendu à 325 000 CFA), mais M. Coulibaly est en discussion avec des constructeurs comme STP, Suntech (230 W_c vendable à 225 000 CFA) ou Yingli, afin d'obtenir des garanties de qualité et d'homologation suffisantes. M. Coulibaly n'utilise pas de panneaux couches-mince, du fait de leur durée de vie plus courte, et car leur coût moins élevé est compensé par la nécessité d'acquérir un contrôleur plus cher capable de gérer les tensions plus élevées délivrées.

Les contrôleurs utilisés par Aircom sont de marque Steca (8 A vendu 25 000 CFA, 12 A vendu 40 000–50 000 CFA, 30 A vendu 80 000 CFA).

Les batteries utilisées sont de marque Phaesun, de technologie gel, et ont une durée de vie constatée autour de 5 ans (200 Ah vendue 100 €). Les pompes sont très majoritairement de marque Grundfos.

En ce qui concerne les ampoules, Aircom utilise désormais des LEDs de marque SolarTrad. Le retour est positif après deux ans d'utilisation.

Stock Aircom possède un stock de 200 panneaux environ ainsi que de quelques batteries. Le délai entre la commande et l'installation d'un système varie entre 1 mois et 2 mois suivant les stocks.

Adduction d'eau Aircom installe des systèmes d'adduction d'eau à base de groupe électrogène, mais cela reste très minoritaire. Le génie civil et la métallurgie sont sous-traités.

Solar Home Systems Aircom offre de dimensionner des kits à la demande du client, mais propose également une gamme standard :

- 14 W_c – 3 ampoules LED
- 50 W_c – 3 ampoules LED & TV NB
- 75 W_c – 4 ampoules LED & TV couleur
- 100 W_c – 6 ampoules LED & TV couleur

Les kits 14 W_c et 75 W_c sont ceux qui remportent le plus de succès. Les kits sont vendus autour de 5000 CFA/ W_c . Les frais d'installation augmentent la facture de 5 à 10% environ suivant la distance.

Pico-PV Aircom ne vend pas de kits Pico-PV. M. Coulibaly les trouve financièrement non intéressants, en comparaison à l'utilisation d'une batterie d'occasion couplée à un éclairage LED de faible puissance. Cependant, les tarifs annoncés des kits Barefoot lui semblent compatibles avec une commercialisation au Mali.

A.1.3 Service après vente

Garantie L'installation est garantie 1 an. Les batteries sont garanties 2 ans si l'installation entière provient d'Aircom, 1 an sinon. Les panneaux bénéficient de la garantie constructeur (5 à 10 ans généralement).

Maintenance Des visites à l'improviste sont généralement organisées afin de vérifier le bon usage des installations.

Pour les projets d'adduction d'eau, Aircom propose des contrat de maintenance « tout compris » (1 à 5 ans de durée). Si le client trouve la formule trop chère, une facturation à l'intervention est possible.

Fin de vie M. Coulibaly est prêt à organiser la reprise des batteries et à les stocker temporairement, mais à condition qu'une filière de recyclage soit mise en place. M. Coulibaly a déjà tenté de lancer une initiative de ce genre, mais cela n'avait pas abouti.

A.1.4 Retours d'expérience

Projet « épargne solaire » Aircom a participé avec Avelux a un projet de vente de kits à crédit avec REF et Kondo Djiguima. Les kits proposés étaient de 14 W_c , avec des batteries de 20 – 40 Ah, et 2-3 ampoules.

Aircom avait mis des kits à disposition du revendeur local « solaire.ici! » sur fonds propres. Cette pratique n'est pas généralisable compte tenu du besoin en fond de roulement conséquent qu'elle implique.

Par ailleurs, le revendeur, malhonnête, a vendu du matériel d'Aircom sans en faire part aux autres parties, et Aircom s'est ainsi trouvé floué. Selon M. Coulibaly, l'un des problèmes auxquels il est difficile de faire face dans un tel montage est celui de la gestion des stocks par le revendeur. Le litige n'est toujours pas réglé.

M. Coulibaly ne fait plus confiance aux revendeurs, et dans le cas d'un projet d'alliance avec un IMF, il préférerait s'en passer. Avoir un relais technique au sein même de l'IMF lui semble possible. Après discussion, la solution d'être payé directement par l'IMF lui semble aussi très pertinente.

A.1.5 Autres

Les utilisateurs sont formés lors de l'installation, et reçoivent une notice d'utilisation. Néanmoins, les consignes sont rarement respectées.

Pour M. Coulibaly, les Maliens préfèrent acheter le matériel solaire chez le quincailler. La faible durée de vie du matériel acheté chez le quincailler les rend défiants vis à vis de la filière PV en général.

A.2 Avelux

Le directeur général d'Avelux, Ousmane Konaté, a été interviewé.

Création de l'entreprise	2005
Personnel	13
Composition de l'équipe	2 ingénieurs, 4 techniciens, 1 magasinier, 1 secrétaire, 1 financier, 1 directeur, 3 techniciens stagiaires
Chiffre d'affaire	500 – 600 MCFA
Statut	
Actionnariat	Youssouf Minthe (Avelux)

A.2.1 Activité

Avelux est spécialisé dans le domaine de l'énergie solaire. Avelux est fournisseur de matériel, réalise le dimensionnement, ainsi que l'installation et la maintenance de système d'éclairage comme d'adduction d'eau.

Présence géographique Avelux ne possède pas de succursales aujourd'hui, mais des succursales à Segou, Sikasso, Kayes sont en projet.

Partenaires – Interlocuteurs privilégiés Yandalux.

Clients Les clients d'Avelux sont variés : ONG (Plan international, World vision, Médecins du monde, Energy assistance, Sundance...), mais aussi l'État malien, ainsi que des entreprises nationales qui s'approvisionnent chez Yandalux (Avelux est le revendeur Yandalux au Mali).

Avelux n'a que très peu de particuliers comme clients, et ne réalise pas de prospection. M. Konaté a, une fois, démarché une connaissance personnelle qui utilisait un groupe électrogène, et l'a convaincu de passer au solaire.

Paiement Les ONG paient à l'installation. Il est plus difficile d'obtenir paiement de l'État.

A.2.2 Produits

Fournisseurs Yandalux fournit tous les produits à Avelux, à l'exception du petit matériel ou en cas de délais serrés.

Les panneaux solaires importés par Avelux sont de marque Sharp ou Sanyo, de technologie couche mince ou mono-crystallins.

Aux dires de M. Konaté, les couches minces résistent mieux à la chaleur, et marchent mieux en lumière diffuse. Par contre, les fortes tensions nécessitent un bon régulateur.

Les régulateurs sont de marque Steca (durée de vie supérieure à 5 ans si bien dimensionnés), les pompes de marque Grundfos. Les batteries sont de marque Yandalux de type gel (durée de vie de 6 ans environ ; une batterie de 150 Ah coûte 160 000 CFA).

Stock Avelux possède environ 1000 batteries en stock ainsi que 1500 panneaux de 14 a 210W_c.

Adduction d'eau Selon M. Konaté, l'option solaire est toujours plus intéressante que le groupe électrogène à cause de l'entretien difficile et du coût du carburant associés. Selon lui, une station d'éclairage & pompage solaire est amortie en 5ans par rapport à une solution employant un groupe électrogène.

Avelux soutraite à Métal Soudan la réalisation des réservoirs de pompage. Avelux sous-traite également le génie civil.

Solar Home Systems Avelux propose des kits solaires à partir de 14 W_c dès 175 000 CFA. Par exemple :

- Kit 14 W_c – 3 lampes de 2 à 5W.
- Kit 50W (couches minces à 100 000 CFA et mono cristallin à 125 000 CFA) ; batterie de 70Ah – TV DC (35 W) & 5 lampes. Le kit coûte environ 500 000CFA.
- Kit 80W ; batterie de 100 Ah– 5-6 lampes pour un prix de 700 000 à 800 000 CFA. Il s'agit du kit qui se vend le mieux.

Avelux fournit des TV, frigos et autres équipements en 12 V DC.

Les modules d'éclairage varient de 2 à 20 W, en technologie CFL ou LED. Les LEDs sont de plus en plus préférées, surtout en extérieur.

Pico-PV Avelux vend le kit Solux 1,5 W_c .

A.2.3 Service après vente

Garantie L'installation est garantie 1 an, ainsi que les batteries. La garantie des panneaux dépend du constructeur.

Maintenance Un contrat de maintenance préventive est proposé (2 visites par an). La maintenance curative est facturée à l'incident, car les contrats tout compris sont trop chers.

Avelux peut réaliser une mise à niveau des installation, mais sans reprise du matériel.

Fin de vie Le client garde la batterie en fin de vie, ou Avelux la revend. Il n'y a pas de recyclage.

En cas de défaut de paiement, Avelux a la possibilité de revendre le matériel d'occasion s'il est en bon état. Le diagnostic d'une installation et le calcul de la valeur résiduelle est possible. Avelux serait éventuellement capable d'offrir une garantie minimale sur les équipements revendus d'occasion.

A.2.4 Retours d'expérience

Projet « épargne solaire » Avelux a pris part à un projet tripartite Avelux–Revendeur–IMF, sous l'impulsion de REF. Avelux est l'un des référents techniques de REF, et son partenaire pour la zone de Kouloukani.

Le projet est aujourd'hui bloqué, car le revendeur n'a jamais payé Avelux pour le matériel commandé. Par ailleurs, le revendeur ne s'est pas avéré assez bon pour assurer l'installation et la maintenance des kits. Cette expérience a toutefois montré que les kits les plus demandés sont les plus petits : 14 W_c , 28 W_c (2x14 W_c).

Pour M. Konaté, plusieurs points sont importants à la bonne marche d'une telle alliance :

- Un contrat plus sécurisant est nécessaire : un contrat tripartite IMF – revendeur – fournisseur devrait être mis en place
- Un acompte à la commande (30%) serait un plus ; il semble possible de récupérer l'acompte du crédit par exemple

- L'installateur doit être responsable de la marche de l'installation.
- Les revendeurs doivent recevoir une formation technique, plus approfondie que ce que propose REF avec le programme « solaire.ici! ». Il existe des instituts de formation au Mali qui pourraient les dispenser : l'école nationale des ingénieurs, l'ECICA. Ceux-ci devraient pouvoir former des revendeurs via des modules courts.

A.3 Diawara Solar

Le directeur général de Diawara Solar, Ibrahima Traoré, a été interviewé.

Création de l'entreprise	1995
Personnel	12 personnes en CDI
Composition de l'équipe	4 ingénieurs, 5 techniciens supérieurs ou CAP
Chiffre d'affaire	400 – 500 MCFA
Statut	
Actionnariat	M. Diawara le fondateur

A.3.1 Activité

Diawara Solar a commencé son activité dans le domaine de l'énergie solaire en 1995. Aujourd'hui, Diawara Solar possède trois branches d'activité : énergie solaire, racks solaire (poste de communication), et BTP.

La branche BTP concerne l'adduction d'eau pour la majeure partie, et quelques chantiers de construction. L'activité BTP représente 80% du chiffre d'affaire de Diawara Solar.

Présence géographique Diawara Solar ne possède pas de succursales ou relais au Mali. M. Traoré ne compte pas ouvrir de succursale tant qu'il n'aura pas suffisamment de clients localement pour la rentabiliser.

Clients Diawara solar réalise la majeure partie de son chiffre d'affaire sur appel d'offre. Son client principal est l'État Malien. Viennent ensuite les bailleurs de fonds, les entreprises privées, puis les particuliers. Diawara Solar a travaillé plus particulièrement avec Médecins sans frontières, SNV et World Vision.

Paiement Le matériel est payé à la commande, les frais d'installation sont payés à l'installation.

A.3.2 Produits

Fournisseurs Diawara Solar importe directement son matériel de fournisseurs étrangers variés. Diawara Solar installe des panneaux Kyocera, des batteries Hawker, des ampoules Labcraft, des régulateurs Steca et des pompes Grundfos.

En cas de besoin urgent pour un équipement particulier, Diawara Solar peut également s'approvisionner localement de façon ponctuelle.

Stock Diawara Solar ne possède pas de stock

Adduction d'eau L'activité d'adduction d'eau comprend des alimentations solaires ou par groupe électrogène suivant le souhait du client.

Solar Home Systems Diawara Solar vend très peu de kits solaires : 5 seulement en 2010. Les puissances proposées vont de 50 W_c à 240 W_c , pour un prix compris entre 450 000 CFA et 1 200 000 CFA. Diawara Solar ne propose plus de kits standards, et réalise un devis à la demande du client.

A.3.3 Service après vente

Garantie Les installations sont garanties 1 an.

Maintenance 1 à 2 visites préventives sont prévues la première année après l'installation. Un contrat de maintenance pièces & main d'oeuvre est également proposé (notamment dans le cas de projets d'adduction d'eau), mais les clients y souscrivent rarement, le jugeant trop cher.

Fin de vie Le client reste propriétaire de la batterie en fin de vie. La batterie n'est donc pas récupérée.

A.3.4 Retours d'expérience

Alliance avec un IMF En 2000, Diawara Solar a tenté de mettre en place un projet avec un IMF. La motivation principale à cette alliance était l'existence d'un stock de kits solaire invendus que Diawara Solar cherchait à écouler. La méfiance de l'IMF ainsi que le manque de présence d'un relais local de Diawara Solar dans la région visée ont empêché ce projet d'aboutir.

A.4 Quincaillerie Djiguiya

Le propriétaire de la quincaillerie Djiguiya a été interviewé.

Création de l'entreprise	2010
Personnel	3
Composition de l'équipe	quincaillers
Chiffre d'affaire	
Statut	quincaillerie
Actionnariat	

A.4.1 Activité

La quincaillerie s'est lancée dans le domaine du solaire depuis 6 mois. Pour le moment, seuls des panneaux solaires sont disponibles. Bientôt des batteries seront également proposées. Le quincailler ne propose que de la vente au détail, et pas de dimensionnement ni installation. Les clients de la quincaillerie sont des particuliers qui emportent le panneau en brousse.

A.4.2 Produits

Les produits sont achetés auprès d'importateurs s'approvisionnant à Dubaï ou en Chine. Les panneaux proposés vont jusqu'à 230 W_c (vendu 275 000 CFA). Le modèle le plus prisé est celui de 50 W_c .

A.5 Établissement Sidy Haidara

Cherif Haidara a été interviewé.

Création de l'entreprise	1978
Personnel	
Composition de l'équipe	
Chiffre d'affaire	environ 4 GCFA
Statut	
Actionnariat	entreprise familiale

A.5.1 Activité

L'établissement Sydi Haidara s'occupe de la récupération de métaux ferreux et non ferreux. Les matériaux sont stockés au Mali puis exportés via Lomé ou Dakar au plus offrant.

Les batteries sont récupérées via des tournées hebdomadaires auprès de partenaires qui réalisent la collecte locale des batteries. Les batteries sont rachetées sèches autour de 350 CFA/kg. Les batteries sans entretien sont aussi reprises telles quelles.

La récupération de batteries représente 5% du CA de l'entreprise environ, soit à peu près 600 tonnes par an. D'autres entreprises, Maliennes, mais aussi Chinoises et Indiennes sont également sur ce créneau.

A.6 Horonya

Le directeur général de Horonya Commerce, Bakary Doucouré a été interviewé.

Création de l'entreprise	1990
Personnel	30 personnes environ pour l'activité solaire
Composition de l'équipe	
Chiffre d'affaire	120 – 150 MCFA pour Horonya Electronique
Statut	
Actionnariat	familial

A.6.1 Activité

Horonya est une sociétés aux activités variées :

- commerce : solaire, électronique, climatisation & réfrigération, pneus de camions
- immobilier
- concessionnaire (village de Touba)

En ce qui concerne son activité solaire, il faut distinguer les activités suivantes :

- Vente en gros (80% CA)
- Vente à des installateurs
- Vente au détail & installation – maintenance

Les systèmes d'éclairage représentent près de 70% du CA d'Horonya Solaire.

Présence géographique Horonya installe des systèmes dans tout le Mali, mais aussi au Sénégal et au Burkina Faso. Horonya possède un magasin de vente de matériel solaire à Kayes. Tous les techniciens sont par contre à Bamako. C'est dans ce magasin de Kayes qu'Horonya vend la plupart de son matériel solaire.

Clients Les principaux clients d'Horonya Solaire sont les particuliers. Viennent ensuite quelques ONG ainsi que des communautés. Horonya ne répond que très rarement à des appels d'offre.

A.6.2 Produits

Fournisseurs Horonya importe du matériel de différents fournisseurs, et vend également sous sa propre marque des panneaux solaires ainsi que des batteries fabriquées en Chine.

En ce qui concerne les panneaux solaires, Horonya importe plusieurs marques (dont Sharp), mais vend surtout des panneaux Horonya (fabriqués par trois sociétés chinoises) compte tenu de leur prix plus intéressant (50 W_c vendu à 75 000 CFA)

Les seules batteries vendues sont de marque Horonya (fabriquées en Chine par plusieurs sociétés, dont IBT Technologies), de technologie gel, mais aussi acide-plomb classique. Pour ses installations, Horonya utilise les batteries gel, proposées aux prix ci-dessous :

- 55 Ah vendue entre 45 000 et 50 000 CFA suivant le volume
- 70 Ah vendue entre 55 000 et 65 000 CFA suivant le volume
- 100 Ah vendue entre 70 000 et 85 000 CFA suivant le volume
- 120 Ah vendue entre 87 000 et 96 000 CFA suivant le volume
- 150 Ah vendue entre 110 000 et 125 000 CFA suivant le volume
- 230 Ah vendue entre 175 000 et 192 000 CFA suivant le volume

Horonya commercialise des ampoules de plusieurs marques : Philips, Sundaya, Horonya... Les contrôleurs commercialisés par Horonya sont de marque Steca, et les pompes de marque Grundfos.

Stock Cela dépend des produits. Les délais de réapprovisionnement sont de 2 mois maximum.

Solar Home Systems Horonya ne propose pas de kit standard et dimensionne le kit suivant la demande du client. Horonya facture l'installation entre 25% et 30% du prix du matériel, auxquels s'ajoutent les frais de déplacement des techniciens.

Les batteries les plus vendues ont des capacités autour de 100 Ah. Les panneaux les plus vendus ont une puissance de 50 à 75 W_c.

Pico-PV Horonya vend plusieurs kits Pico-PV :

- Kit barefoot power proposé par N'Tyo Traoré, vendu 14 000 CFA à l'unité, 12 000 CFA en gros.
- Lanterne Sun King de Green Light Planet en cours d'évaluation. Très solide selon M. Doucouré.
- Uday Mini de Philips, vendu à 55 000 CFA l'unité
- Lanterne Horonya faisant chargeur de téléphone, vendue à 22 500 CFA l'unité

Ce sont les kits Barefoot qui se vendent le mieux compte tenu de leur prix attractif.

A.6.3 Service après vente

Garantie Horonya n'offre aucune garantie sur les produits achetés sur étagère. Si le produit est acheté par un spécialiste ou installé par Horonya, aucune garantie contractuelle n'est proposée, mais Horonya reprend le produit si il semble que ni l'utilisation, ni l'installation ne soient en cause.

Compte tenu de l'utilisation généralement abusive faite des produits solaires, M. Doucouré refuse d'en porter la responsabilité, et c'est pourquoi il n'offre par défaut aucune garantie.

Il est possible d'obtenir un contrat de garantie sur demande. M. Doucouré n'a pas indiqué de règle de détermination du prix de cette garantie.

Fin de vie Horonya ne s'occupe pas de recyclage, mais a déjà revendu des batteries au kilo (entre 100 et 250 CFA/kg) à une société de recyclage de batteries à Bamako.

A.6.4 Retours d'expérience

A.6.4.1 Alliance avec un IMF

Horonya a tenté de lancer un projet avec un IMF à Ségou, avec l'aide de REF. Un kit SHS (3-4 lampes vendu entre 100 000 et 150 000 CFA) était directement proposé dans l'IMF. Ce fut un échec commercial total. Selon M. Doucouré, le kit était trop cher compte tenu des moyens de la clientèle de l'IMF (paysans).

A.7 HydroSahel

Le PDG et propriétaire de Sahelia, Modibo Keita, a été interviewé.

Création de l'entreprise	ancienne filiale de Bouygues rachetée 2005
Personnel	88
Composition de l'équipe	
Chiffre d'affaire	9 GCEA
Statut	
Actionnariat	Sahelia

A.7.1 Activité

HydroSahel est une entreprise de BTP, travaillant surtout sur des problématiques liées à l'eau (assainissement, réseaux, traitement, adduction d'eau potable...), mais également dans une moindre mesure l'énergie (réseaux, solaire...). Le solaire ne représente ne 2010 que 1-2% du CA d'HydroSahel, mais cette part passera vraisemblablement à 10% environ en 2011 suite à un contrat d'installation de lampadaires solaires à Bamako.

Le solaire est parfois sous-traité à Somimad.

Présence géographique HydroSahel est présent à Bamako uniquement, mais intervient sur l'ensemble du Mali.

Clients L'État représente en volume de CA 95% de la clientèle d'HydroSahel. Les 5% restant regroupent les ONG, ainsi que quelques particuliers, davantage pour les dépanner que par réelle volonté commerciale.

A.7.2 Produits

Fournisseurs Du fait du rapprochement avec Somimad, les produits Tenesol sont employés. Les pompes installées sont de marque Grundfos.

A.8 N'Tyo Traoré

Monsieur N'Tyo Traoré a été interviewé.

Création de l'entreprise	mars 2008
Personnel	1
Composition de l'équipe	
Chiffre d'affaire	17 MCF
Statut	
Actionnariat	

A.8.1 Activité

M. Traoré vend des kits pico-PV depuis mars 2008. Entre mars 2008 et octobre 2010, M. Traoré a vendu 2200 kits.

Présence géographique M. Traoré est présent dans quasiment l'ensemble des régions du Mali : il a monté 12 « points focaux » qui sont chargés du business development dans leur région et en charge d'approvisionner en kits 84 revendeurs locaux. Ces « points focaux » sont des personnes qui ont une autre activité, et qui ont été sommairement formées (2 à 3h) par M. Traoré. Les kits sont acheminés via les transports en commun depuis Bamako vers les points focaux par cartons de 12 kits.

Partenaires – Interlocuteurs privilégiés BarefootPower & Horonya.

Clients Il s'agit d'une activité de vente au détail. Les clients sont les consommateurs finaux.

Paiement Les clients paient le kit comptant. Il existe cependant des pratiques de crédit non-officiel au niveau des revendeurs locaux.

A.8.2 Produits

Fournisseurs M. Traoré achète ses kits directement chez BarefootPower, mais s'est associé à l'importateur Horonya afin de faciliter l'importation de petites quantités de kits. Horonya possède environ 1000 à 2000 kits pico-PV en stock d'une valeur de 30 000 CFA qu'ils n'ont jamais réussi à écouler : leur prix en est la raison principale selon M. Traoré.

Stock M. Traoré bénéficie d'un fond de roulement de 400 kits environs grâce à une somme d'argent obtenue auprès de Accion International. Le statut de ce fond de roulement n'est pas très clair. De même, il semble que pour le moment, M. Traoré soit payé par Accion International.

Pico-PV Le seul modèle vendu est un kit de marque BarefootPower comprenant :

- Un panneau solaire de 1,5W_c
- Une lampe firefly 12 mobile
- Une lampe firefly 5

M. Traoré vend cet ensemble 13 000 CFA « at cost » pour lancer son commerce, mais vise un prix de 14 000 CFA afin de réaliser une marge sur son activité. Il est persuadé de l'avantage économique à utiliser de tels kits : selon lui, le litre de pétrole lampant peut revenir à près de 800 CFA

A.8.3 Service après vente

Maintenance Aujourd'hui, les kits présentant un problème sont renvoyés à M. Traoré à Bamako. 7 kits ont pour le moment été retournés et présentaient un problème de batterie. Selon M. Traoré, le problème vient du non-respect par l'utilisateur de la nécessité d'effectuer une charge complète avant la première utilisation, ce qui dénote le manque de formation des points de vente finaux.

Pour le moment, M. Traoré n'a pas facturé le remplacement des batteries. Il souhaite former des réparateurs de radios au niveau des « points focaux » à la réparation des kits.

Fin de vie M. Traoré désire mettre en place un système de consigne afin d'assurer le retour des batteries usagées. Le problème de leur fin de vie n'a pas été abordé avec BarefootPower.

A.8.4 Retours d'expérience

Projet de Accion International M. Traoré a lancé cette activité suite à sa participation à un projet test de Accion International qui a eu lieu entre novembre 2008 et novembre 2009. 100 échantillons barefootpower ont été distribués dans un village afin de juger de l'engouement de la population rurale pour ces systèmes.

Après 1 an d'utilisation, les personnes se sont montrées enthousiastes selon les dires de M. Traoré, et certaines personnes se sont portées acquéresses de plusieurs de ces kits afin de les offrir à des membres de leur famille dans d'autres villages. Sur les 100 kits, 1 kit a présenté un dysfonctionnement dû à un défaut de fabrication, et 3 autres ont été endommagés pour cause de mauvaise utilisation.

La possibilité de charger son téléphone mobile s'est révélé être un élément majeur de l'engouement des utilisateurs.

A.9 Seeba

Le directeur général de Seeba, Modibo Tamboura, a été interviewé.

Création de l'entreprise	2005
Personnel	6 personnes en CDI et 30 en CDD
Composition de l'équipe	3 ingénieurs, 5-6 techniciens (électriciens, électromécaniciens, génie civil)
Chiffre d'affaire	
Statut	SARL
Actionnariat	Les deux directeurs de Seeba

A.9.1 Activité

L'entreprise Seeba est spécialisée dans l'électrification décentralisée. Seeba installe et maintient des installations destinées à tout type d'application.

Les projets d'adduction d'eau représentent la plus grande partie de l'activité de Seeba (environ 50-60% du CA). 50% des projets d'adduction d'eau utilisent l'énergie solaire et 50% utilisent des groupes électrogènes ; 90% sont destinés à l'approvisionnement en eau potable, et 10% à une utilisation productive (maraichage).

Présence géographique Seeba est présent à Bamako uniquement. Seeba ne souhaite pas déployer des antennes ailleurs au Mali pour le moment. L'expérience de M. Tamboura à Somimad lui a montré que de telles antennes n'étaient pas rentables. Seeba intervient néanmoins sur l'ensemble du Mali.

Partenaires – Interlocuteurs privilégiés Seeba travaille en partenariat avec la BMS et la BMDA. Seeba est membre de l'association APES, mais M. Tamboura avoue qu'elle est aujourd'hui très peu active. Seeba sous-traite le génie civil et la métallurgie à Métal Soudan.

Clients L'essentiel du CA de Seeba provient de réponses à appel d'offre. La clientèle de Seeba est composée d'ONG (ESF notamment, AFD, AKW), de la fondation Veolia, et de jumelages.

Seeba n'a entrepris aucune démarche de prospection ou de marketing : M. Tamboura a fait l'expérience du désintérêt du consommateur final pour les kits solaires lors de son précédent emploi par Somimad. Par ailleurs, M. Tamboura estime que le risque d'invendus associé au pico-solaire est trop élevé pour proposer de telles solutions hors appel à projet. M. Tamboura s'est néanmoins montré intéressé par le projet de la SIDI.

Paiement Seeba demande un acompte de (30 à 50%) puis un paiement à la réception.

A.9.2 Produits

Fournisseurs Les produits vendus sont issus des entreprises Soltys, France photon en ce qui concerne le solaire, Genelec et Internaco pour les groupes électrogènes.

M. Tamboura est réticent à travailler avec les fournisseurs Chinois : les relations sont plus difficiles, et leurs produits manquent d'assurance qualité. M. Tamboura est en discussion avec Sinolight, un intermédiaire, afin trouver des fournisseurs de qualité. Il est nécessaire de faire le tri, mais Seeba n'en a pas les moyens.

Stock Le matériel est importé à la commande uniquement. Aucun matériel n'est disponible en stock. Il existe néanmoins une possibilité en cas de délais courts de commander certains matériels à Bamako.

Les kits Soltys sont disponibles sous 2 semaines. Le reste des matériels est livré sous 3 mois.

Adduction d'eau Pour l'adduction d'eau, les panneaux de 50 W_c sont trop facile à voler. En conséquence de quoi Seeba installe maintenant des panneaux de l'ordre de 180 W_c en 24V. Par exemple des panneaux Sharp (180 W_c à 325 000 CFA) ou Photowatt (175 W_c à 325 000 CFA). En ce qui concerne les pompes, et par ordre croissant de puissance jusqu'à 2,2 kW, Seeba s'approvisionne auprès de Lorentz, Grundfos (modèle SQFlex), Tenesol.

Solar Home Systems Les SHS proposés sont basés sur de panneaux de 50W (a-Si) vendus à 100 000 CFA l'unité. Les batteries utilisées sont des batteries allemandes de marque Yandalux (filiale malienne Avelux) dont la durée de vie constatée est de 2 à 3 ans.

Les ampoules sont soit de type CFL ou LED. Les LEDs semblent aujourd'hui compétitives vis-à-vis des CFL et très peu de CFL sont encore installées. Compte tenu de la difficulté de s'assurer de la qualité des ampoule LED, Seeba a pour l'instant laissé son client (ESF) acheminer les ampoules depuis la France (MR16 3*1W GU5.3 WarmWhite).

Pico-PV 5-6 techniciens de Seeba sont formés à l'assemblage de lampes Soltys. Pour le moment, compte tenu des volumes en jeu, les lampes sont reçues montées. Le montage sur place devient intéressant pour des commandes de plus de 500 unités.

Les batteries incluses dans les kits Soltys sont de type NIMh et ont une durée de vie constatée de 1,5 ans.

A.9.3 Service après vente

Garantie Les installations sont garanties 1 an, sauf les modules solaires qui sont garantis 5 ans.

Maintenance Dans le cas de projets d'adduction d'eau (PRS), Seeba propose une offre de maintenance tout compris, mais celle-ci n'intéresse finalement pas trop le client final.

Une personne sur place (souvent le directeur de l'école) est formée à une maintenance préventive sommaire : balayage des panneaux, vérification des voyants. En cas d'anormalité, celle-ci a la responsabilité de contacter Seeba.

Il n'y a généralement pas de contrat de maintenance dans le cas des systèmes d'éclairage et SHS.

Fin de vie Le recyclage des batteries au plomb est un problème : lorsqu'elles sont devenues inutilisables pour une utilisation couplées à des panneaux solaires, elles sont revendues à des particuliers qui s'en servent pour allumer une LED de faible puissance par exemple.

Il n'y a pas de reprise des batteries de soltys sauf dans des zones où de nombreux kits sont présents. Les populations sont dans ce cas sensibilisées au risque de pollution par les batteries. Aucun mécanisme de consigne n'est mis en place.

A.9.4 Retours d'expérience

Alliance avec un IMF L'expérience de M. Tamboura à Somimad le rend septique vis-à-vis d'une alliance avec les IMF. Une tentative passée n'avait attirée que 10 clients. Les deux problèmes majeurs selon M. Tamboura sont les taux d'intérêt élevés pratiqués ainsi que le désintérêt des

IMF pour de tels montages. Aucun problème d'impayé n'avait été constaté. Le montage était le suivant :

1. Devis de Seeba
2. Accord du prêt sur présentation du devis
3. Seeba valide la commande sur présentation du justificatif de prêt
4. Seeba est payé par l'IMF directement.

Projet « Fontaine de de lumière » Seeba a participé au projet « Fontaine de Lumière » en partenariat avec la Croix rouge de Monaco. Le projet consiste en l'installation d'un centre de recharge centralisé de lampes solaires au sein d'un village. Chaque ménage possède deux lampes, qui sont rechargées de façon alternée. Le business model est un système de location. La Croix Rouge de Monaco souhaite dupliquer ce projet.

Le modèle possède plusieurs avantages :

- Bon suivi des lampes, et maintenance du système solaire facilitée du fait de la centralisation
- Deux emplois générés

Cependant, il possède également un inconvénient majeur selon M. Tamboura : ce sont les enfants qui transportent les lampes et le risque de casse est en conséquence très élevé.

A.9.5 Autres

Le pompage solaire n'est pas abordable pour les Maliens sans subvention selon M. Tamboura. Les AGR possibles sans subvention sont lui : réfrigération, recharge de batteries, recharge de portables.

M. Tamboura considère que travailler avec une OP est un plus par rapport à la vente directe à des clients finaux.

M. Tamboura a une mauvaise image de l'AMADER qu'il juge peu efficace. Les campagnes d'électrification ont été réalisées en partie par des incompetents opportunistes selon lui. Beaucoup de problèmes en ont résulté. De nombreuses arnaques à l'AMADER via des devis gonflés ont eu lieu. M. Tamboura juge néanmoins les concessionnaires Yelen Kura et Korayé Kurumba comme compétents. Somimad était une entreprise française (filiale de Tenesol) avant d'être revendue. M. Tamboura en était le directeur technique. Tenesol en a eu assez des dessous de table et du business à la Malienne : aujourd'hui Somimad est 100% malienne, mais ne respecte plus l'image de qualité de Tenesol. M. Tamboura les considère comme peu sérieux. Somimad est l'unique fournisseur d'Orange Mali : ce marché a été gagné par Tenesol et transféré à Somimad. Le dimensionnement et l'ingénierie sont faits par Tenesol, Somimad est installateur seulement.

Selon M. Tamboura, ses concurrents directs sont : Diawara solar ; Sinergie ; Zed. Horonya sont de bons commerçants, mais pas des techniciens.

Seeba travaille avec ESF acquitaine, ESF basse normandie, ESF Loire.

A.10 Sinergie

Le directeur général de Sinergie, Salifou Bengaly, a été interviewé.

Création de l'entreprise	1998
Personnel	42 CDI
Composition de l'équipe	6 ingénieurs, 12 techniciens BT, 4 comptables, techniciens CAP
Chiffre d'affaire	> 2 GCFA
Statut	
Actionnariat	

A.10.1 Activité

Sinergie est spécialiste de l'énergie solaire, mais également de l'éolien. Sinergie comprend 4 divisions :

- Énergie solaire
- Réseau électrique HT – MT – BT
- Adduction d'eau (Génie civil)
- Maintenance

La branche solaire de l'entreprise comprend :

- Pompage solaire : 60% des activités de la branche, 422 systèmes installés de 2kW à 11 kW depuis 1998. Les installations sont à 90% destinées à l'adduction d'eau potable, et 10% au maraîchage.
- Éclairage et SHS : 20% du CA environ ; 15 000 kits installés depuis 1998.
- Chauffe-eaux solaire : 430 chauffe-eaux installés depuis 1998. Notamment dans le cadre d'un programme du PNUD d'équipement des dispensaires par un kit comprenant 12 ampoules, un chauffe-eau, un frigo.
- Réfrigération solaire

Présence géographique L'entreprise a créé le « réseau Sinergie » en 1999, constitué de 2 opérateurs conventionnés par région. Ces opérateurs, à l'origine frigoristes ou électriciens, sont aujourd'hui des relais locaux de l'entreprise. Ce rôle ne les occupe pas à plein temps.

Ces opérateurs sont formés techniquement de façon continue par Sinergie. Une formation de 5 jours est en effet dispensée à ceux-ci tous les deux ans sur le thème de l'énergie solaire et de ses applications (1999 – financement interne ; 2002 – financement UE ; 2004 – financement OMS ; 2006 – financement KFW ; 2008 – financement KFW).

Si les compétences techniques de l'opérateur sont suffisantes pour répondre au besoin d'un client, l'opérateur se contente de commander les pièces à Sinergie. Dans le cas contraire, l'opérateur agit comme apporteur d'affaire pour Sinergie. Dans ce cas, une marge sur le devis leur est reversée.

Les opérateurs sont payés à la prestation (installation ou maintenance). Si un projet est mené dans leur région, ces opérateurs sont appelés en priorité sur le chantier, afin de les familiariser avec l'installation : ils seront les interlocuteurs privilégiés pour la maintenance ultérieure du système.

Seul un opérateur a dû être renvoyé du réseau Sinergie (en raison d'un manque de compétences).

Partenaires – Interlocuteurs privilégiés La banque de Sinergie est la BMS.

Clients Les clients principaux de Sinergie sont l'État et les ONG. Les particuliers ne représentent que 10 – 12% du CA de Sinergie.

Paiement 10% des commandes sont réglées comptant ; dans 60% des cas, un acompte est versé à la commande ; dans 30% des cas, 50% est payé à la commande, le reste à l'installation.

A.10.2 Produits

Fournisseurs Sinergie est le représentant de BP Solar au Mali. En conséquence, 80% des panneaux sont de marque BP Solar. Sinergie vend aussi entre autres des panneaux Kyocera. En termes de technologie, les panneaux sont de type poly-cristallin à 60% environ (cette technologie est la plus demandée dans les appels d'offre, donc en stock, donc employée par défaut quand la technologie n'est pas imposée).

Néanmoins, du fait de la fermeture de BP Solar France, ce partenariat va prendre fin sous peu. Sinergie a acté un partenariat avec Photalia, filiale du groupe Vergnet, et les discussions sont en cours avec Phaesun.

Les pompes sont de marque Grundfos, les régulateurs ainsi que les frigos de marque Steca.

Stock M. Bengaly a ouvert un magasin d'exposition/vente de matériel solaire à Bamako (Magasin N'Goulee). Sinergie s'approvisionne dans ce magasin pour les petites commandes. Pour les commandes conséquentes, le matériel est importé directement.

Ce magasin permet l'achat de matériel sans prestation associée.

Les opérateurs du réseau Sinergie n'ont pas de stock. Ils commandent le matériel exclusivement chez Sinergie (sauf petit matériel : câbles électriques, visserie...)

Adduction d'eau Installation de système solaire, groupe électrogène, hybride, selon le souhait du client. L'expérience a montré que dans le cas de l'hybridation, le groupe électrogène n'est que très rarement mis en route (une fois par an environ). Selon M. Bengaly, à long terme, la solution solaire est toujours la plus avantageuse.

Solar Home Systems Des kits standards sont proposés :

- 3 ampoules (35 – 40W_c) : le plus demandé
- 3 ampoules, TV noir et blanc : demandé par les ONG
- TV couleur 15" (panneau 50W_c + batterie 55Ah + TV = 300 000 CFA)
- 3 ampoules, TV couleur : de plus en plus demandé
- frigo solaire (autonome pour assurer l'alimentation)

Sinergie préfère généralement dissocier l'éclairage des autres usages, afin de garantir une durée d'éclairage, indépendamment de l'usage des autres équipements.

Les ampoules utilisées sont pour la majorité des réglottes BL de marque Labcraft. Les ampoules Steca Solsum sont également utilisées.

Les batteries sont de technologie gel et ont une durée de vie constatée de 3 ans. La division maintenance de Sinergie réalise des statistiques sur les batteries installées, ce qui les a d'ailleurs conduit à écarter certaines marques trop peu fiables. Pour M. Bengaly, il est absolument nécessaire d'installer des batteries sans maintenance.

Pico-PV Sinergie propose une lanterne solaire de 3W_c pour 40 000 CFA. Un nouveau modèle proposant la charge de portable sera bientôt proposé

A.10.3 Service après vente

Garantie L'installation est garantie 1 an.

Maintenance La maintenance est assurée par l'opérateur du réseau Sinergie le plus proche. Des visites inopinées des installations SHS sont parfois prévues afin de vérifier l'utilisation correcte des kits.

Fin de vie M. Bengaly considère l'absence de filière de recyclage des batteries comme un réel problème au Mali. Les demandes de l'APES à l'État en ce sens sont restées lettres mortes. Selon, M. Bengaly, installer une usine de recyclage au Mali serait viable : une usine dans la région de Sikasso permettrait de drainer les batteries usagées des pays voisins.

Dans l'optique d'une coopération avec un IMF, Sinergie serait disposé à reprendre le matériel en cas de défaut de paiement. Sinergie a déjà du faire face à cette situation par le passé.

A.10.4 Retours d'expérience

A.10.4.1 Alliance avec un IMF

En 2000, Sinergie a participé à un projet à Sikasso avec BP Solar, en lien avec la BNDA et Kafo Djiginé, de vente à crédit de 150 kits solaires. Le paiement était réparti entre un acompte et 10 mensualités.

D'autres tentatives ont été abandonnées à cause du coût trop élevé du crédit proposé. Le schéma prévoyait un paiement d'un acompte à la commande de l'IMF à Sinergie, et du reste à l'installation. Il n'était pas prévu d'inclure les opérateurs du réseau Sinergie dans les contrats.

M. Bengaly considère qu'un taux supérieur à 10% est trop élevé pour que le système fonctionne.

A.10.5 Autres

M. Bengaly considère le marché de Bamako comme un très gros marché potentiel. Compte tenu du coût élevé de l'électricité réseau, un financement adapté pourrait aider l'adoption de chauffe-eaux solaire par exemple. Sinergie a déjà installé des kits à Bamako pour des clients qui souhaitaient être autonomes du réseau.

M. Bengaly a été l'un des initiateurs de l'AMADER. Il considère qu'aujourd'hui son objectif d'aide au secteur privé n'est pas atteint : la mise en place de subventions aux concessionnaires a fait surtout naître de nombreuses vocation opportunistes.

Les entreprises importantes en termes de CA du domaine du solaire au Mali sont selon M. Bengaly :

- HydroSahel (anciennement Somimad). Les bons techniciens sont partis à la concurrence lors du rachat (M Tamboura à Seeba par exemple), il est donc difficile de juger du niveau technique résiduel
- Diawara Solar : ont eu quelques problèmes, mais d'un bon niveau technique
- Zed : gros mais peu fiable selon M. Bengaly

A.11 Somimad

Le directeur général de Somimad, Mme Dembélé Tegueté, a été interviewée.

Création de l'entreprise	ancienne filiale de Tenesol rachetée en 2006 par Sahelia
Personnel	15 CDI
Composition de l'équipe	2 ingénieurs, des techniciens
Chiffre d'affaire	1 GCFA
Statut	
Actionnariat	Sahelia

A.11.1 Activité

Somimad intervient dans les domaines du solaire et de l'adduction d'eau. Le Génie Civil et la métallurgie sont sous-traités à HydroSahel.

Dans le domaine de l'adduction d'eau (40% du CA), Somimad intervient surtout en tant que sous-traitant d'HydroSahel sur les parties énergétiques, majoritairement solaires, mais aussi parfois à base de groupe électrogène.

Le solaire représente donc 60% du CA de Somimad, dont les SHS ne représentent qu'une part minoritaire, avec 1-2% du CA.

Présence géographique Somimad a un représentant à Ségou et un à Mopti. Ce sont deux techniciens formés par Somimad. Ils ne travaillent pas à plein temps pour Somimad et ont une autre activité à côté de ce rôle de relai technique.

Somimad comptait former davantage de relais techniques, mais n'a pas assez de contrats SAV pour que cela soit rentable.

Partenaires – Interlocuteurs privilégiés Tenesol, HydroSahel.

Clients En ce qui concerne le solaire, le client le plus important de Somimad est Orange. Orange a un contrat avec Tenesol pour équiper chacun de ses sites décentralisés par une alimentation solaire (entre 7 et 12 kW). Somimad étant toujours le partenaire Malien de Tenesol, c'est l'exécutant de ce contrat au Mali.

Viennent ensuite les ONG, avec l'Unicef notamment, et l'Etat de temps en temps.

Paiement Somimad demande un acompte à la commande (de 20 à 80% du montant total suivant la confiance accordée au client).

A.11.2 Produits

Fournisseurs Les produits vendus sont fournis par Tenesol. Cependant, si les clients trouvent le matériel Tenesol trop onéreux, Somimad leur propose de s'approvisionner « au marché ».

Stock Somimad possède de nombreuses pièces en stock, surtout les éléments qu'il faut changer régulièrement. Si jamais Somimad doit commander des pièces, il faut compter 2 mois de délai environ.

Solar Home Systems Les batteries proposées sont de technologie gel, ou à électrolyte. Généralement, les clients choisissent les batteries à électrolyte qui nécessitent un entretien tous les 2 à 4 mois, compte tenu de leur coût moins important. (100 Ah vendue 90 000 – 100 000 CFA en technologie électrolyte, contre environ 150 000 CFA en technologie gel).

Un kit de 3 ampoules, panneau 50 W_c, batterie de 100 Ah, est vendu environ 500 000 CFA. Le panneau Tenesol de 50 W_c seul est vendu 180 000 – 200 000 CFA. Un panneau 50 W_c s'achète au marché pour 90 000 à 130 000 CFA.

L'installation est comprise dans le prix de vente des systèmes. Le client doit néanmoins payer les frais de déplacement des techniciens en sus.

Pico-PV Aucun produit de ce type n'est proposé par Somimad.

A.11.3 Service après vente

Garantie Les produits achetés localement au marché n'ont absolument aucune garantie. Somimad n'a jamais eu de retour, positif ou négatif sur les installations réalisées à partir de ces produits.

En ce qui concerne les produits Tenesol, l'installation est garantie 1 an. Les panneaux sont garantis entre 10 et 20 ans, et les batteries sont garanties 5 ans.

Maintenance Somimad propose un contrat de maintenance préventive à payer en sus (même la première année), représentant 2 à 3 passages dans l'année. ce contrat de maintenance coûte environ 300 000 CFA.

Compte tenu du prix du contrat de maintenance, les clients (hors Orange) choisissent souvent la maintenance curative, payée à l'intervention. Cela s'applique même au public : la DNH (Direction Nationale de l'Hydraulique) refuse d'ailleurs tout service de maintenance préventive dans le cadre du projet PRS – adduction d'eau. Par expérience, Somimad a constaté que la plupart des interventions étaient dues à un défaut d'entretien des systèmes.

Fin de vie Somimad n'a jamais eu à reprendre du matériel de seconde main, ni à gérer la fin de vie de matériel solaire.

A.11.4 Autres

Tenesol propose des formations auxquelles assistent les techniciens de Somimad, notamment lors de la mise sur le marché de nouveaux produits.

Somimad n'a jamais travaillé avec un IMF.

A.12 Thiam énergie solaire

Le propriétaire de Thiam énergie solaire, Daouda Thiam, a été interviewé.

Création de l'entreprise	2000
Personnel	4
Composition de l'équipe	
Chiffre d'affaire	20 – 30 MCFA
Statut	
Actionnariat	

A.12.1 Activité

M. Thiam tient une quincaillerie de vente de matériel solaire à Bamako. Thiam énergie solaire s'occupe de vente au détail uniquement, et ne réalise ni dimensionnement, ni installation, ni maintenance. Pour ces étapes, M. Thiam connaît des techniciens vers lesquels il redirige ses clients.

M. Thiam ne s'occupe pas d'adduction d'eau

Clients Les clients de M. Thiam sont des particuliers généralement, qui viennent de tout le Mali

Paiement Le paiement est se fait cash, sauf pour des personnes de confiance à qui M. Thiam accorde des crédits de 1 à 2 mois.

A.12.2 Produits

Fournisseurs M. Thiam importe ses produits depuis Dubaï auprès de différents fournisseurs. Pour s'adapter à ses clients, M. Thiam propose deux gammes de produits : une gamme bon marché, et une gamme de qualité.

Stock M. Thiam ne vend que ce qu'il a en boutique et n'accepte pas de commande

Solar Home Systems M. Thiam propose différentes marques de panneaux entre 20 et 200 W_c , batteries gel et régulateurs. En boutique par exemple, un régulateur Wellsee de 20 A est vendu 42 500 CFA, et un régulateur Steca de 20 A également coûte 55 000 CFA. Un panneau de 50 W_c coûte entre 80 000 et 85 000 CFA pour le bas de gamme, et 140 000 à 150 000 CFA pour le haut de gamme.

M. Thiam propose des ampoules CFL et LED (marque Maxima – ampoule 2 W vendue à 8 000 CFA) à la vente. Les clients préfèrent généralement les ampoules CFL du fait de leur coût moindre. M. Thiam a constaté que les ampoules LED vendues avaient une durée de vie de 1 an seulement.

Pico-PV M. Thiam propose la « Solar garden light » à la vente au prix de 12 500 CFA, mais le modèle se vend mal.

A.12.3 Service après vente

Garantie Les panneaux vendus ont une garantie de plus de 10 ans. Les batteries sont garanties 1 à 2 ans si elles sont achetées sur étagère, et 2 à 3 ans si elles sont installées par un technicien. Les batteries ont une durée de vie constatée de 3 à 4 ans.

A.12.4 Retours d'expérience

M. Thiam a constaté que les clients qui cherchent du matériel solaire de qualité sont souvent des personnes qui ont déjà eu une installation de mauvaise qualité avec laquelle ils ont eu des problèmes.

La plupart des clients de M. Thiam ne demandent pas de dimensionnement.

Les mécontents sont rares, et les problèmes résultent souvent d'une mauvaise installation.