

OUTILS & MÉTHODES



# Le pompage solaire

Options techniques et retours d'expériences  
Des repères pour l'action



programme  
Solidarité-Eau





# Le pompage solaire

Options techniques  
et retours d'expériences

Des repères pour l'action



Ce document a été réalisé avec le soutien de la région Ile de France et de l'Agence française de développement. Il synthétise les réflexions et pratiques d'opérateurs expérimentés mobilisés au sein d'un groupe de travail animé par le pS-Eau et l'Arene Ile-de-France.

Coordination : Guillaume Aubourg (pS-Eau), Denis Dangaix (Arene Ile-de-France).

Comité de pilotage : Denis Dangaix (Arene Ile-de-France), Hélène Sabathié Akonor (Ademe), Jean-Luc Gaget et Jean-Pierre d'Haenens (Essonne-Sahel), Arnaud Huré (région Ile de France), Jean-Pierre Cerdan et Sophie Meyer (Electriciens sans frontières), Sarah Holt et Juliette Darlu (Fondation Energie pour le Monde), Béatrice Turlonnias (pS-Eau).

Remerciements : Jean-Marie Ily (pS-Eau), Yves Maigne (Fondation Energie pour le Monde), Boubacar Macina (Aged2aep), Roland Hauswald (Acad), Modibo Tamboura (Seeba), Audrey Magné (Aquassistance), Jacques Rycelynck (Essonne-Sahel).

Crédits photos : Acad, Aquassistance, Fondation Energie pour le Monde, Essonne-Sahel, Arene Ile-de-France, Electriciens sans frontières, Ville de Cherbourg-Octeville, pS-Eau.

Création graphique : Solange Munzer.

Maquette et impression : Panoply.

# Sommaire

	page
Préambule	5
<b>1. Rappel : Qu'est-ce que le pompage solaire ?</b>	<b>6</b>
• Le principe	7
• De quoi est constitué un système de pompage photovoltaïque ?	8
<b>2. Solaire et/ou thermique, comment choisir ?</b>	<b>10</b>
• Comparaison entre coût d'exploitation thermique et coût d'exploitation solaire	11
• Exemple du coût du m <sup>3</sup> d'eau selon les types d'alimentation en énergie dans la région de Kayes, Mali	11
<b>3. Comment et avec qui mettre en œuvre un projet solaire ?</b>	<b>14</b>
• Quel fournisseur choisir ?	15
• Quelles capacités locales d'installation et quels besoins en matière d'appui technique ?	16
<b>4. Comment assurer l'entretien et la maintenance des installations ?</b>	<b>17</b>
• Quels besoins en entretien et maintenance ?	18
• Quels types de pannes ?	19
• Quelles capacités locales de maintenance ?	20
• Quelle filière de pièces détachées ?	21
<b>5. Quels sont les coûts d'exploitation et comment les financer ?</b>	<b>22</b>
• Les coûts d'exploitation	23
• Comment recouvrir les coûts d'exploitation ?	24
• Des synergies à étudier	25
<b>6. Pérennité à étudier d'un service public de l'eau</b>	<b>26</b>
• Une épargne plus importante, qu'il convient de sécuriser	27
• L'information - communication : savoir expliquer les spécificités du solaire	28
• L'importance du suivi technique et financier	29
<b>7. Des expériences à partager !</b>	<b>30</b>
Annexes	43



# Préambule

## L'énergie solaire, une option à prendre en compte !

Le recours à l'énergie solaire est l'objet de questionnements récurrents, notamment de la part des autorités locales et nationales des pays du Sud, comme des acteurs français de coopération.

Avec les effets confirmés du changement climatique, ces questionnements portés à l'échelle locale se retrouvent en 2015 au cœur de l'agenda international du moment, que ce soit dans le cadre de l'adoption par l'assemblée générale des Nations unies en septembre à New York des nouveaux objectifs de développement durable (ODD), ou que ce soit dans les débats de la conférence des Nations unies pour le climat à Paris en novembre (COP 21).

Les préoccupations dictées par les enjeux de développement durable, et le souci de maîtriser les coûts d'exploitation dans un contexte de renchérissement du prix du gasoil incitent en effet à étudier de près l'option « solaire » pour le pompage des eaux destinées à l'approvisionnement en eau de boisson, mais aussi pour le développement des activités maraichères qui procurent sécurité alimentaire et revenus.

La technologie du photovoltaïque a beaucoup progressé dans la période récente en termes de performance et de réduction des coûts, à l'investissement initial comme en termes de charge d'exploitation. A travers de nombreux programmes d'investissement étatiques ou d'initiatives non gouvernementales, cette solution technique a été mise en œuvre ces dernières années de façon autonome, mais aussi en combinant la technologie solaire avec l'énergie électrique produite au moyen de groupes électrogènes nécessitant le recours au pétrole.

Les enseignements issus de ces projets sont d'autant plus précieux à connaître et à diffuser que peu de documentation offre un panorama actualisé.

C'est pourquoi, le Programme Solidarité Eau et l'Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies d'Ile-de-France vous proposent ce nouveau document d'aide à la compréhension des enjeux énergétiques dans les projets de solidarité pour l'accès à l'eau.

Marc Lipinsky, Président de l'Arene Ile-de-France  
Pierre-Frédéric Ténier-Buchot, Président du pS-Eau

# 1. Rappel : Qu'est-ce que le pompage solaire ?







## Le principe

« L'eau solaire » consiste à capter l'énergie solaire via des panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité qui alimente une pompe électrique permettant d'assurer l'exhaure de l'eau.

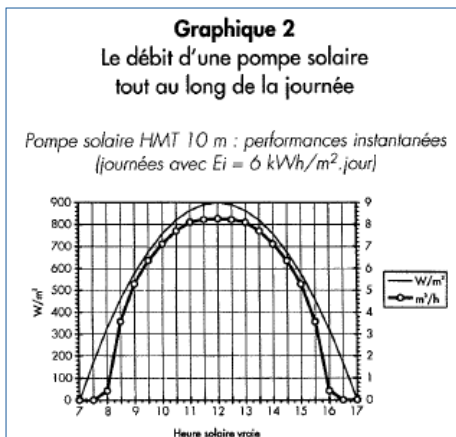
Le plus souvent utilisée dans les zones rurales non desservies par le réseau électrique, l'énergie solaire est depuis plusieurs années déjà une alternative à l'énergie « thermique » (produite au moyen d'un groupe électrogène) pour faire fonctionner les systèmes de pompage.

L'énergie solaire n'est disponible que 6 heures par jour environ, elle atteint son intensité maximale au zénith. C'est pourquoi on parle de pompage « au fil du soleil ».

On mesure généralement l'ensoleillement journalier en kilowatt-heure/m<sup>2</sup>/jour.

Les valeurs journalières moyennes mesurées sont :

- ▶ au Mali (Bamako) : 6,7 kWh/m<sup>2</sup>/jour en avril (saison sèche), 4,2 kWh/m<sup>2</sup>/jour en octobre (saison humide) ;
- ▶ au Bénin : 3,9 à 6,2 kWh/m<sup>2</sup>/jour ;
- ▶ au Cameroun : 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/jour ;
- ▶ en Europe du Sud/Méditerranée : 4,4 à 5,4 kWh/m<sup>2</sup>/jour.



*Courbe de débit d'une pompe solaire en fonction de l'ensoleillement  
(Source : Gay B., 1999)*



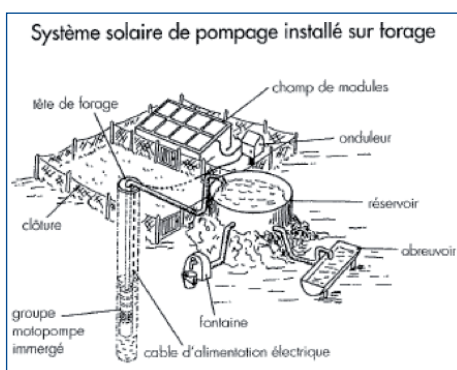


# De quoi est constitué un système de pompage photovoltaïque ?

Un système de pompage photovoltaïque est constitué de :

- Un générateur lui-même composé de modules photovoltaïques, interconnectés électriquement pour constituer une unité de production de courant continu. Il comporte aussi une structure métallique pour supporter l'ensemble.
- Une unité de conditionnement de puissance, constituée d'un convertisseur (onduleur), capable de faire varier la fréquence et la tension de sortie en fonction de la puissance disponible du générateur solaire, elle-même fonction de l'irradiation solaire qu'il reçoit.
- Un groupe électropompe immergé, constitué d'un moteur électrique à induction et d'une pompe centrifuge ou volumétrique.
- Un câblage électrique, par lequel transitent l'énergie du générateur au moteur, et les informations relatives aux contrôles de sécurité.
- Une infrastructure hydraulique qui conduit l'eau de sa source (souvent un puits ou un forage), jusqu'à un réservoir de stockage.

- Un système de potabilisation répondant aux normes en vigueur, pour s'assurer de la qualité sanitaire de l'eau.
- Un réseau de distribution.



Source : Fondation Energies pour le Monde, 2003

## Le solaire, une technologie fiable et performante :

Le **watt crête (Wc)** est l'unité de mesure de la puissance électrique maximale d'un panneau solaire dans des conditions théoriques optimales (ensoleillement, température, etc.)

Le **rendement** d'un panneau solaire est le rapport entre l'énergie reçue et l'énergie produite par ce panneau.

## Deux illustrations au Mali :

Le générateur solaire du système d'alimentation en eau potable de Diéma est composé de 24 panneaux de 50 Wc pour une puissance totale de 1200 Wc. Grâce à un entretien régulier (nettoyage des panneaux), le rendement du système n'a baissé que de 10 % après 15 années d'utilisation.



Réalisée en 2002 dans la cadre de la coopération avec la municipalité de Gentilly, l'adduction solaire du centre de santé de Kolobo est toujours fonctionnelle en décembre 2014.

## Evolution du coût des panneaux solaires

En 10 ans, les coûts du solaire ont fortement chuté au niveau mondial.

En 2004, le solaire était disponible pour des prix de 4,5 à 5 euros le Wc (+1,5 euros pour les câblages et les supports modules)<sup>1</sup>.

En 2014, certains constructeurs ont même des coûts de production nettement inférieurs

à 1 euro/Wc. A titre d'exemple, du fait de la concurrence entre les fournisseurs au Mali, on trouve désormais à Bamako des panneaux d'excellente qualité pour des prix inférieurs à 2 euros/Wc<sup>2</sup>.

Si de nombreuses références sont disponibles localement, il convient de ne pas exclusivement prendre en compte le tarif moins disant. La traçabilité et la qualité du matériel sont aussi à prendre en compte.

**L'eau peut être stockée, pourquoi pas l'énergie ? Le recours aux batteries, une option envisageable ?**

Le recours à des batteries pour stocker l'énergie et permettre le pompage électrique hors période d'ensoleillement est techniquement possible mais en réalité n'est pas pratiqué. En voici les raisons :

La batterie pour stocker l'énergie et en différer l'usage est pour l'instant une technologie coûteuse et fragile dans certains contextes d'utilisation. Le surcoût à l'investissement initial pour un équipement d'une durée de vie encore limitée (cinq ans en utilisation normale), contribue à un renchérissement du coût des projets et des charges d'exploitation qui peut être évité en recourant à une solution simple et économique.

Dans la pratique en effet, le réservoir du château d'eau et les dispositifs familiaux de stockage à domicile permettent généralement de conserver une partie de l'eau utile pour la consommation quotidienne généralement concentrée en début de matinée et en soirée.

1. Source : Fondation Energies pour le Monde.

2. Source Jean-Pierre d'Haenens, Essonne-Sahel.

## 2. Solaire et/ou thermique, comment choisir ?



Si le rapport coût/puissance et la fiabilité du solaire se sont améliorés ces dernières années, l'énergie solaire revêt des atouts et contraintes spécifiques, et n'est pas adaptée à tous les contextes.

Comparaison entre coût d'exploitation thermique et coût d'exploitation solaire.

Exemple du coût du m<sup>3</sup> d'eau selon les types d'alimentation en énergie dans trois localités de la région de Kayes, Mali<sup>3</sup>.

	Yérére	Sandaré	Diéma
Profondeur de forage	16 m	28 m	42 m
Coût du kWh solaire (Fcfa)	165	165	165
Coût du kWh thermique (12 kVA)	1000	1000	1000
Energie en kWh pour élever 1 m <sup>3</sup> de la HMT avec rendement 100%	0,044	0,076	0,11
<b>Solaire : coût du m<sup>3</sup> d'eau (rendement moyen 38%)</b>	<b>19 Fcfa</b>	<b>33 Fcfa</b>	<b>48 Fcfa</b>
<b>Thermique : coût du m<sup>3</sup> d'eau (rendement moyen 43 %)</b>	<b>102 Fcfa</b>	<b>176 Fcfa</b>	<b>255 Fcfa</b>
<i>Note : Coût du kWh réseau à Diéma (subventionné)</i>			220 Fcfa

Les coûts d'exploitation en pompage mixte, c'est-à-dire en recourant à la fois au solaire et au thermique, sont intermédiaires entre les coûts en solaire et les coûts en thermique, (cf exemple de Makhana page 33).

A Diéma en 2014, les 2/3 de la production quotidienne en eau sont produits à partir de l'énergie solaire et 1/3 en thermique, ce qui correspond à un coût moyen de production de 117 Fcfa/m<sup>3</sup>.

Depuis la solarisation fonctionnelle de 4 des 6 forages, l'économie sur le coût de l'énergie est estimée à plus d'1 million de Fcfa par mois.

Pour une production moyenne quotidienne de 230 m<sup>3</sup>, la part en solaire est passée de 7,3% en janvier 2012 à une moyenne de 70% de juin à novembre 2014. Le coût de production est passé d'environ 280 Fcfa/m<sup>3</sup> à environ 125 Fcfa/m<sup>3</sup> sur les six derniers mois de juin à novembre 2014. Sur une base annuelle de production d'environ 80 000 m<sup>3</sup>/an, l'économie réalisée est d'environ 12 400 000 Fcfa, soit 18 900 €.

3. Les coûts présentés dans ce tableau sont le résultat d'études conduites et actualisées en 2014 par Jean-Pierre d'Haenens (Essonne-Sahel), à partir des chiffres de l'audit technique et financier annuel. Ils incluent uniquement les coûts liés à la source d'énergie.



## Synthèse des atouts et contraintes des différentes solutions d'énergie.

	Motricité humaine	Solaire	Mixte solaire/ thermique	Thermique	Réseau
<b>Atouts</b> +	Disponibilité de l'énergie Simplicité d'utilisation	Disponibilité de l'énergie Fiabilité Coûts d'exploitation faibles	Capacité/ puissance Flexibilité	Capacité/ puissance Capacités locales de maintenance Flexibilité	Capacité/ puissance Prix du m <sup>3</sup> d'eau Coûts de raccordement abordables si réseau à proximité
<b>Contraintes</b> -	Peu confortable La corvée d'eau reste dévolue aux femmes et enfants Entretien et maintenance Très limité en capacité et puissance	Pompage 9h par jour seulement, et forte variation journalière du débit « au fil du soleil » Sensible aux « jours sans soleil » et aux saisons humides (couverture nuageuse)	Maintenance régulière Coûts d'exploitation élevés Disponibilité des pièces de rechange pour les groupes électrogènes	Coûts d'exploitation élevés Disponibilité des pièces de rechange pour les groupes	Irrégularité (délestages) Capacités d'entretien et maintenance élevées Prix du kWh à étudier par zone ou pays

Pour pallier la variation journalière de la disponibilité de l'eau en cas de pompage solaire, on peut construire un système de stockage (château d'eau, citernes) plus grand. A titre indicatif, un chiffre constaté sur le programme Régional Solaire II<sup>4</sup> : le stockage était dimensionné pour des volumes d'environ 70% de la capacité journalière du forage, contre 20-30% pour une AEP thermique.

4. PRS I et II, Programmes réalisés dans le cadre du Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) sur financement de la Commission européenne. [www.cilss.bf](http://www.cilss.bf).

### Critères d'opportunité selon les types de localité

Issus de l'analyse de multiples situations observées et de préconisations d'opérateurs et de services techniques étatiques, les éléments de ce tableau dégagent des orientations générales qui restent indicatives. Des études préalables de faisabilité technique et socio économique demeurent indispensables à la conception de chaque projet.

Le solaire comme source d'énergie unique, ou mixte, pour l'eau potable :  
critères d'opportunité selon les types de localités

	Solaire	Mixte solaire/ thermique	Thermique	Réseau
<b>Sites isolés</b> <b>Populations</b> (≤1 000 hab) <b>Petites profondeurs de forage</b>	Envisageable mais bien vérifier la capacité économique des usagers (cf projets Sangha p38)	Pas adapté	Peu adapté (pas intéressant sur le plan économique, difficultés d'approvisionnement)	Non reliés
<b>Petits centres ruraux</b> (population ≤3 000 hab) <b>Débits moyens et Profondeurs faibles à moyennes</b> (≤6 000m <sup>3</sup> /jour)	Adapté (cf projet Sissiki p 31 et projet Tibiri p 36)	Adapté (cf projet Makhana p 33)	Peu ou pas adapté	Non reliés
<b>Petits centres urbains</b> (entre 3 000 et 15 000 habitants) <b>Profondeurs faibles à fortes (de 10 à 100m) et débits moyens</b>	Envisageable ou peu adapté (déficit de puissance, variation journalière)	Adapté	Adapté	Rarement reliés, adapté si possibilité de connexion
<b>Centres urbains</b> (>15 000 hab)	Envisageable	Envisageable	Adapté	Adapté si reliés

### **Témoignage de Jean-Pierre d'Haenens, conseiller technique d'Essonne-Sahel :** **les facteurs qui ont pesé dans le choix du solaire à Diéma, région de Kayes**

« Pour une pompe de 1,5 kW, il faut compter sur des panneaux de 2200 à 2500 wc en puissance max. C'est l'équivalent pour la puissance similaire d'un groupe d'une dizaine de kVA. Un groupe de cette puissance vaut 6 millions de francs Fcfa, et doit être changé toutes les 10 000 heures de fonctionnement (ex à Diéma), soit tous les 18 mois. De plus ces groupes à moteur asynchrone sont surdimensionnés : ils ont besoin d'une forte puissance au démarrage, puis ils tournent à bas régime. Ils consomment donc beaucoup de carburant. Dans le même contexte, pour l'achat de panneaux d'une puissance de 2000 Wc, il faut compter 6 ou 7 millions de Fcfa. Mais ces panneaux ont une durée de vie de 25 ans. »<sup>5</sup>

5. Le kilovoltampère (kVA) mesure la puissance électrique apparente d'une installation, le kilowatt kW mesure la puissance active.

# 3. Comment et avec qui mettre en œuvre un projet solaire ?







## Quel fournisseur choisir ?

Il existe désormais un réseau de fournisseurs en panneaux solaires dans toutes les grandes villes d'Afrique de l'Ouest. Les Directions nationales de l'hydraulique tiennent généralement à disposition une liste de fournisseurs agréés. Toutefois la qualité des matériels et du service proposés sont très inégaux. Il convient donc :

- ▶ Faire une analyse comparée des différentes offres proposées localement ;
- ▶ Choisir du matériel de qualité aux normes UE. Pour ce faire, vérifier les flash tests (au moment de sa fabrication, le module est soumis à un test d'exposition à la lumière pour calibrer sa puissance. Un code barre renseigne sur toutes les caractéristiques du panneau) ;
- ▶ De procéder à des consultations : d'autres acteurs de coopération ont sûrement mis en place à proximité des projets d'eau solaire avant vous. Quels enseignements en ont-ils tirés ? Quels fournisseurs vous recommandent-ils ?
- ▶ Se faire conseiller par des spécialistes : Pour sélectionner les prestataires, il est possible de connaître, auprès des services centraux ou déconcentrés de l'Etat, les opérateurs qui ont répondu à des appels d'offres, et si possible pouvoir étudier les réponses qu'ils ont fournies ;
- ▶ Évaluer la solidité financière du fournisseur : son entreprise existera-t-elle toujours dans quelques années ?

Dans le cadre de la promotion des énergies renouvelables, de nombreux gouvernements accordent une exonération des taxes d'importation sur les équipements d'installations photoélectriques. Il est à noter que le recours à des opérateurs locaux simplifie les démarches d'obtention de ces exonérations auprès de l'administration douanière.



# Quelles capacités locales d'installation et quels besoins en matière d'appui technique ?

Qui a la responsabilité de la réception des installations ? Quel appui-conseil technique est nécessaire ? Quand intervient le transfert de propriété ?

Il s'agit, à cette étape, de clarifier les rôles et les compétences de chaque acteur et d'identifier les compétences locales, éventuellement complétées d'un appui-conseil disponible au niveau national.

Témoignage : Modibo Tamboura gérant de la Sahélienne de l'Énergie, de l'Eau et du Bâtiment.



Créée à Bamako en 2005, SEEBA sarl emploie aujourd'hui une dizaine de permanents qui disposent, pour certains, de plus de 20 ans d'expérience en matière de conception et installation de systèmes photovoltaïques ou thermiques, destinés à alimenter en énergie électrique les sites isolés. Ce savoir faire est sollicité par des clients nombreux et variés (Etat, Ong, coopération décentralisée, agences de coopération bilatérale, etc.).

*« Les technologies progressent et les professionnels suivent leur évolution. Cependant la technique ne garantit pas la pérennité des équipements et leur bon fonctionnement si on néglige les hommes. Il est primordial d'associer les usagers aux initiatives et d'investir dans la formation technique et organisationnelle des exploitants. »*

# 4. Comment assurer l'entretien et la maintenance des installations ?





# Quels besoins en entretien et maintenance ?

En termes d'entretien de base, les panneaux solaires nécessitent un nettoyage hebdomadaire.

La pompe et le système de connexion, quant à eux, nécessitent des vérifications régulières afin de prévenir les pannes. Celles-ci peuvent être réalisées par un technicien local que l'on aura formé à cette mission.

## Témoignage : Jean-Pierre d'Haenens - Essonne-Sahel

*« Dans chacun des petits centres sur lesquels l'association intervient, nous avons formé un technicien en charge des relevés des bornes fontaines et du suivi de l'état des installations. Il mesure 1 fois par mois la puissance en sortie de panneaux et la mesure du débit en sortie de pompe (affichée sur les boîtiers de contrôle). Ce technicien est rétribué 11 000 Fcfa/mois pour environ une journée de travail/mois. Ce coût de maintenance est intégré dans le coût du service (tarif) ».*

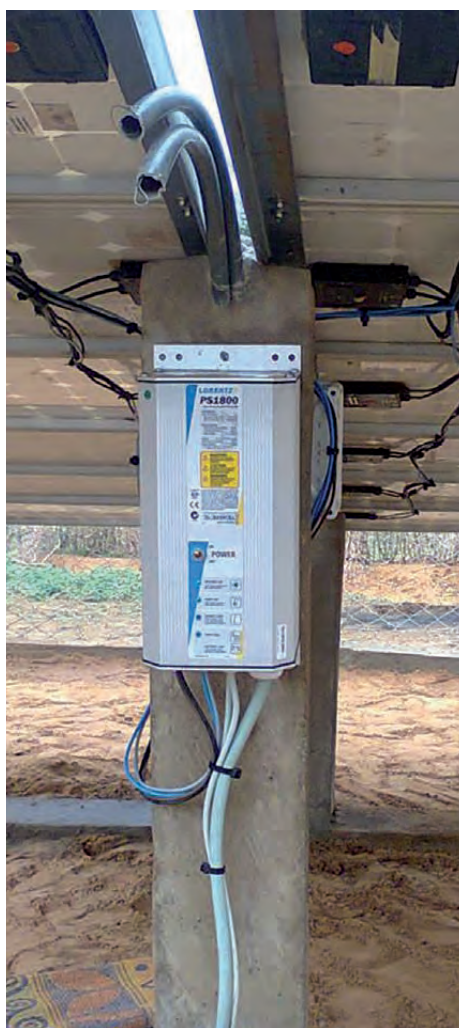
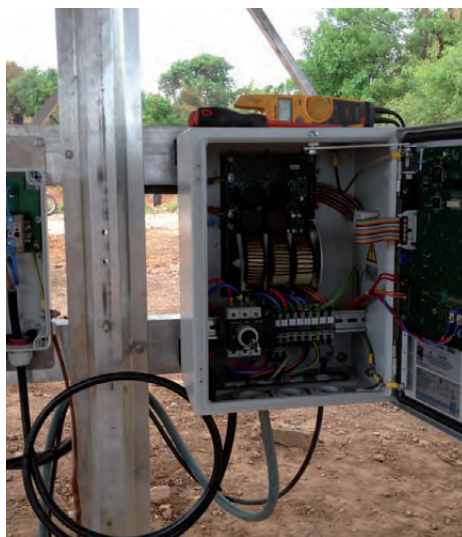




## Quels types de pannes ?

Les pannes sur les panneaux sont relativement rares en milieu sahélien. La connectique est en revanche beaucoup plus sensible aux fortes chaleurs.

Les onduleurs sont la partie la plus fragile du dispositif d'énergie solaire. On procède généralement à leur remplacement après 5 à 10 ans d'utilisation. Avec la génération de pompes à moteurs à courant continu, il n'y a plus d'onduleur, mais des contrôleurs, beaucoup plus simples et fiables sur le plan électronique.





# Quelles capacités locales de maintenance ?

Ces compétences existent désormais dans tous les pays d'Afrique de l'Ouest. Il est toutefois nécessaire de bien se renseigner auprès des Agences nationales d'électrification rurale par exemple, et de vérifier les références et le niveau de compétence des professionnels que l'on sollicitera.

Afin de se prémunir contre une panne grave de la pompe comme du système de fourniture d'énergie, il peut-être utile de souscrire un contrat de maintenance (l'équivalent d'une extension de garantie) qui permette l'intervention d'un spécialiste agréé par le constructeur. Les principaux fournisseurs proposent ce type de service (c'est d'ailleurs un critère à prendre en compte au moment de l'achat).

## Témoignage : Essonne-Sahel

*« A Bamako, 4 à 5 grandes entreprises spécialisées dans le solaire font de la distribution et de la réparation de panneaux. Il n'y a pas, en revanche, de prestataire pour les pompes, même pour une grande marque comme Grundfos ! »*

Susciter le développement d'une offre d'entrepreneurs locaux est donc un enjeu majeur pour les filières hydraulique et solaire.

## Témoignage : Marcel Faye - installateur

*« Basé à Ziguinchor depuis 1996, j'ai créé en 2001 Faye Solaire, ma propre entreprise d'installation, de fourniture et de maintenance de matériel solaire - systèmes individuels d'éclairage, mini-centrales et systèmes de pompage photovoltaïque.*

*J'ai notamment réalisé l'installation des systèmes de pompage solaire de douze périmètres maraîchers (cf. p 38-39) et passé un contrat de maintenance avec les groupements. Un déplacement sur site est effectué deux fois par an : avant la campagne de maraîchage en octobre - novembre et après, au début de la saison des pluies, fin juin début juillet.*

*J'ai formé des techniciens que j'emploie pour réaliser des installations. Après une formation théorique et pratique d'une à deux années, ils peuvent réaliser en autonomie des travaux. »*



## Quelle filière de pièces détachées ?

C'est l'un des principaux avantages des réparateurs agréés opérant dans le cadre du contrat de maintenance : ils disposent en général d'un stock de pièces détachées (panneaux, onduleurs, connectique, etc.).



# 5. Quels sont les coûts d'exploitation et comment les financer ?







# Les coûts d'exploitation

En l'absence de frais de combustible, ces coûts se répartissent généralement ainsi pour une installation solaire :

## Les frais de gestion de l'exploitant (qu'il soit privé, public ou associatif)

Ils comprennent :

- Les frais de personnel : le salaire de la ou les personne(s) en charge de la surveillance et de l'entretien des installations, et la rémunération de la personne en charge de la vente de l'eau (fontainier) ;
- Eventuellement, le matériel de mesures électriques pour effectuer les contrôles ;
- Le petit matériel de gestion (caisse, cahier de suivi, cahier de compte, etc.) ;

## Les provisions pour renouvellement

Il convient de prendre en compte le renouvellement des différentes parties du système à plus ou moins long terme :

- Le câblage et la connectique : ce sont les parties les plus sensibles du système ;
- L'onduleur : celui-ci a une durée de vie moyenne d'environ sept ans ;
- La pompe : elle a une durée de vie d'environ 10 ans ;
- Les panneaux solaires ont une durée de vie (garantie par le constructeur) de 25-30 ans.

Il faut anticiper le remplacement de ces équipements, même si ces installations ont été financées par un partenaire Nord : On ne peut plus miser sur un nouveau don, à une échéance aussi lointaine.

## Le contrat de maintenance

Ce type de contrat a un coût, qui doit être pris en compte dans le prix de l'eau.

## Le suivi technique et financier

Sur le suivi technique et financier (appelé STEFI au Mali), voir le chapitre suivant : pérennité d'un service public de l'eau.



# Comment recouvrir les coûts d'exploitation ?

Si les partenaires au développement peuvent financer un investissement initial ou de l'appui conseil, ils financent rarement les coûts de fonctionnement d'un système.

Ces coûts seront couverts par les usagers à travers le tarif de l'eau.

Dès la phase de conception d'un projet (étude de faisabilité), il convient de vérifier que le tarif puisse à la fois assurer la viabilité financière du service, tout en représentant une part soutenable du budget des ménages.

A titre d'exemple, le prix du m<sup>3</sup> d'eau pour les systèmes d'adduction d'eau en milieu rural pratiqué en région de Kayes se situe aux alentours de 500 Fcfa, soit environ 0,7 euros le m<sup>3</sup>. Ce tarif permet de recouvrir entièrement les coûts d'exploitation du service (voir également l'encadré p 25).



Tableau : Que comprend le prix de l'eau payé par les usagers ?  
 L'exemple de l'AEP solaire de Koréra-Koré (région de Kayes, Mali).

(Source Essonne-Sahel)

Montants associés (en Fcfa/m <sup>3</sup> )	
Prix de vente de l'eau	400
Total des coûts de production	270
Salaires, indemnités	48
Gestion	12
Energie (gasoil, consommables)	0
Divers entretien	11
Suivi technique et financier	22
Impayés, ristournes	70
Amort. Maintenance. Entretien générateur solaire	48
Amortissement pompe (50 000 m <sup>3</sup> )	32
Contrat de maintenance pompe	27



## Des synergies à étudier

Dans un village, la réalisation d'un projet de pompage solaire alimentant un château d'eau et quelques bornes fontaines, est en soi un schéma robuste, fiable et peu coûteux au regard des besoins et des enjeux sanitaires liés à l'accès à une eau de qualité. La longévité et la baisse continue du coût des panneaux photovoltaïques ne font que renforcer la compétitivité du pompage solaire par rapport à des solutions concurrentes reposant sur des combustibles fossiles.

La réalisation d'une petite centrale solaire pour alimenter un pompage peut aussi être mutualisée avec d'autres besoins, et servir à électrifier un centre de soins (pour conserver des vaccins ou réaliser des accouchements la nuit), une école, alimenter une station de recharge de batteries et de téléphones portables, ou permettre l'accès à des services partagés (vente de froid, accès internet...). Ceci donne à l'installation solaire un périmètre d'usages propres à renforcer l'activité d'un opérateur local, et à générer des ressources pour pérenniser les équipements les plus sensibles.

# 6. Pérennité d'un service public de l'eau





## Une épargne importante, qu'il convient de sécuriser

Pour la gestion des AEP solaires, en l'absence de réparations fréquentes et de besoins d'achat du carburant, les habitudes en matière de gestion courante du fonds peuvent se perdre. Tandis que l'épargne (provision pour amortissement) liée au paiement de l'eau va s'accumuler, des choix de court terme, ou peu transparents, peuvent alors être réalisés par l'entité en charge de la gestion.

Certaines solutions éprouvées (comme la double signature du président du comité de gestion et du trésorier de l'association) permettent de limiter les risques en termes de gestion des petits services d'eau.

Ces règles doivent être écrites, comprises et admises par toutes les personnes et entités en charge de la gestion du service de l'eau <sup>6</sup>.



6. Sur les conditions à réunir et les outils disponibles pour favoriser une bonne gestion, voir également le guide méthodologique « développer les services d'eau potable, 18 questions » pour agir. cf annexe.



# L'information - communication : savoir expliquer les spécificités du solaire

De par ses spécificités, le solaire, plus encore que les autres solutions d'énergie utilisées pour l'adduction d'eau potable, nécessite un effort d'explication et de communication à destination des populations. Pour convaincre, il faudra notamment pouvoir répondre de manière pertinente (entre autres) à ces questions :

- ▶ Pourquoi payer l'eau alors que l'énergie du soleil est gratuite ?
- ▶ Pourquoi payer l'eau alors que l'installation ne nécessite pas d'entretien ni de réparations ?
- ▶ Pourquoi les usagers des bornes fontaines les plus éloignées ont-ils moins de pression dans le réseau ?

Les usagers ont de plus en plus conscience de la nécessité de payer « les coûts de l'eau » afin de continuer à profiter du service. Pour les AEP solaires dont elle a assuré la mise en place et dont elle continue de suivre l'exploitation dans la région de Kayes (Mali), l'association Essonne-Sahel annonce des taux de recouvrement de 90 à 95%.





## L'importance du suivi technique et financier

Le suivi des services de l'eau consiste à collecter et analyser des données qui peuvent être de nature très variables : données techniques, économiques, financières, organisationnelles, institutionnelles etc. en vue de pérenniser un service de qualité.

Le suivi vise à apprécier la qualité du service sur la base de critères objectifs et rigoureux, liés à l'exploitation du service. Le suivi permet d'identifier (voire d'anticiper) les dysfonctionnements, et de proposer des mesures correctives, permettant ainsi d'augmenter la qualité et la durabilité des services d'eau.

Au Mali, depuis 2004, le suivi technique et financier (STEFI) est assuré par 2 opérateurs privés recrutés sur appel d'offres pour des zones d'intervention spécifiées. Il concerne plus de 150 systèmes d'AEP et il est en principe obligatoire. Le suivi, assuré par semestre, comprend une visite des équipements, un examen des outils de gestion et fait l'objet d'un rapport et d'une restitution associant l'équipe d'exploitation, les usagers, les représentants de la commune (maitre d'ouvrage) et des services déconcentrés de l'Etat. Ce dispositif, financé par la vente de l'eau (coût environ 20 FCFA/m<sup>3</sup> produit) est pérenne et a démontré sa fiabilité.

Un grand nombre de partenaires techniques et financiers non gouvernementaux apprécient ce suivi technique et financier, gage de transparence et de bonne gestion.

Il est cependant observé que les petites adductions solaires sont rarement intégrées dans les dispositifs « nationaux » de suivi. C'est pourquoi, dans de nombreux cas, ce sont les opérateurs de projets qui proposent des outils et indicateurs de suivi simplifiés pour renseigner usagers, maitres d'ouvrage, commanditaires et partenaires extérieurs à l'origine de la création des équipements.

### Témoignage d'Electriciens sans frontières : Suivi de projet en pays Massai

*« Sur des installations de pompage solaire au Kenya, ESF fait procéder à un suivi pendant 10 ans par son partenaire local (l'association Alenya). A cette occasion l'état des installations de pompage et des 6 points d'eau est supervisé. Un registre d'exploitation compilant les informations marquantes (nombre de réparations réalisées par les techniciens locaux formés, nettoyage hebdomadaire des panneaux etc.) est tenu par le chef de village. Un des 12 panneaux solaires ayant été volé en 2012, une procédure de dépannage à distance a été réalisée. En 2013, le comité local de gestion a acheté sur ses ressources un nouveau panneau et les techniciens l'ont installé eux même ».*

# 7. Des expériences à partager !





Plus de 150 projets conduits ou soutenus par des acteurs français de coopération ont recours à l'énergie solaire pour alimenter des systèmes de pompage motorisé. Parmi ce large panorama, voici une sélection d'opérations suffisamment renseignées pour illustrer les divers contextes d'intervention et impacts induits par l'électrification rurale des points d'eau.

### **Electrification de pompes manuelles Volanta pour alimenter la population et les infrastructures sanitaires et éducatives du village de Sissili au Burkina Faso.**

**Opérateurs :** Electriciens sans frontières / Soleil Burkina

**Coût des réalisations :** 78 000€.

**Partenaire financier :** Conseil régional Aquitaine.

**Date de mise en service :** 2011.



Le projet a consisté à alimenter en eau et électricité le centre de santé et de promotion sociale et l'école primaire publique du village par l'électrification solaire des deux forages existants. Les pompes Volanta « manuelles » performantes préexistantes sont désormais actionnées par une courroie. Ce système permet de revenir à une exhaure manuelle en cas de panne « électrique ».



### Au niveau de l'école :

- ▶ 1 pompe de capacité 1 m<sup>3</sup>/heure d'une puissance de 500 W soit environ 8 m<sup>3</sup>/jour ;
- ▶ 1 forage existant de 110 mm de diamètre et de 45 mètres de profondeur ;
- ▶ 1 réservoir de 15 m<sup>3</sup> ;
- ▶ Pompage au fil du soleil ;
- ▶ Puissance : 6 panneaux de 75 Wc soit 450 Wc ;
- ▶ Nombre de points d'eau :
  - une borne fontaine destinée à la vente d'eau auprès des populations riveraines,
  - un lave-main destiné à l'hygiène des 450 élèves,
  - un point d'eau à la cuisine afin de faciliter la préparation des repas,
  - deux bassins de rétention afin de faciliter l'arrosage d'un jardin scolaire de 1600 m<sup>2</sup>.

### Au niveau du village :

- ▶ 1 pompe de capacité 2,5 m<sup>3</sup>/heure et d'une puissance unitaire de 1200W ;
- ▶ 1 forage existant de 110 mm de diamètre et de 60 mètres de profondeur ;
- ▶ Un réservoir (préexistant) de 10 m<sup>3</sup> ;
- ▶ Pompage au fil du soleil ;
- ▶ Puissance : 24 panneaux de 75 Wc ;
- ▶ Nombre de points d'eau :
  - une borne fontaine destinée à la vente d'eau auprès des populations riveraines ;
  - un point d'eau à la maternité ;
  - un point d'eau au dispensaire ;
  - une borne fontaine à la ferme ;
  - un point d'eau au jardin des femmes (environ 5000 m<sup>2</sup>).



### **A retenir :**

- ▶ L'absence de pompe électrique immergée permet une maintenance simplifiée et localement maîtrisée ;
- ▶ La pénibilité du pompage manuel est supprimée et dégage ainsi du temps pour des activités maraîchères, pour un coût d'exploitation du service très abordable ;
- ▶ Souplesse d'utilisation avec retour possible au pompage manuel (panne, maintenance) ;
- ▶ Le projet mené en collaboration étroite avec les acteurs locaux a permis l'émergence d'un électricien local spécialisé en photovoltaïque ;
- ▶ La pose de compteurs volumétriques permet d'organiser un suivi des quantités d'eau puisées (durée, condition d'ensoleillement), la répartition des consommations entre les différents usages (boisson, maraîchage, etc.)

### **INFOS +**

[www.electriciens-sans-frontieres.org](http://www.electriciens-sans-frontieres.org)

## A Makhana (Mali) une solution mixte solaire thermique pour répondre à la croissance de la consommation.



**Opérateurs :** Association pour le développement de Makhana Guidimé / Bureau d'études 2AEP

**Coût des réalisations :** 70 000€ (investissement initial dont 4 600 € pour la fourniture et pose des panneaux solaires) + 45 000€ (phase optimisation énergétique 2014-2015).

**Partenaires financiers :** ADMG, Coallia, Fondation Adoma, Fondation Veolia.

**Date de mise en service :** 2009.

Le projet d'adduction a été initié par l'association des ressortissants pour améliorer les conditions de santé et de vie des 2000 habitants du village.

### A retenir :

Dimensionné pour une consommation spécifique de 15 litres par jour et par personne, le système a rapidement atteint des contraintes d'exploitation techniques. Dès la première année, les consommations ont en effet dépassé les estimations. En conséquence, le réservoir est vide en fin de journée et ne peut être rempli avant le lendemain.

### Caractéristiques :

- 1 forage d'une capacité de production de 12m<sup>3</sup>/h ;
- 1 champ solaire de 10 panneaux de 50Wc (pour un total de 3 000 000 de fcfa soit 4 600 €) ;
- La durée de pompage est estimée à 7h par jour ;
- 1 château d'eau de 10m<sup>3</sup> ;
- 5 bornes fontaines et une centaine de branchements domiciliaires.

## A retenir :

- L'audit technique et financier externe semi annuel confirme que le tarif du service (500 Fcfa le mètre cube) est accepté et permet de couvrir les coûts d'exploitation et de renouvellement des équipements, conformément à la politique sectorielle.
- L'amortissement des panneaux solaire sur 20 ans, représente environ 15% des charges d'exploitation (chiffre 2013) ;
- Un projet d'optimisation d'un coût de 45 000€ est prévu en 2015. Il comprend :
  - Le redimensionnement de la pompe immergée et de la capacité de stockage du réservoir (50m<sup>3</sup>) ;
  - La mise en place d'un système mixte (solaire / thermique) pour allonger la durée du pompage et faire face à la croissance et aux pics de consommation ;
  - Avec un groupe électrogène permettant 4 heures de pompage (de 16 h à 20 h), le service offert passera de 6 l/h/j à 10 l/h/j et la production brute de 13400 m<sup>3</sup> à 25080 m<sup>3</sup>/an.
- Le passage à ce système mixte solaire / thermique augmente sensiblement le coût du m<sup>3</sup> qui passe de 336 Fcfa en solaire à 404 Fcfa en exploitation mixte.

## INFOS +

[www.aged2aep.com](http://www.aged2aep.com)

## Mini aep pour les populations isolées de 5 villages du plateau de Sangha (Mali).

**Opérateurs :** Association de coopération entre acteurs du développement (ACAD)/ Association pour le développement économique et social en Afrique francophone (ADESAF)

**Coût des réalisations :** 258 000€ (2010-2012), 95 000€ (2013-2015).

**Partenaires financiers :** Commune d'Allonnes, Agence de l'eau Loire Bretagne, Région pays de la Loire, SIDERM, Le Mans métropole, ministère des affaires étrangères et du développement international.

**Date de mise en service :** 2012-2014.

Programme pluriannuel développé dans le cadre de la coopération engagée entre les municipalités d'Allonnes et de Sangha.

## Caractéristiques :

Réalisation de forages positifs après études géophysiques. Pose de pompes alimentées par champs solaires pour alimenter 4 adductions d'eau simplifiées (AES).





Les AES de Kamba Sindé et de Kamba Komodiguili comportent :

- Installation d'un château d'eau de 20 m<sup>3</sup>, à une hauteur de 13 m alimentant 1 borne fontaine à Kamba Sindé et 1 branchement au centre de santé.
- Installation d'un château de 4m<sup>3</sup> desservant 1 borne fontaine à Kamba Komodiguili.

AES de Diamini-Goura / Bongo comporte :

- L'installation d'une pompe mixte<sup>7</sup>.
- L'installation de 4 panneaux solaires montés sur un poteau de 4 m.
- L'installation de deux réservoirs PVC de 11 m<sup>3</sup>.

- Réalisation de 4 bornes fontaines équipées de deux robinets avec compteurs et vannes.
- Réalisation de deux points d'eau pour l'école du premier cycle et l'école du deuxième cycle.

L'AES de Bongo /Gogoli comprend :

- L'installation d'une pompe mixte.
- L'installation de 4 panneaux solaires montés sur un poteau de 4 m.
- L'installation de deux réservoirs PVC de 5 et 6 m<sup>3</sup> montés sur une structure métallique de 4m de hauteur.
- Réalisation d'un point d'eau pour l'école du premier cycle.

#### A retenir :

- Alimentation en eau potable des 5 villages de Kamba Sindé, Kamba Komodiguili, Diamini-Goura, Bongo et Gogoli, soit près de 3600 habitants (environ 700 habitants par village).
- Articulation du programme avec les interventions de l'Etat sur la zone et implication des services déconcentrés de l'Etat dans la mise en œuvre et le suivi des réalisations.
- Recrutement de 9 fontainiers et de 2 gardiens.
- Fixation d'un tarif unique mis en place à l'échelle de la commune pour le service (500 Fcfa) et d'une seule association des usagers de l'eau (UEAEP) regroupant les comités de chacune des AES.
- Nombreuses sessions de sensibilisation des populations et des responsables d'exploitation.

7. Peut aussi bien fonctionner à partir d'une station solaire ou d'un groupe électrogène.

- Forte mobilisation des élus avec la mise en place d'une commission Eau au sein de la municipalité de Sangha et recrutement d'un technicien d'action sociale mis à disposition de la mairie.
- Les consommations spécifiques sont estimées à 5l/personne/jour.

### INFOS +

[www.acad-cooperation.org](http://www.acad-cooperation.org)

[www.adesaf.org](http://www.adesaf.org)

## Eau et électricité pour les écoles et centres de santé de la commune de Tibiri au Niger

**Opérateur :** Electriciens sans frontières / Le Creusot Bourgogne / Solidarité Sahel Niger / Tin Tua

**Coût des réalisations :** 190 000 € pour 5 villages soit 20 000 habitants.

**Coût des réalisations :** 30 000 € pour les forages. 40 000 € pour le pompage solaire. 20 000 € pour les châteaux d'eau.

### Partenaires financiers :

Fondation EDF, Conseil départemental de Saône et Loire, Communauté urbaine de Creusot-Montceau, Agence de l'eau Loire Bretagne.

**Date de mise en service :** 2012.

### Caractéristiques :

#### Pour chaque village :

- 1 forage (profondeur 15 à 45 mètres)
- 1 château d'eau 3 000 litres
- 1 réseau de distribution
- 1 pompage solaire :
  - 2 Modules monocristallins de 110 Wc câblés en 24V, fixés sur le toit du château d'eau ;

- Pompe 4 pouces immergée dans le forage, corps en acier inoxydable, sortie de la pompe en manchon souple 20 mm ;
- Contrôleur PS 200 (pour commander la pompe) équipé d'une sonde de niveau et flotteur d'arrêt ;
- Débit de l'ordre de 3 m<sup>3</sup>/jour a minima en fonction de l'ensoleillement et de la profondeur.



### Volet électrification

- Electrification des 5 écoles par un système d'énergie solaire.
  - Puissance installée 220 Wc
  - Un onduleur de 600 W, 24 Vcc/230 Vac
  - 6 points lumineux : lampes 20 W basse consommation.
  - 3 prises de courant 220 volt.
- Electrification des 5 centres de santé par un système d'énergie solaire.
  - Puissance installée 320 Wc.
  - Un onduleur de 600 W.
  - 7 points lumineux (logement de l'infirmier compris).
  - 5 prises de courant 220 volts.

**A retenir :**

- Accompagnement à distance (pour des raisons de sécurité) de l'association Tin Tua chargée de la mise en place des équipements et des instances locales d'exploitation et de gestion ;
- Intervenir conjointement sur l'électrification des équipements socio-éducatifs et pour l'accès durable à un service amélioré d'accès à l'eau potable renforce la dynamique locale de développement.


**INFOS +**

[www.electriciens-sans-frontieres.org](http://www.electriciens-sans-frontieres.org)

## Approvisionnement en eau potable du village de Legmoïn (Burkina Faso).

**Opérateur : Aquassistance**

**Coût des réalisations :** 190 000€

**Partenaires financiers :** Ville de Grasse, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Fonds Suez environnement initiatives.

**Date de mise en service :** 2013.



Engagée en coopération avec la municipalité de Legmoïn (13000 habitants), la ville de Grasse a appuyé en 2009 la mise en place de forages équipés en pompage manuel.

L'année 2012 a vu le lancement du projet d'AEP solaire/thermique du chef lieu de la commune (2000 habitants).

**Caractéristiques :**

- 1 forage d'une capacité de production de 8 m<sup>3</sup>/h.
- 1 champ solaire de 85 panneaux de 50 Wc.
- Pompage complémentaire à partir d'un groupe électrogène de 12 kVA.
- 1 château d'eau de 30 m<sup>3</sup>.
- 8 bornes fontaines et 90 branchements domiciliaires.

**A retenir :**

- L'hypothèse initiale d'ensoleillement s'est avérée surévaluée. Pour assurer une production fiable de 30m<sup>3</sup>/j notamment en période de pluies (faible ensoleillement) il a été procédé à l'ajout de panneaux solaires (57 + 28).
- La capacité de production en énergie solaire atteint désormais 50m<sup>3</sup>/j en période d'ensoleillement optimal.
- La mise en place d'un système mixte (solaire/thermique) permet de doubler la capacité de production (100 m<sup>3</sup>/j) et ainsi de répondre à l'évolution de la demande (pics de consommation, croissance démographique, branchements domiciliaires).
- Un bilan mensuel de l'exploitation est transmis par l'exploitant à la mairie qui peut ainsi suivre le bon fonctionnement du service assuré par un délégataire.


**INFOS +**

[www.aquassistance.org](http://www.aquassistance.org)

## 10 années de pompage solaire pour alimenter des périmètres maraîchers au Sénégal

**Opérateur :** Fondation Energies pour le Monde.

**Coût des réalisations :** 300 000€.

**Date de mise en service :** 2002.

En Basse Casamance, dans le sud du Sénégal, des groupes de femmes exploitent de petits périmètres de cultures maraîchères. En collaboration avec le Centre de promotion rurale d'Affiniam, la Fondation Énergies pour le Monde a réalisé un programme de modernisation de 12 périmètres maraîchers féminins de 1997 à 2004.

### L'objectif visé était de :

- Réduire le temps consacré, chaque jour, à l'irrigation des parcelles.
- Générer du temps pour d'autres activités rémunératrices (artisanat...).
- Diminuer la pénibilité du travail (exhaure manuelle de l'eau) propres au puisage manuel de l'eau.

- Améliorer la qualité nutritionnelle de l'alimentation par une diversification des productions agricoles.

### **Caractéristiques :**

Après réalisation d'études techniques, il a été décidé de s'orienter vers des systèmes d'exhaure composés d'un générateur solaire et d'une pompe centrifuge submersible. Les puissances requises des générateurs solaires sont de 530 à 1 100 Wc selon le périmètre. Cette solution permet d'éviter l'usage d'une motopompe (thermique) et d'en éliminer les coûts et contraintes d'exploitation dans un respect de l'environnement.

Le schéma des installations est similaire sur l'ensemble des sites : la pompe, immergée dans un puits, alimente un bassin principal de déversement, puis l'eau est distribuée dans les différentes parcelles du périmètre par l'intermédiaire de plusieurs bassins secondaires.

Le programme s'est enfin orienté vers une utilisation optimale de l'eau et deux périmètres ont été équipés en micro irrigation. Cette technique, peu onéreuse mais nécessitant une attention minutieuse, est particulièrement adaptée au pompage solaire.







### A retenir :

- ▶ L'option solaire, toujours fonctionnelle plus de 10 ans après la mise en service, a démontré sa fiabilité ;
- ▶ Les groupements féminins ont pu pérenniser l'activité maraîchère à travers des cotisations annuelles destinées à l'entretien des équipements (107€/an) et à leur renouvellement (305€ /an) versées et sécurisées sur un fond d'épargne ;
- ▶ L'installateur qui assure la maintenance a pu assurer la formation d'autres installateurs /maintenanciers sur la zone ;
- ▶ Les productions diversifiées sont autoconsommées (20%) ou revendues (80%) sur les marchés avoisinants et génèrent des recettes de 30 000 Fcfa à 165 000 Fcfa par campagne (selon les productions saisonnières) pour chaque maraîchère ;

▶ Impact sur l'environnement : le pompage solaire évite les émissions de CO<sub>2</sub> par l'utilisation d'une technologie propre et durable. Ainsi, depuis la mise en service en 2002 on peut estimer qu'environ 200 tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> ont été évitées.

### INFOS +

[www.fondem.org](http://www.fondem.org)

## Partenariat Limours – Nioro du Sahel (Mali) pour le périmètre maraîcher d'Awoïny.



**Commanditaire :** Commune de Nioro du Sahel.

**Opérateurs :** Agence Kared, BICED.

### Coût des réalisations :

<b>Montant global :</b>	<b>33 120 €</b>
1/ Investissement par poste de dépenses	
• Clôture	2 527 €
• Pompe et panneaux solaires	11 117 €
• Arrosage goutte à goutte	6 570 €
• Equipement et formation maraîchères	8 484 €
• Gestion de projet	4 422 €
2/ Forage et réservoir de stockage de l'eau	préexistants

**Partenaires financiers :** Groupement maraîcher, communes de Nioro du Sahel et de Limours, Conseil départemental de l'Essonne, MAE, Inéo-Suez, Comité de jumelage, Limours Les Molières.

**Date de mise en service :** 2011.

**Objectifs du projet :** Assurer l'autosuffisance du village en produits maraîchers.

### Caractéristiques :

Les essais de pompage ont donné d'excellentes caractéristiques pour le forage: 1,9m<sup>3</sup>/h et un niveau statique entre 15 et 20 m. Il est équipé d'une pompe qui fournit 34m<sup>3</sup>/j avec 8 panneaux solaires de 175Wc.

Une intervention sur la partie circuit électrique des panneaux a été réalisée en 2013.

### A retenir :

- ◀ Le pompage solaire est d'une grande fiabilité. Son coût baisse. Pour une installation équivalente, pompe et panneaux solaires sont revenus à 7 300 € pour le périmètre de Dianwelly en 2014 ;
- ◀ La surface cultivée par 97 maraîchères est de 8 000 m<sup>2</sup>. La rotation des cultures permet 3 récoltes par an ;
- ◀ La valeur des productions est en moyenne de 900 à 1 000 Fcfa par m<sup>2</sup> en arrosage classique et peut doubler par l'utilisation d'arrosage en « goutte à goutte » ;
- ◀ Le bénéfice économique pour les maraîchères est rapide (plus d'achats pour la consommation et recettes de la vente des légumes) ;
- ◀ La terre jetée par les enfants dans le réservoir qui est à ciel ouvert a condamné l'utilisation des goutteurs qui se sont obstrués. Le réservoir sera à remplacer par des cuves fermées (coût 4 500 €).

### INFOS +

[www.essonnesahel.org](http://www.essonnesahel.org)

## Une autre option : l'exhaure par le vent

Un système de pompage éolien ou EPM (Eolien-Pompage-Maraichage) est une installation complète qui permet d'irriguer une surface agricole. Cette solution technologique est une alternative aux pratiques conventionnelles qui utilisent des ressources fossiles, et participe donc à l'adaptation face aux conséquences des changements climatiques.

EolSénégal est une entreprise sénégalaise, créée par les chercheurs du Centre international de formation et de recherche en énergie solaire (CIFRES) qui, dans le cadre de leurs activités, développent des solutions innovantes, compétitives et durables pour répondre aux besoins des zones rurales et périurbaines.

EolSénégal s'est spécialisée dans la fabrication, l'installation et la maintenance d'aérogénérateurs de petite puissance. Elle propose des systèmes éoliens et hybrides (solaire + éolien) pour deux types d'application : l'exhaure et l'électrification rurale décentralisée.

L'aérogénérateur EolSénégal présente l'avantage d'être une technologie 100% mécanique, donc simple, robuste et fiable avec une maintenance facilitée.

Il est entièrement construit au Sénégal avec plus de 95% de matériaux disponibles localement et est adaptée au potentiel de vent. L'éolienne commercialisée par EolSénégal est de 3m de diamètre et d'une puissance nominale de 500W (à 7 m/s de vitesse de vent).

Ce type de système EPM permet d'irriguer jusqu'à 1 hectare en goutte-à-goutte. Pour une superficie plus importante, il est possible de combiner des panneaux solaires photovoltaïques à l'éolienne.





### Système EPM de l'exploitation école agro-écologique de Mbawane (zone des Niayes) au Sénégal

**Opérateurs :** ONG Pronat (ex ENDA), Fédération paysanne FAPD, EolSénégal.

**Partenaires financiers :** Fondation Nicolas Hulot, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM).



### Caractéristiques techniques :

Puits (eau à 6 m de profondeur) équipé d'une pompe immergée, un réservoir de 16 m<sup>3</sup> alimentant un système d'arrosage par goutte à goutte

### A retenir :

- ▶ Pas de consommation de carburant ni d'émission de CO<sub>2</sub>.
- ▶ Réduction de la consommation d'eau (40% d'économie par rapport à un système d'arrosage conventionnel).
- ▶ Augmentation de 20% du rendement des cultures.
- ▶ Gain de temps pour d'autres activités et augmentation significative des revenus.

### ||||| **INFOS +**

[www.eolsenegal.sn](http://www.eolsenegal.sn)

[www.dailymotion.com/video/xigyc8\\_projet-eol-senegal\\_tech](http://www.dailymotion.com/video/xigyc8_projet-eol-senegal_tech)

# Annexes



# Bibliographie indicative

**Note :** l'ensemble de ces publications est téléchargeable gratuitement sur le site Internet du pS-Eau : <http://www.pseau.org/outils/biblio/index.php>

- Technologies européennes du pompage solaire photovoltaïque, Fondation Energies pour le Monde : Bonneviot H., Courrillon M., Maigne Y., 2004.
- Adduction d'eau potable avec pompe photovoltaïque : pratiques et recommandations d'utilisation : Bonneviot, H., Fondation Energies pour le Monde, 2005.
- Recommandations pour les installations photovoltaïques de pompage et de potabilisation, Collectif, 2003, Systèmes solaires, Fondation Energies pour le Monde.
- Le coût et la rentabilité de l'eau solaire : l'exemple du Mali, Bernard Gay, pS-Eau, 1999.
- L'énergie, moteur du développement durable, Ademe, EDF, 2007 (vidéo 13 mn).
- Le guide méthodologique « développer les services d'eau potable, 18 questions pour agir, pS-Eau, 2014.
- Guide de l'action extérieure des collectivités territoriales pour l'eau et l'assainissement, pS-Eau, 2014.

## Sites web :

### **Plateforme Energie solidaire et climat, un levier de mobilisation pour tous**

Initiative portée par l'ADEME, l'Arene Ile-de-France, Electriciens sans frontières, le GRET... Cette plateforme ouverte a vocation à favoriser l'intégration de l'enjeu du changement climatique dans les programmes de coopération décentralisée. Il s'agit aussi d'offrir un lieu d'échanges, de capitalisation, de partage des bonnes pratiques entre la diversité d'acteurs, pour être plus efficace et rapide, ensemble.  
[www.riaed.net](http://www.riaed.net) [www.areneidf.org](http://www.areneidf.org)

**Atlas des projets eau et assainissement :** [www.pseau.org/outils/action](http://www.pseau.org/outils/action)

**Réseau international d'accès aux énergies durables :** [www.riaed.net](http://www.riaed.net)

**Observatoire des énergies renouvelables :** [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org)

**Energie et changement climatique :**  
[www.ademe.fr/expertises/changement-climatique-energie](http://www.ademe.fr/expertises/changement-climatique-energie)

**Bibliothèque du pS-Eau en ligne :** [www.pseau.org/outils/biblio](http://www.pseau.org/outils/biblio)

**Pédag'Eau - base de données des outils pédagogiques :** [www.pedag-eau.fr](http://www.pedag-eau.fr)



# Le pompage solaire

## Options techniques et retours d'expériences

### Des repères pour l'action

Les préoccupations dictées par les enjeux de développement durable, et le souci de maîtriser les coûts d'exploitation incitent à étudier de près l'option « solaire » pour le pompage des eaux destinées à l'approvisionnement en eau de boisson, mais aussi pour le développement des activités maraîchères qui procurent sécurité alimentaire et revenus.

La technologie du photovoltaïque a beaucoup progressé dans la période récente en termes de performance énergétique et de réduction des coûts d'investissement et d'exploitation.

A travers de nombreux programmes d'investissement étatiques ou d'initiatives non gouvernementales, l'option solaire a été mise en œuvre ces dernières années, de façon autonome, mais aussi en la combinant avec l'énergie électrique produite au moyen de groupes électrogènes nécessitant le recours au pétrole.

Les enseignements issus de ces projets sont précieux à connaître et à diffuser, c'est pourquoi, le Programme Solidarité Eau et l'Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies d'Ile de France vous proposent ce panorama actualisé, outil d'aide à la compréhension des enjeux énergétiques dans les projets de solidarité pour l'accès à l'eau.

programme  
Solidarité-Eau

