



# Optimisation énergétique des services d'eau en milieu rural et dans les petits centres au Sénégal

---

## Note de synthèse

Issue de l'atelier national organisé à Dakar le 08/11/2016 en partenariat avec :



# Sommaire

Préambule .....	4
I. Introduction .....	5
I.1. Enjeux de l'optimisation énergétique .....	5
I.1.2. Les coûts énergétiques, principale dépense liée au service de l'eau potable qui influe le tarif de l'eau .....	5
I.1.3. Une attention accrue dans le cadre de la lutte contre le changement climatique ...	6
I.2. Objectifs .....	6
II. Problématique, Politique, Retours d'expériences .....	6
II.1. Enjeux et défis de l'optimisation énergétique dans les SAEP en milieu rural .....	6
II.2. Politique de développement des énergies renouvelables au Sénégal .....	8
II.3. Retours d'expériences .....	8
II.3.1. Impacts des coûts énergétiques sur les services d'eau .....	8
II.3.2. Opportunités du mixte solaire-thermique dans la région de Matam .....	9
II.3.3. Techniques d'optimisation énergétique testées dans le périmètre du Ndiosmone-Palmarin et Gorom Lamsar .....	10
III. L'énergie dans les systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural.....	12
III.1. Energie thermique.....	12
III.1.1. Critères d'opportunités et contraintes des systèmes thermiques .....	13
III.1.2. Innovations techniques et technologiques du thermique .....	14
III.1.3. Optimisation des systèmes de pompage thermique .....	15
III.2. Energie solaire .....	16
III.2.1. Critères d'opportunités et contraintes de l'énergie solaire .....	16
III.2.1. Innovations liées à l'énergie solaire .....	17
III.2.3. Optimisation des systèmes de pompage au solaire .....	18
III.3. Réseau électrique .....	18
III.3.1. Critères d'opportunités et contraintes du réseau électrique .....	18
III.3.2. Polices d'abonnement au réseau électrique SENELEC : éléments d'information et de compréhension.....	19
III.3.3. Mesures d'optimisation des SAEP alimentés par le réseau électrique .....	23
III.3.4. Optimisation des systèmes de pompage d'eau au réseau électrique .....	24
IV. Conclusion et recommandations : directives pour le secteur .....	25
IV.1. Sur le plan institutionnel.....	25
IV.2. Sur le plan technique .....	25
IV.2.1. Pour tous les types d'énergies .....	25
IV.2.2. Spécifiquement par source d'énergie .....	26
IV.3. Sur le plan financier .....	27
V. ANNEXES .....	28

## Abréviations / Sigles

<b>ACRA</b>	Associazione di Cooperazione Rurale in Africa
<b>ADOS</b>	Ardèche Drôme Ourosogui Sénégal
<b>AEME</b>	Agence pour l'économie et la maîtrise de l'énergie
<b>AJPEAS</b>	Association des jeunes professionnels de l'eau et de l'assainissement du Sénégal
<b>ANER</b>	Agence nationale des énergies renouvelables
<b>SEV</b>	Entreprise Soleil Eau Vie
<b>CERER</b>	Centre d'Etudes et de Recherche sur les Energies Renouvelables
<b>OFOR</b>	Office des forages ruraux
<b>PEPAM</b>	Programme eau potable et assainissement du millénaire
<b>CTB</b>	Coopération technique belge
<b>GERES</b>	Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités
<b>GADEC</b>	Groupe d'Action pour le Développement Communautaire
<b>GRET</b>	Groupe de recherche et d'études techniques
<b>BCIE</b>	Bureau d'Expertise de Contrôle et d'Ingénierie de l'Eau
<b>SDE</b>	Sénégalaise des Eaux
<b>JICA</b>	Agence japonaise de coopération internationale
<b>SEMIS</b>	Service de l'Energie en Milieu Sahélien
<b>DH</b>	Direction de l'hydraulique
<b>USAID</b>	United States Agency for International Development
<b>MHA</b>	Ministère de l'Hydraulique et de l'assainissement
<b>SOLENE</b>	Bureau d'études et fournisseur sénégalais d'équipements énergétiques
<b>SEOH</b>	Société d'Exploitation des Ouvrages Hydrauliques
<b>SAEP</b>	Système d'alimentation en eau potable
<b>UPT</b>	Unité de potabilisation
<b>MT</b>	Moyenne tension

## Préambule

Cette note de synthèse est issue d'un atelier national organisé par le pS-Eau à Dakar en partenariat avec le PEPAM et l'OFOR dans le cadre de ses activités d'animation de réseau au Sénégal. Elle s'adresse aux acteurs de l'eau et leurs partenaires au développement.

L'atelier s'est tenu le 8 novembre 2016 et a réuni une cinquantaine de participants issus des secteurs de l'hydraulique et de l'énergie : ministères, services techniques, bureaux d'étude, gestionnaires de services d'eau, ONG, fournisseurs d'équipements hydrauliques et de solutions énergétiques.

Il s'est déroulé sur une journée et a alterné retours d'expériences d'acteurs de terrain, débats en plénière et travaux en groupe.

Le pS-Eau remercie l'ensemble des participants de l'atelier qui ont contribué à la production de connaissances sur l'optimisation énergétique partagées dans cette note de synthèse :

Mme Anta Agne (SEV), M. Abdoulaye Ba (Coser), M. Frédéric Baier (SEV), M. Massale Bâle (ANEV), Mme Nathalie Coly (AJPEAS), M. Yves Dervaux (CTB), M. Amadou Diallo (Pepam), M. Mouhamadou Moustapha Diallo (CERER), M. Lamine Diallo (Ong Gadec), Dr. Mohamed Diatta (MHA), M. Adolphe Diatta (BCIE), M. Kader Diop (ANER), M. Mor Diop (SDE), M. Pape Diop (Aquatech), M. Ndiame Diop (OFOR), M. Gallo Niang Diouf (Senelec), M. Ibrahima Diouf (PAISD), M. Boucar Diouf (CARITAS), Mme Oumou Doucouré Diakhaté (Eau-Vive), M. Daouda Gassama (AEME), M. Mbaye Gueye (AJPEAS), Mme Cécile Henriot (Geres), M. Abdoul Kane (Cogelec Energy), M. Fodé Boubou Konaté (CTB), M. Abdou Karim Koné (SDE), M. Bruno Legendre (Performances), M. Christophe Léger (Vergnet hydro), M. Yaya Ly (Ertherg Gc), Mme Sylvette Milin (pS-Eau), M. Dame Ndiaye (pS-Eau), M. Baye Samba Ndiaye (Senelec), M. Babacar Ndiaye (Cerer), M. Papa Alioune Ndiaye (Ecole polytechnique de Dakar), M. Babacar Ndiaye (Pepam), M. Oumar Ndiaye (Semis), M. Mamadou Ndome (JICA), M. Baye Ndiack (Pepam), Daouda Sanon (ACRA), Mandir Seck (DH), Mme Agathe Sector (USAID), M. Maguatte Sene (SEHR/MHA), M. Djibril Sidibé (Gie des puisatiers), M. Boubacar Sow (SOLENE), M. Malick Sy (Beta Energy), M. Bocar Sada Sy (Semis), M. Mohamed Lamine Thioune (Ados), M. Malal Touré (Enda Eau populaire), M. Fallou Wadji (SEOH).



## I. Introduction

---

### I.1. Enjeux de l'optimisation énergétique

#### I.1.1. Les Objectifs de Développement Durable (ODD), un nouveau paradigme pour les services d'eau

Les ODD fixent un nouveau cadre pour les acteurs du secteur de l'eau, de l'assainissement et leurs partenaires au développement. La cible 6.1 de l'Objectif de Développement Durable 6 (ODD 6) ambitionne pour 2030 un accès universel, équitable et durable à l'eau potable et à un prix abordable pour les populations. Les feuilles de route de la mise en œuvre des ODD seront définies dans les mois à venir au niveau national par chaque Etat pour une amélioration progressive des niveaux de service d'ici à 2030. Pour l'eau potable, on vise un niveau de service « géré en toute sécurité » c'est-à-dire un accès continu à une eau de qualité et à proximité du lieu de son utilisation. Relever le niveau de service exige la maîtrise des technologies et des coûts d'exploitation qui lui sont liés pour assurer un service de qualité, viable financièrement, soucieux de l'environnement et à un tarif abordable pour les populations. La maîtrise des technologies et des coûts liés aux différentes sources d'énergie (thermique, photovoltaïque, électrique ou mixte) utilisées pour le pompage de l'eau et le refoulement vers les réservoirs de stockage et les réseaux de distribution constituent un enjeu important de l'accessibilité, de la qualité et de la durabilité du service.

#### I.1.2. Les coûts énergétiques, principale dépense liée au service de l'eau potable qui influe le tarif de l'eau

Les coûts énergétiques pour le pompage des eaux occupent près de 50% des charges d'exploitation des services d'eau en milieu rural impactant inévitablement le tarif de l'eau pour les usagers<sup>1</sup>. Comment réduire ces coûts énergétiques ? D'abord, en choisissant la source énergétique la plus adéquate mais également en adaptant les systèmes et leur fonctionnement pour de meilleurs rendements afin de réduire la consommation en énergie des systèmes d'AEP. Ainsi, les participants de l'atelier ont cherché à identifier sur la chaîne d'approvisionnement en eau potable, les différents leviers sur lesquels il est possible d'agir pour réduire les coûts : sources d'énergie, choix des installations et des équipements, entretien et maintenance et ont mis en exergue les atouts et les opportunités des différentes options techniques envisagées en milieu rural et dans les petits centres au Sénégal.

---

<sup>1</sup> Sources : Etude ADOS-COGELEC et STEFI GRET

### **I.1.3. Une attention accrue dans le cadre de la lutte contre le changement climatique**

Maîtriser les coûts énergétiques, comprendre les atouts et les contraintes des différentes formes d'énergie utilisées : électricité du réseau, énergie thermique produite par un groupe électrogène, énergie solaire ou éolienne, etc. et les différents leviers d'optimisation prend davantage de sens dans le contexte actuel de changement climatique qui impacte les ressources en eau et les services. L'abaissement du niveau de certaines nappes et la baisse de qualité des eaux, qui s'observe déjà dans différents pays, augmente les besoins énergétiques (exhaure, transfert, traitement...). Par ailleurs, l'utilisation des énergies d'origine renouvelable est à étudier pour participer à l'effort collectif d'atténuation des émissions de gaz à effets de serre.

## **I.2. Objectifs**

L'objectif général de ce document est de fournir aux acteurs du secteur de l'eau et leurs partenaires des repères pour l'action, notamment dans le choix des options techniques relatives au choix des sources d'énergie et à l'optimisation énergétique des systèmes d'approvisionnement en eau et cela afin de maîtriser les coûts d'exploitation et assurer ainsi un service de qualité, performant et durable aux usagers.

Plus spécifiquement, il s'agit de :

- ❖ Fournir des éclairages sur les contextes sectoriels eau / énergie et la consommation énergétique des services d'eau en milieu rural au Sénégal ;
- ❖ Identifier les atouts et les contraintes des différentes sources d'énergie pour le pompage d'eau : solaire, thermique, électrique, systèmes mixtes ;
- ❖ Connaître les solutions techniques innovantes pour l'optimisation énergétique dans les systèmes d'alimentation en eau potable.

**\*\*\***

## **II. Problématique, Politique, Retours d'expériences**

### **II.1. Enjeux et défis de l'optimisation énergétique dans les SAEP en milieu rural - par M. Ndiamé Diop, directeur du contrôle de l'exploitation de l'OFOR**

L'Office des forages ruraux (OFOR) est un établissement public sénégalais, en charge pour le ministère de l'hydraulique de la gestion du parc des SAEP en milieu rural et du contrôle de l'exploitation. Il est chargé de mettre en œuvre

la réforme de l'hydraulique rurale par la mise en place de délégations de service public.

Le contexte est marqué par une évolution rapide du nombre de forages : de 210 systèmes d'AEP (forage, château d'eau et réseaux) en 1981, le parc de l'hydraulique rurale se chiffre à 1555 forages en 2016. L'énergie thermique produite par des groupes électrogènes est utilisée majoritairement. La répartition des forages par source d'énergie est la suivante :

**Tableau 1 : Répartition et production des forages par source d'énergie**

Source d'énergie	Répartition des forages		Production en eau (m <sup>3</sup> )
	Nombre	En %	Année 2016
Thermique	995	64%	45 681 086
Réseau électrique (SENELEC)	460	30%	37 522 930
Solaire	100	6%	11 316 424
<b>Total</b>	<b>1555</b>	<b>100%</b>	<b>94,5 millions de m<sup>3</sup> d'eau produits en 2016</b>

Le diagnostic établi par l'OFOR révèle que l'énergie pour le pompage d'eau représente des coûts d'investissement importants et grève les charges d'exploitation des gestionnaires de service d'eau. Ainsi, l'universalité de l'accès et la soutenabilité économique du service doivent relever les défis et contraintes susmentionnés.

**Tableau 2 : Défis et contraintes de l'optimisation énergétique des SAEP**

Défis	Contraintes
<p><i>Réduire la consommation énergétique des SAEP afin de contribuer à atteindre les ODD :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accès continu à une eau de qualité à proximité du lieu d'habitation (à domicile ou sur la concession) ;</li> <li>▪ Correction des disparités et des inégalités en matière d'accès et de qualité d'eau ;</li> <li>▪ Garantir la viabilité financière des systèmes d'alimentation en eau : gouvernance ;</li> <li>▪ Professionnalisation, régulation...</li> <li>▪ Appliquer de tarifs supportables pour les populations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coût élevé des énergies thermique et électrique ;</li> <li>▪ Faible taux d'électrification en milieu rural et mauvaise qualité du service ;</li> <li>▪ Mauvaise connaissance des énergies renouvelables par les départements en charge de la gestion de l'eau ;</li> <li>▪ Augmentation des besoins énergétiques pour le pompage des forages profonds, des systèmes de transferts d'eau et des unités de traitement ;</li> <li>▪ Enclavement, taille de certaines localités et difficultés de disponibilité de la ressource dans certaine zone</li> </ul>

- [Télécharger la présentation complète de l'OFOR ICI](#)

\*\*\*

## II.2. Politique de développement des énergies renouvelables au Sénégal -par M. Kader Diop, de l'ANER (Agence Nationale des Energies Renouvelables)

Le cadre institutionnel, législatif et réglementaire du secteur de l'énergie a beaucoup évolué ces dernières années. Quatre étapes clés ont marqué cette évolution :

- ⇒ **2008** : nouvelle politique énergétique avec entre autres axes stratégiques: le développement et l'exploitation des potentialités nationales, notamment dans le domaine des biocarburants et des énergies renouvelables ;
- ⇒ **2010** : création d'un département ministériel chargé des énergies renouvelables ;
- ⇒ **2012** : nouvelles orientations du secteur de l'énergie : mix énergétique associant le thermique, l'hydroélectricité, le charbon, le gaz et les énergies renouvelables ;
- ⇒ **2013** : création de l'ANER qui montre la volonté de l'Etat à prendre en charge le développement des énergies alternatives répondant aux besoins de production, de transformation, de transport et de distribution.

L'ANER a pour mission la réalisation des études techniques, économiques et financières des projets relatifs aux énergies renouvelables et le suivi de leur mise en œuvre.

Dans le domaine de l'hydraulique rurale, l'ANER a un programme d'appui à la diffusion de pompes solaires pour les forages.

- [Télécharger la présentation complète de l'ANER ici](#)

\*\*\*

## II.3. Retours d'expériences

*Trois expériences portées par des ONG, des gestionnaires de services et un bureau d'études ont été présentées lors de l'atelier.*

### II.3.1. Impacts des coûts énergétiques sur les services d'eau -par Mlle Ana Sanchez, Gret Sénégal.

Le Gret est une ONG internationale qui a développé au Sénégal un système de suivi technique et financier des services d'eau (STEFI) qui vise à mesurer la qualité des services afin d'en renforcer la performance et la gouvernance.

L'audit annuel de 11 sites pilotes de la région de Saint-Louis, constitués de 5 UPT et de 6 forages alimentant 77 villages (soit 46 000 habitants), fonctionnant avec diverses sources d'énergie : réseau électrique Senelec (4 sites), énergie thermique (4 sites), solaire (2 sites), éolien (1 site) permet de constater les ratios de charges suivants en fonction des sources d'énergie :

**Tableau 3 Ratio des principales charges (hors personnel) selon la source d'énergie**

	<b>Coût énergétique</b>	<b>Maintenance</b>	<b>Provision pour renouvellement</b>
<b>Energie solaire</b>	0%	≈8%	<b>31%</b>
<b>Réseau Senelec</b>	≈26%	≈17%	≈12%
<b>Energie thermique</b>	≈54%	≈18%	≈2%

Le tableau révèle ainsi la réduction des dépenses courantes pour les systèmes fonctionnant à l'énergie solaire et la constitution d'une épargne importante pour le renouvellement des équipements dont les durées de vie moyenne sont les suivantes :

- L'onduleur 7 ans
- La pompe 10 ans
- Les panneaux solaires 15-20 ans
  
- [Télécharger la présentation complète du Gret ici](#)

### **II.3.2. Opportunités du mixte solaire-thermique dans la région de Matam - par M. Lamine THIOUNE (ADOS) et M. Abdoul KANE (Cogelec Energy)**

ADOS (Ardèche Drôme Ourosogui Sénégal) est une association française, présente au Sénégal depuis 1985. Elle met en œuvre des programmes de coopération décentralisée entre les départements Drôme et Ardèche en France et les communes de la région de Matam au Sénégal. Depuis 2010, elle accompagne une mutation régionale pour le développement de l'accès à l'eau, la gouvernance du service, la création d'un environnement favorable à la viabilité technique et financière des systèmes, le tout soutenu par le renforcement des capacités de maîtrise d'ouvrage des collectivités locales de la région de Matam, en matière d'accès à l'eau et à l'assainissement.

Cogelec-Energy ([www.cogelecsn.com](http://www.cogelecsn.com)) est une entreprise sénégalaise de services énergétiques (production, distribution, fourniture et équipements, installation, opération & maintenance) et d'ingénierie électrique. Sa mission est

d'amener l'énergie dans les zones non desservies, de la manière la plus sûre et la plus économique.

Cogelec a accompagné ADOS dans l'étude énergétique du pompage d'eau de deux systèmes d'AEP (Thiehel Sébbé et de Doumga Rindiauw) dans la commune de Bokidiawé. La finalité est de réduire le prix de l'eau par l'hybridation énergétique du pompage (solaire / thermique) permettant de développer l'accès à l'eau et des activités économiques (agriculture maraichère, transformation...).

Il ressort de l'étude les points suivants :

- ⇒ **Qualité et rendement de la pompe** : en remplaçant la pompe existante du forage de Thiehel Sebbé (rendement de 68%) par une pompe de rendement supérieur à 83%, l'étude projette une économie de 1,1 million de Fcfa (environ 1600 €) en frais de carburant par année ;
- ⇒ **Gestion du démarrage moteur et dimensionnement correct du système de puissance** : en diminuant la taille du groupe électrogène de Thiehel Sebbé, une économie de 2 millions de Fcfa ( $\approx$  3000 euros) en frais de carburant par année est estimée. Avec une bonne gestion du démarrage, la taille du groupe électrogène pourrait être diminuée pour passer :
  - de 30 kVA à environ 21 kVA pour Doumga Rindiauw avec une économie de 2,3 millions Fcfa ( $\approx$  3500 euros) par année sur un budget total de 10 millions de FCFA ( $\approx$  15 000 euros) soit plus de 20 % ;
  - de 30 kVA à environ 15 kVA pour Thiehel Sebbé, ce qui permettrait d'économiser environ 3 millions de francs CFA ( $\approx$  4500 euros) par année sur un budget de 9 100 000 FCFA ( $\approx$  13 700 euros) soit 32% .
- ⇒ **Réduction des coûts d'énergie (Ex. de Thiehel Sebbé):**
  - Si on reste sur le niveau d'eau de consommation existant il y a possibilité d'utiliser le solaire à 100% avec 7 heures de pompage par jour, le coût énergétique passe alors de 149 Fcfa par m<sup>3</sup> d'eau (avec un moteur diesel) à 51 Fcfa par m<sup>3</sup> d'eau (avec un système solaire) soit une division par trois du prix ;
  - Pour répondre à la croissance à venir de consommation d'eau, l'option hybridation diesel/solaire permettrait des économies substantielles comparée à la solution solaire + accumulateurs ou l'option diesel total

- [Télécharger la présentation complète de ADOS et COGELEC ici](#)

### II.3.3. Techniques d'optimisation énergétique testées dans le périmètre du Ndiosmone-Palmarin et Gorom Lamsar - Par M. Fallou WADJI, chef de service Production & Maintenance de SEOH

La société d'exploitation des ouvrages hydrauliques (SEOH) est la première structure privée, délégataire de service public d'eau en milieu rural sénégalais, dans le cadre de la réforme de l'hydraulique rurale. Société anonyme de droit

sénégalais, elle est chargée depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2015 de l'exploitation des systèmes d'eau potable du Notto-Diosmone-Palmarin et du Gorom Lampsar par contrat d'affermage de 10 ans avec l'OFOR.

Son parc d'ouvrages hydrauliques qui dessert 500 000 personnes dans les régions de Saint-Louis, Thiès, Fatick comporte :

- un système d'approvisionnement en eau par forage dans la **zone du Notto-Diasmone-Palmarin (NDP)**, desservant 400 000 personnes à partir d'eaux souterraines et s'appuyant sur 4 forages alimentant 2 réservoirs de 2500 m<sup>3</sup> chacun, puis 12 châteaux d'eau relais (69% de la production d'eau du périmètre affermé)
- un système d'approvisionnement en eau par pompage d'eaux de surface puis traitement dans la zone du **Gorom-Lampsar (GL)**, desservant 100 000 personnes et comprenant des stations de pompage d'eaux de surface reliées à 12 stations de traitement (31% de la production d'eau du périmètre).

Quelques mois après la prise de service, SEOH a entamé un processus d'optimisation de sa chaîne de production d'eau. Ainsi, dans la zone du Notto-Diasmone-Palmarin (NDP) les actions suivantes ont été conduites :

1. **Mise en conformité des puissances souscrites** : *nouveau bilan de puissance en fonction de la demande, correction des puissances installées et réabonnement ; (sur ces aspects, cf III.3.2 p.19)*
2. **Choix de combinaison de marche des forages** : *en marche simultanée des forages, les charges quadratiques des flux d'eau augmentent la pression de service entraînant une baisse de débit des pompes ;*
3. **Compensation d'énergie réactive** : *renforcement de la compensation automatique qui dépassait de peu le seuil mini ( $\cos \phi$  0,79) par une majoration de tarif. La compensation d'énergie active libère les fils conducteurs et les moteurs de certains effets joules, avec l'abaissement du courant nominal, et participe à la durabilité de l'équipement électrique ;*
4. **Mécanisme de comptage** : *arrêt du forage qui avait une consommation spécifique d'énergie électrique de **0,8 KWh/m<sup>3</sup>** d'eau. Un diagnostic contradictoire avec la SENELEC a permis d'appliquer un facteur correctif ;*
5. **Limitation du pompage en heure de pointe**, afin de bénéficier de tarif de l'électricité plus bas.

A titre d'exemple, les puissances souscrites pour les forages exploités par SEOH étaient inférieures aux puissances installées, soit un impact direct sur la prime fixe causant ainsi des pénalités importantes sur la facturation.

**Tableau 4 : Gains en fonction des nouveaux abonnements souscrits à la SENELEC**

Forages	Abonnement initial		Abonnement revu SEOH		TARIF	Gain sur la prime fixe (Fcfa HT)
	Puissance souscrite (KW)	Prime fixe moyenne (Fcfa HT)	Puissance souscrite (KW)	Prime fixe moyenne (Fcfa HT)		
F2	84	541 000	116	470 000	MT Moyenne Tension	<b>71 000</b>
F3	73	402 000	96	380 000		<b>22 000</b>
F4	84	541 000	116	470 000		<b>71 000</b>
		1 484 000		1 320 000		<b>164 000</b>
<b>Soit un gain moyen mensuel de 11% sur la prime fixe des trois forages représentant 164 000 Fcfa HT</b>						

Ce même exercice s'est fait dans les unités de potabilisation en corrigeant les processus de traitement, en redimensionnant certains équipements (conduite, câbles électriques, pompes) et en mettant en place un système de maintenance régulière qui ont permis des économies conséquentes.

- [Télécharger la présentation complète de SEOH ici](#)

\*\*\*

*Les trois parties qui suivent sont organisées par source d'énergie : thermique, solaire et réseau électrique. Chacune d'entre elles énumèrent (1) les critères d'opportunités et les contraintes des SAEP liées à la source d'énergie, (2) les innovations techniques et technologiques (3) les mesures d'optimisation à mettre en œuvre. Les informations et les recommandations sont le fruit de la réflexion et des échanges des trois groupes de travail mis en place lors l'atelier.*

### **III. L'énergie dans les systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural**

#### **III.1. Energie thermique**

Utilisée par 64% des forages du parc de l'hydraulique rurale, l'énergie thermique constitue la première source d'énergie pour les adductions d'eau potable en milieu rural au Sénégal. Les éléments qui suivent sont issus des réflexions du premier groupe de travail.

### III.1.1. Critères d'opportunités et contraintes des systèmes thermiques

Tableau 5 : Critères d'opportunités de l'énergie thermique pour les SAEP

<b>Critères d'opportunités - Energie thermique</b>
<p><b>Pourquoi et quand choisir l'énergie thermique ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zone enclavée, non desservie par le réseau électrique (SENELEC) et caractérisée par une demande forte en eau potable (beaucoup d'abonnés à sécuriser) ;</li> <li>▪ Système d'AEP pouvant fonctionner jusqu'à plus de 10h de pompage par jour</li> <li>▪ Disponibilité d'un carburant de qualité et d'une main-œuvre pour la maintenance des équipements ;</li> <li>▪ Technologie maîtrisée et accessible ;</li> <li>▪ Maîtrise des coûts de possession intégrant l'investissement, l'exploitation et l'amortissement ;</li> <li>▪ Forage avec des niveaux statiques profonds ;</li> <li>▪ Pour des budgets d'investissement modérés ;</li> <li>▪ Source d'énergie la plus répandue en milieu rural.</li> </ul>

Tableau 6 : Contraintes de l'énergie thermique pour les SAEP

<b>Contraintes - Energie thermique</b>
<p><b>Des précautions à intégrer :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coût d'exploitation généralement élevé (plus de 50% des charges dans certains SAEP) ;</li> <li>▪ Prix du carburant très variable (souvent à la hausse) et non accessible en qualité en zone rurale enclavée ;</li> <li>▪ Coûts d'entretien et de maintenance parfois élevés et imprévus ;</li> <li>▪ Indisponibilité des pièces de rechanges (multiplicité des marques et technologies) ;</li> <li>▪ Difficultés de tenir un amortissement correct (recettes souvent inférieures aux charges) ;</li> <li>▪ Forte pollution sonore et atmosphérique (émission de CO<sub>2</sub>).</li> </ul>

Tableau 7 : Enjeux de viabilité technique et financière des SAEP fonctionnant à l'énergie thermique

<b>Viabilité technique et financière - Energie thermique</b>
<p><b>Pour assurer la viabilité technique et financière des SAEP :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ le système de maintenance doit être adéquat ;</li> <li>▪ le dimensionnement des équipements (électromécaniques et hydrauliques) doit être correctement réalisé (optimisation de l'exploitation et de la maintenance) ;</li> </ul>

- la mise en place d'un système d'exploitation et de maintenance appropriés avec un système de suivi régulier des paramètres de marche et des indicateurs de fonctionnement ;
- il faut disposer de toutes les informations nécessaires sur les ouvrages de captage (niveaux dynamique et statique, débit d'exploitation etc.), de réseau (diamètre, profil, équipements de protection et de gestion etc.) ;
- le tarif doit couvrir l'ensemble des charges de fonctionnement du réseau d'AEP ;
- le taux de recouvrement des factures auprès des abonnés doit être total;
- il est obligatoire d'assurer la provision pour réparations et renouvellements.

### III.1.2 Innovations techniques et technologiques du thermique.

Du moteur simple à cardan entraînant de façon mécanique des pompes à ligne d'arbre au groupe électrogène qui alimente les électropompes immergées (EPI), la source d'énergie thermique a connu des évolutions techniques et technologies importantes au fil du temps. En effet, il existe sur le marché des gammes de groupes électrogènes autorisant un mix énergétique (hybridation gasoil + biocarburant et solaire ou réseau électrique) et/ou permettant un stockage d'énergie et de production de chaleur en fonction de l'usage.

En dépit des avancées technologiques, l'huile végétale n'est pas encore utilisée dans les systèmes d'AEP ruraux. Toutefois, des expériences ont été notées dans l'utilisation de l'huile de Jatropha dans les centrales hybrides type modèle PERACOD (entre 10 et 30 Kw) et l'hybridation de moteurs sur des moulins à mil et autres équipements artisanaux dans la région de Koutiala au Mali (projet conduit par GERES avec installation d'une petite unité de production d'huile qui approvisionne des entreprises).

L'étude du potentiel d'utilisation du Jatropha menée en 2008 au Sénégal par TDH (Technologies for Human Development) de la société Performances, spécialisée en développement durable a accordé une attention particulière sur la faisabilité de l'hybridation sur certains forages ruraux des régions du centre (Kaolack, Kaffrine, Fatick...).

Le résultat d'étude révèle que la substitution du gasoil consommé par les forages existants dans la zone de développement du Jatropha est possible. Cette opération de remplacement du gasoil par une huile végétale, même après hybridation à 50% en solaire, représente un marché de près de 800.000 litres par an.

Spécifiquement, dans la région de Kaffrine, la demande potentielle minimum en carburant des forages thermiques du territoire régional (convertis en systèmes hybrides 50% photovoltaïque ou électrique et 50% thermique) est de 135.000 litres par an. Pour satisfaire cette demande par la fourniture d'une huile végétale de haute qualité, il faudrait planter environ 1 million de plants de Jatropha. (Etude TDH / Performances).

En outre, la promotion du développement des systèmes fonctionnant à huile végétale doit être mesurée au regard des risques de concurrence foncière entre la culture du Jatropha et la production agricole à visée alimentaire. La tendance actuelle est à la prudence.

### III.1.3. Optimisation des systèmes de pompage thermique

Les échanges et discussions approfondies ont permis de retenir pour une meilleure optimisation des systèmes d'AEP thermique les points ci-après :

- **Une conception optimisée du système d'AEP :**

- Dimensionnement adéquat des composants de la chaîne : *choix de la pompe (corrélation débit et besoins en eau), capacité du château d'eau (stockage pour alléger le pompage) et conception de réseau de distribution (diamètre, profil, équipements de gestion) ;*
- Choix de technologies adaptées : *marque, disponibilité des pièces de rechange, et maintenance ;*
- Disponibilité de la ressource : qualité des eaux, quantité et niveaux pour le calage des pompes.

- **Un système de maintenance approprié :**

- Respect des consignes du constructeur,
- Limitation des pertes hydrauliques : nettoyage de la colonne d'exhaure, des crépines pour empêcher le colmatage et la baisse de productivité du forage, pompage en régime constant, etc.
- Respect de la fiche de maintenance préventive : activités hebdomadaire et mensuelle (vérification huile, relevés d'index)

- **Un système de suivi congruent :**

- Respect du planning ;
- Suivi annuel des performances des ouvrages de captage et équipements de comptage : temps de pompage et volume obtenu, rapprochement avec la demande en eau etc.
- Surveillance des paramètres hydrauliques et électriques : débit, HMT, calcul de ratio énergie/charge d'exploitation globale et du rendement de réseau pour établir et renseigner des indicateurs

- **L'intégration des questions énergétiques dans les spécifications techniques des DAO**, tests pour certains équipements nouveaux ;
- **Un système de comptage fiable** (étalonnage) et de la viabilité globale du système ;
- **Des achats groupés pour le carburant** (commande mensuelle groupée) ;
- **Des extensions de réseau en fonction des capacités, dimensionnées initialement** (éviter les surcharges)

## III.2. Energie solaire

Au Sénégal, plus de 150 systèmes de pompage photovoltaïque ont été installés à travers différents programmes dont le Programme Régional Solaire (PRS). Cette énergie, tributaire du soleil, est actuellement utilisée par 100 systèmes d'AEP, soit près de 6% des forages du parc de l'hydraulique rurale. Anciennement utilisée dans les petits systèmes, l'énergie solaire a connu des évolutions technologiques concurrentielles et constitue désormais une option à étudier dans systèmes d'AEP ruraux.

### III.2.1 Critères d'opportunités et contraintes de l'énergie solaire

Tableau 8 Critères d'opportunités de l'énergie solaire pour les SAEP

<b>Critères d'opportunités - Energie solaire</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ouverture d'un marché potentiel sur le pompage solaire vu le nombre important de PMH (d'après OFOR) ;</li> <li>▪ Pôle de développement économique et environnemental ;</li> <li>▪ Technologie mature et maîtrisée : maintenance facile et possibilité de calage des pompes avec n'importe quel débit de forage ;</li> <li>▪ Possibilité d'installer ou de prévoir un système de pompage hybride : logique de développement durable ;</li> <li>▪ Ouverture du marché international et développement de la recherche ;</li> <li>▪ Caractère compétitif sur le cycle de vie du système, comparé aux sources conventionnelles (groupes électrogènes, réseau SENELEC) ;</li> <li>▪ Caractère modulable (extensible) des systèmes solaires et fiabilité (pas de mouvement des pièces) ;</li> <li>▪ Autonomie et économies en phase d'exploitation de longue durée (coût d'entretien faible voire nul) ;</li> <li>▪ Réduction du tarif de l'eau (adéquation avec la capacité à payer et développement d'activités économiques : agriculture, élevage intensif...) ;</li> </ul>

Tableau 9 : Contraintes de l'énergie solaire pour les SAEP

<b>Contraintes - Energie solaire</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impact de la poussière sur les modules pendant l'exploitation (baisse de la productivité électrique en cas de mauvais entretien) ;</li> </ul>

- Sécurité de la station de pompage (vol de modules, intrusion du bétail) ;
- Coût d'investissement, encore, relativement cher (exonération non appliquée) pour les grands systèmes ;
- Contrainte foncière (surfaces au sol pouvant être importantes, espacement des rangées de panneaux ? ... ) ;
- Configuration du parc de production (emplacement des batteries, couplage, synchronisation, démarreur automatique, etc.) ;
- Non adapté aux variabilités importantes du niveau de la nappe (extension des panneaux lors des baisses de niveaux ou tarissement de nappe) ;
- Système tributaire de l'ensoleillement : problème du pompage au fil du soleil pour des fortes demandes en eau potable ;
- Non adapté pour les unités de potabilisation aux techniques de traitement énergivores (ex process nocturne) ;
- Problème du relief et de l'ombrage : limitation de la production d'eau avec la baisse de rendement et l'échauffement des modules solaires.

### III.2.1. Innovations liées à l'énergie solaire

La technologie solaire a connu ces dernières années des avancées technologiques sur la composition des modules photovoltaïques (performance énergétique), rendant ainsi les coûts d'acquisition plus accessibles avec des coûts d'exploitation réduits. Plusieurs fournisseurs de service d'énergie solaire sont implantés au Sénégal. En 2016, plus de 100 systèmes d'AEP (6% du parc hydraulique rurale) fonctionnent avec le solaire.

*Le groupe de travail sur le solaire a mentionné les innovations suivantes*

- **Mix énergétique** : possibilité de couplage simultané solaire/groupe électrogène/réseau électrique, ce qui offre une flexibilité pour concevoir une source d'énergie hybride (exemple du forage de Sylla Diongtho solaire / groupe électrogène, région de Matam) ;
- **Système de pompage solaire avec un moteur à courant continu**. Ce type de moteur n'a plus besoin d'onduleur (une pièce fragile, qui nécessitait d'être fréquemment remplacée), mais d'un contrôleur, plus simple et fiable sur plan électronique ;
- **Gestion de la centrale photovoltaïque en temps réel** avec la supervision à distance : plus d'autonomie, flexibilité du suivi ;
- **Approche efficacité énergétique avec la classification des équipements** : A, A+, A++ etc.).

### III.2.3. Optimisation des systèmes de pompage au solaire

Pour une exploitation optimisée des systèmes fonctionnant avec l'énergie solaire, les discussions du groupe ont retenu les enseignements et mesures ci-après :

- **Utilisation du stockage hydraulique plutôt que le stockage avec batterie** : autrement dit, la capacité du château d'eau doit être adaptée afin de pouvoir stocker le maximum d'eau pompée au fil du soleil, et compenser ainsi les périodes d'absences de production solaire ;
- **Réalisation d'études technico-économiques** préalables permettant d'établir un compte d'exploitation sur un cycle de vie (horizon) et fixer le prix du m<sup>3</sup>de façon à inclure les coûts de maintenance et renouvellement ;
- **Choix des tailles et des rendements** pour réduire la surface occupée par les panneaux solaires (contrainte foncière) ;
- **La maîtrise de la demande en eau** (profil de consommation) et la connaissance **des caractéristiques hydrogéologiques** (niveaux statique, rabattement de la nappe, etc.) ;
- **Opter pour des groupes étagés qui démarrent progressivement** en fonction de la demande énergétique.

### III.3. Réseau électrique

L'analyse partagée révèle que le réseau électrique est le système le plus maîtrisé des sources énergétiques d'alimentation en eau potable. Ainsi, il comporte des avantages non négligeables en tant que réseau le plus usité. Toutefois, il n'est pas sans inconvénients et/ou contraintes pour certains clients des forages ruraux.

#### III.3.1. Critères d'opportunités et contraintes du réseau électrique

Tableau 10 Critères d'opportunités du réseau électrique pour les SAEP

<b>Critères d'opportunités – Réseau électrique</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Simplicité d'utilisation et coûts d'entretien moindres ;</li> <li>▪ L'existence du principe de péréquation tarifaire (même tarif national indépendamment de la zone) ;</li> <li>▪ Possibilité d'opter pour le prépaiement par carte à gratter ou recharge via les opérateurs (orange money, tigo cash etc.) Ce mode de paiement est adapté au profil de consommations maîtrisées et en zone enclavée ;</li> <li>▪ Opération d'entretien réduite ;</li> <li>▪ Protection de l'environnement.</li> </ul>

**Tableau 11 Contraintes du réseau électrique pour les SAEP**

<b>Contraintes – Réseau électrique</b>
<p>Elles concernent la qualité, la continuité du service et l'accès au réseau électrique en zone rurale et se résument ainsi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En milieu rural, certaines localités ne sont pas couvertes par le réseau électrique.</li> <li>▪ Manque de connaissance / compréhension des mécanismes de tarification et des modes de facturation ;</li> <li>▪ L'insuffisance dans le maintien de la qualité du service (variabilité de la tension électrique) ;</li> <li>▪ Difficulté à payer l'extension du réseau vers les forages (éloignement du point d'alimentation, nécessité de poste) ;</li> <li>▪ Non continuité du service (risque de délestage, incidents etc.) ;</li> <li>▪ Consommation énergétique élevée pour les forages profonds (de 50 à 70% des charges) (résultats étude Ados/Cogelec, étude Gret).</li> </ul>

### **III.3.2. Polices d'abonnement au réseau électrique SENELEC : éléments d'information et de compréhension**

Le manque de connaissance et de compréhension des polices d'abonnement et des systèmes de tarification au réseau électrique de la SENELEC a été exprimé par de nombreux acteurs du secteur. Les notions de police d'abonnement, de puissances souscrites et de puissances installées, de charges fixes et d'adaptabilité des tranches de consommation pour les forages ruraux demandent à être mieux connues et comprises par les acteurs afin que leur consommation et leurs coûts soient optimisés.

- **Quelle police d'abonnement adaptée pour les forages ruraux ?**

Pour choisir sa police d'abonnement, le client doit :

1. Régler un préalable important à savoir l'identification du type d'utilisation : l'usage est professionnel pour les forages ;
2. Réaliser un bilan complet de puissance (demande) en faisant un *benchmarking* sur les choix d'options tarifaires auprès de SENELEC et auprès d'autres grands clients/abonnés (SDE, ONAS, SEOH etc.).

- **Puissance souscrite, prime fixe, police d'abonnement et tarification pour les forages ruraux ?**

La SENELEC fournit de l'électricité en basse, moyenne et haute tension pour des usages domestiques et professionnels. Les systèmes d'AEP en milieu rural sont des usagers professionnels et leur tarification est fonction de la **puissance souscrite**. Ce paramètre est déterminant dans la facturation car il catégorise

l'usager en basse, moyenne ou haute tension et conditionne sa classification en petite, moyenne ou grande puissance.

**La prime fixe** (appelée parfois charge fixe) est une taxe mensuelle appliquée au client **Grande Puissance** pour les contraintes liées à la mise à disposition d'une puissance supérieure à 17 kW.

L'examen approfondi de la décision n°2009-04 de la Commission de régulation du secteur de l'Electricité (CRSE) permet d'orienter les choix des usagers, gestionnaires de systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural et petits centres.

**Tableau 12 Récapitulatif des polices d'abonnement**

Puissance souscrite (kW)	Basse Tension (BT)				Moyenne Tension (MT)	Haute Tension (HT)
	[0 – 6]	[6 – 17]	[17 – 34]	[34 – 100]	[100-1250]	Plus de 1250
Classe tarifaire	<b>PP</b> Petite puissance	<b>MP</b> Moyenne puissance	<b>GP</b> Grande puissance	<b>UP2</b> Usage professionnel type2	<b>MT</b>	<b>HT</b>
Prime fixe mensuelle (Fcfa/kW)	Pas de prime fixe à payer		2884,68	2884,68	4022,80	9855,45
Systèmes d'AEP ruraux	x	x	x	x	x	

Ainsi, le système de facturation et les coûts de l'électricité dépendent de la puissance souscrite et de la catégorie d'usage.

- **Quelles tranches de facturation et tarifs d'électricité soutenables pour les services d'eau en milieu rural ?**
  - Il y a une nécessité d'adapter les tranches de facturation en fonction des besoins d'utilisation. Cette adaptabilité n'est pas évidente car le client doit faire le bon choix concernant l'option tarifaire adaptée au nombre d'heures d'utilisation de la puissance souscrite (tarif général/TG, tarif courte utilisation/TCU, tarif longue utilisation/TLU). La prime fixe augmente du TG au TLU.
  - Dans ce cadre, la SENELEC analyse la consommation des clients et conseille, en cas de besoin, un changement de régime tarifaire. Pour rappel, il est possible de changer de puissance souscrite 2 fois dans l'année pour les

clients moyenne tension (MT). Par ailleurs, pour optimiser ses chances de souscrire à la bonne grille tarifaire,

- Le client doit avoir en interne une expertise capable d'analyser la facturation.
- Le client doit connaître la saisonnalité de sa consommation en eau et souscrire au régime adéquat.

Le tableau ci-après récapitule les tranches de facturation et tarifs d'électricité

**Tableau 13 Récapitulatif des tranches de tarification**

SAEP rural	Option tarifaire	1 <sup>ère</sup> tranche		2 <sup>ème</sup> tranche		3 <sup>ème</sup> tranche		Prime fixe mensuelle en Fcfa/kWh
		kWh	Prix énergie Fcfa/kWh	kWh	Prix énergie Fcfa/kWh	kWh	Prix énergie Fcfa/kWh	
	Usager domestique petite puissance (UD-PP)	0 à 150	106,44	151 à 250	114,20	Plus de 250	117,34	
	Usager domestique moyenne puissance (UD-MP)	0 à 50	112,96	51 à 300	115,10	Plus de 300	116,69	
X	Usager professionnel petite puissance (UP-PP)	0 à 50	<b>151,59</b>	51 à 500	<b>152,45</b>	Plus de 500	<b>153,83</b>	
X	Usager professionnel moyenne puissance (UP-MP)	0 à 100	<b>152,72</b>	101 à 500	<b>153,40</b>	Plus de 500	<b>155,46</b>	
	Usager domestique grande puissance (UD-GP)	<b>Heures creuses</b> 23h-00h 00h-19h	95,47	<b>Heures de Pointe</b>	133,65			961,56
X	Usager professionnel grande puissance (UP-GP)		114,34	19h – 23h	<b>182,95</b>			<b>2884,68</b>

Il ressort de ce diagnostic que :

- Les tranches sont réservées aux petites et moyennes puissances
- Les grandes puissances (domestique et professionnel) ne sont pas facturées par tranche, mais bénéficient d'une tarification réduite en heures creuses (de 23h-00h et de 00h-19h) ;
- La prime fixe s'élève pour les usagers professionnels de grandes puissances à 2884,68 Fcfa/kWh consommé. Toutefois, cette prime n'est pas appliquée aux usagers de petites et moyennes puissances (0 à 17Kw).

▪ **Fourniture d'électricité pour les usagers en moyenne et haute tension**

Les systèmes d'AEP aux grandes puissances (supérieures à 100 kW) sont alimentés par des lignes en moyenne et haute tension par la SENELEC ou d'autres concessionnaires d'électrification rurale.

**Tableau 14 Récapitulatif des catégories tarifaires**

CATEGORIE TARIFAIRE		Prix de l'énergie en FCFA/kWh		Prime Fixe	
		Heures creuses	Heures de Pointe	mensuelle en FCFA/kW	annuelle en FCFA
<b>Livraison en Moyenne Tension</b>					
Tarif Courte Utilisation (TCU)	Moins de 1000h de la puissance maximale appliquée	123,45	191,82	945,13	11342,00
Tarif Général (TG)	Utilisation entre 1000h et 4000h par ans de la puissance maximale appliquée	88,84	142,15	4022,80	48274
Tarif Longue Utilisation (TLU)	Utilisation de plus de 4000h de la puissance maximale appliquée	72,99	116,79	9709,65	116516,00
<b>Tarif des concessionnaires d'électrification rurale</b> (Prix moyen en FCFA/kWh)		<b>101,5</b>			
<b>Livraison en Haute Tension</b>					
Tarif Général (TG)		58,01	83,54	9 855,45	
Tarif Secours (TS)		77,25	111,23	4 381,50	

Les tarifs sont fixés d'avance par tranche et par heure d'utilisation (arrêté). La facturation dépend à la fois de la durée d'utilisation de la puissance maximale appliquée (exemple en fonction des saisons sèche et pluvieuse) et des heures de pompages. Ce type d'abonnement introduit des primes fixes et laisse le choix à l'utilisateur entre le paiement annuel en fonction de la durée d'utilisation ou le paiement mensuel en Fcfa par kW de puissance souscrite. Ainsi, en maîtrisant le profil de consommation (de la demande), le changement de puissance souscrite permet de réduire la prime fixe.

**La puissance souscrite** est la puissance électrique nécessaire pour le fonctionnement correct de tous les appareils susceptibles d'être mis en service en même temps. Chaque appareil électrique du système d'alimentation en eau potable (pompe, lampes, ordinateur, ventilateur, radio, climatiseur, réfrigérateur...) a sa puissance propre et le cumul donne la puissance lors de la souscription du contrat d'abonnement. La puissance minimale est de 957 Watts, elle peut être prise en plusieurs fois en fonction du besoin énergétique du système global : soit 1914 Watts, 2871 Watts, 3828 Watts, etc.

L'utilisation de la puissance souscrite dans le temps donne l'énergie électrique consommée et facturée par la SENELEC : par exemple : 1000 Watts pendant une heure donne 1 Kwh (kilowattheure)

### III.3.3. Mesures d'optimisation des SAEP alimentés par le réseau électrique

Il a été relevé certaines mesures que les SAEP gagneraient à adopter notamment du fait de la variabilité saisonnière de la consommation. En voici certaines :

- La SENELEC offre la **possibilité de changer la puissance souscrite deux fois dans l'année en fonction des besoins**. En milieu rural, les forages sont tributaires des saisons sèches et pluvieuses. Ainsi, un gestionnaire d'eau, en fonction du profil de consommation peut souscrire à deux puissances pour les périodes de janvier à juin puis de juillet à décembre et a la possibilité de changer son mode tarifaire. Au besoin et sur demande, les acteurs peuvent être formés (formation payante) sur la facturation et la tarification par la SENELEC.
- **Les systèmes de variation de vitesse** (utilisation de pompes à haut rendement et variateur de vitesse) permettent de pallier au fonctionnement fixe. Cela diminue la consommation spécifique énergétique en s'adaptant à la hauteur manométrique totale (HMT). La consommation d'énergie sera réduite même si le coût d'investissement est relativement élevé.

- **Les systèmes de gestion de la consommation électrique «compteurs intelligents »** qui permettent la gestion en temps réel de la consommation et même la prévision de la consommation ultérieure. Ces systèmes alertent en cas de dépassement de la moyenne des consommations et/ou de la puissance souscrite.

Par ailleurs, en matière de gestion des forages, il existe un système efficace permettant de gagner en efficacité. Ce système dit de télégestion permet d'avoir des informations sur le fonctionnement des forages à distance. Ainsi, il est possible de contrôler le pompage des forages et de le déclencher au moment opportun pour réduire les coûts énergétiques de pompage.

Aussi, deux bonnes pratiques ont été identifiées comme étant propices à une économie d'énergie :

- Activer le pompage pendant les **heures creuses** (de 23h à 00h et de 00h à 19h) afin d'éviter la consommation en heure de pointe (19h à 23h) où la facturation est plus élevée. Cela requiert un stockage bien dimensionné.
- **Etudier les mécanismes de la facturation** pour améliorer l'indicateur de performance de référence.

### III.3.4. Optimisation des systèmes de pompage d'eau au réseau électrique

L'énergie électrique est facturée par puissance et par tranche de consommation. Une méconnaissance ou un mauvais dimensionnement des composants hydrauliques favorisent un dépassement de la première tranche, moins dissuasive. Pour pallier à cela, il est nécessaire d'optimiser la chaîne PSD (production, stockage, distribution) du système d'alimentation en eau potable. Les actions visant à optimiser sont ainsi proposées :

- **Bien dimensionner** les conduites, mettre en conformité les installations et adapter la capacité de stockage de l'eau : des bâches / réservoirs modulables peuvent être envisagés pour éviter un fonctionnement continu ;
- Faire des **audits énergétiques** afin d'analyser le rapport consommation / besoins ;
- Etudier le fonctionnement simultané des pompes afin de réduire les coûts de maintenance et éviter l'effet de barbotage (fonctionnement de la pompe à débit nul) ;

- Pour les forages refoulant dans un collecteur commun ou pour un forage distributif, **installer un régulateur de pression** en amont afin de maintenir le point de fonctionnement ;
- **Ouvrir les vannes de régulation** à 100% pour éviter les réductions de section lors du pompage.

\*\*\*

## IV. Conclusion et recommandations : directives pour le secteur

---

Les recommandations sont issues de la synthèse des travaux de l'atelier. Elles sont d'ordre institutionnel, technique et financier.

### IV.1. Sur le plan institutionnel

- Créer d'un environnement favorable pour le développement d'un marché (offre nationale) et de partenariat public privé (exploitant) pour le solaire ;
- Améliorer le dispositif de contrôle des produits importés (test, niveau de productivité) ;
- Développer la recherche avec les universités pour l'amélioration continue des produits (études, capitalisation, retours d'expérience) ;
- Renforcer des capacités des agents des services techniques, du secteur privé national en analyse de la facturation, aux choix d'options tarifaires ;
- Formuler un dossier d'exonération du carburant des forages d'eau ;
- Animer des plateformes d'échanges d'expériences entre les différents acteurs (public, privé, ONG) ;
- Etablir un cadre de dialogue et d'échanges avec la SENELEC, la commission de régulation et les autres fournisseurs en vue d'étudier l'introduction spécifique du kWh / m<sup>3</sup> d'eau pompé pour les systèmes d'AEP

### IV.2. Sur le plan technique

#### IV.2.1. Pour tous les types d'énergies

- Systématiser l'analyse comparative des différentes formes d'énergie dans les études techniques de projet et l'intégrer dans l'identification et l'évaluation des projets avec les partenaires techniques et financiers (PTFs) ;
- Veiller à la qualité des études techniques et socioéconomiques préalables pour maîtriser tous les paramètres de dimensionnement (demande en eau, ressource disponible, topographie, contexte local) ;

- Profiter des avancées techniques et développer avec le secteur privé des formes de contractualisation type PPP (Partenariats Publics-Privés) où le privé étudie, réalise et exploite les installations des systèmes ;
- Intégrer les autres types d'énergie et étudier les possibilités d'hybridation
- Utiliser les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour faciliter la gestion des installations en adéquation avec l'évolution technologique (variateur de vitesse, compteur intelligent, télégestion...) ;
- Produire une synthèse analysant certains ratios (rentabilité suivant type énergie) pour faciliter la prise de décision (ex : élaborer une stratégie des énergies renouvelables en milieu rural) ;
- Réaliser des études d'optimisation des installations existantes afin de réduire les coûts d'exploitation (cas du périmètre de Ndiosmone-Palmarin avec SEOH) ;
- Homologuer des marques de moteurs et des alternateurs
- Préciser les conditions d'exploitations des équipements à la commande (humidité, température, etc.)

#### IV.2.2. Spécifiquement par source d'énergie

- **Pour le thermique**

- Utiliser le thermique comme source d'énergie d'appoint (hybridation) ;
- Garantir une maintenance régulière des équipements

- **Pour le solaire**

- Développer la recherche et faire concevoir les panneaux solaires adaptés au milieu tropical (poussière, rendement de conversion etc.) ;
- Introduire de petites pompes solaires adaptées aux PMH ;
- Réaliser un zonage (croiser les ressources hydrogéologiques et le potentiel solaire) en fonction des niveaux statiques et décrire la faisabilité du pompage solaire ;
- Pomper aux heures creuses au fil du soleil dans le cas d'une centrale hybride villageoise et adapter la conception du système d'AEP dès le départ (dimensionnement du stockage à adapter, par exemple).
- Considérer que le système de stockage d'énergie le plus économique est le système de stockage d'eau dans le château d'eau suffisamment dimensionné plutôt que les batteries.

- **Pour le réseau électrique**

- Introduire spécifiquement pour les forages d'eau potable le kWh/m<sup>3</sup> d'eau pompée et l'indicateur de performance le Fcfa /m<sup>3</sup> ;
- Alternier les pompes en fonction de la profondeur de la nappe selon la saisonnalité (notamment dans les grands périmètres affermés) ;

- Connaître le système de fonctionnement des pompes pour séquencer le démarrage de 12 à 15 mn par pompe. Il faut donc éviter le démarrage simultané car la fluctuation de tension entraîne des conséquences sur la facture de l'utilisateur. Pour la plupart, le compteur aura déjà enregistré la puissance maximale ;
- Faire appel à l'assistance technique de l'Agence à l'Economie et la Maîtrise de l'Energie, de l'Agence Sénégalaise d'Electrification Rurale, de la SENELEC.

### **IV.3. Sur le plan financier**

- Adopter le mix énergétique pour réduire les coûts d'exploitation ;
- Echanger en amont et en synergie avec la SENELEC pour choisir de la bonne option tarifaire ;
- Trouver des mécanismes efficaces pour l'abonnement SENELEC des installations de pompage d'eau en milieu rural (réduction des délais d'abonnement) ;
- Tarification : modèle financier tenant compte des différents modes d'alimentation électrique.

## V. coordonnées de participants de l'atelier du 08/11/2016 à Dakar

NOM	Prénom	Organisme	Email	Téléphone
Agne	Anta	Soleil Eau Vie (SEV)	ndao@sev-sarl.com	+221 33 820 06 25
Ba	Abdoulaye	COSER Sénégal	ablave.ba@coser-energy.com	22177565818
Baier	Frédéric	Soleil Eau Vie (SEV)	info@sev-sarl.com	+221 77 589 33 80
Bâle	Massale	Agence Nationales des écovillages	massalebale@yahoo.fr	
Coly	Nathalie	AJPEAS	coly.nathalie@gmail.com	77 575 89 65
Dervaux	Yves	Coopération technique belge (CTB)	Yves.DERVAUX@btcctb.org	+32 (0)2 505 19 29
Diallo	Amadou	PEPAM (MHA)	projeau@gmail.com	+221 33 859 04 99
Diallo	Mouhamadou Moustapha	CERER	moustaphdjallo@yahoo.com	
Diallo	Lamine	GADEC	gadectba@orange.sn	+221 33 981 12 20
Diatta	Mohamed	MHA	cbcdiatta@gmail.com	+221 77 353 31 22
Diatta	Adophe	Bureau d'études BECIE	dadhit69@yahoo.fr	+221 33 836 88 72
Diop	Kader	ANER	kader.diop@aner.sn	70 752 41 32
Diop	Mor	SDE	mdiop@sde.sn	00 221 33 839 37 17
Diop	Pape	Aquatech Sénégal	dioppape46@yahoo.fr	
Diop	Ndiame	OFOR	dce@forages-ruraux.sn	776415768
Diouf	Gallo Niang	SENELEC	galloniang.diouf@senelec.sn	+221 773324705
Diouf	Ibrahima	PAISD	datech@organge.sn	+221 33 822 79 70
Diouf	Boucar	CARITAS	mbayebouc@yahoo.fr	+221 77 577 56 25
Doucoure Diakhate	Oummou	Eau Vive	oummou.doucoure@eau-vive.org	+221 77 549 02 29
Gassama	Daouda	Agence pour l'Economie et la Maîtrise de l'Energie (AEME)	daouda.gassama@gmail.com	770562772
Gueye	Mbaye	AJPEAS	mbiz4@yahoo.fr	
Henriot	Cécile	GERES / Sénégal	c.henriot@geres.eu	221 77 158 69 69

Kane	Abdoul	Cogelec Energy	abdou@cogelec-sn.com	+221 77 467 31 05
Konaté	Fodé Boubou	Coopération Technique Belge (CTB)	fode.konate@btcctb.org	
Koné	Abdou Karim	Sénégalaise des Eaux (SDE)	akkone@sde.sn	775467947
Legendre	Bruno	Bureau d'études PERFORMANCES	performances@arc.sn	+221 33 823.07.05
Léger	Christophe	Vergnet Hydro	c.leger@vergnet-hydro.fr	+33 2 38 22 76 30
Lo	Ismaila	Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER)	ismaïla.lo@aner.sn	778365408
Ly	Yaya	ERTHEG GC	lyyaya@gmail.com	776502731
Milin	Sylvette	pS-Eau	milin@pseau.org	09 50 26 80 64
Ndiaye	Dame	pS-Eau - Sénégal	dame.ndiaye@pseau.org	(+221) 77 273 30 02
Ndiaye	Baye Samba	SENELEC	bayesamba.ndiaye@senelec.sn	78 638 32 53
Ndiaye	Babacar	CERER	ndiayebabacar44@hotmail.com	
Ndiaye	Papa Alioune	Ecole Supérieure Polytechnique / Dakar	papaas.ndiaye@ucad.edu.sn	+221 864 21 43
Ndiaye	Babacar	PEPAM (MHA)	b.ndiaye@pepam.sn	+221 77 524 90 39
Ndiaye	Oumar	Bureau d'études SEMIS	o.ndiaye@semis.sn	221 77 444 88 11
Ndome	Mamadou	Coopération japonaise : JICA	NdomeMamadou.SN@jica.go.jp	+221 33 823 00 22
Nirascou	Vivien	Aquatech Sénégal		
Sall	Baye Ndiack	PEPAM (MHA)	bayendiack@yahoo.fr	221 33 832 21 00
Sanon	Daouda	Ong ACRA	daoudasanon@acra.it	221 77 861 35 13
Seck	Mandir	Direction de l'hydraulique	mandirseck@yahoo.fr	221 33 832 42 79
Sector	Agathe	USAID SENEGAL	asector@usaid.gov	+221 77 324 38
Sene	Magatte	Secrétariat d'Etat à l'hydraulique rurale du MHA	magouwalli@yahoo.fr	+22177 522 00 69
Sidibe	Djibril	GIE des puisatiers et infrastructures hydrauliques	djibril.sidibe@giepuisatiers.org	+221 33 981 07 25
Sow	Boubacar	Entreprise SOLENE	boubacar.sow@solene-ese.com	776387318
Sy	Malick	Entreprise Beta Energy	betaenergy@betaenergy.sn	+ 221 33 860 80 86

Sy	Bocar Sada	Bureau d'études SEMIS	dgsemis@semis.sn	+221 33 832 73 97 /+221 77 638 45 29
Thioune	Mohamed Lamine	ADOS	pml.thioune@ados-senegal.org	+221 33 966 64 72
Touré	Malal	ENDA Eau populaire	malal@endatiersmonde.org	+221 33 860 41 43
Wadji	Fallou	SEOH	f.wadji@seoh.sn	+221 33 939 75 38