

Le photovoltaïque et les services d'eau potable en Afrique de l'Ouest

Synthèse, défis et recommandations

*issus de retours d'expériences du Sénégal, du Mali et la Mauritanie
lors de l'atelier sous régional organisé par le SEDIF et le pS-Eau
du 31 janvier au 2 février 2018 à Saint-Louis du Sénégal*



Le pS-Eau est soutenu par l'Agence française de développement, le Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères ainsi que par l'Agence française pour la biodiversité.

Le pompage solaire, un enjeu pour le développement des services d'eau potable en milieu rural

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 « énergie solaire » pour le pompage des eaux destinées à l'approvisionnement en eau de boisson.

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 nombreuses initiatives locales, des programmes étatiques ou des investissements privés, l'option solaire a été mise en œuvre ces dernières années de façon autonome, mais aussi en la combinant avec l'énergie thermique produite au moyen de groupes électrogènes. Où en est-on aujourd'hui ? Quelles sont les leçons à tirer de l'expérience du pompage solaire en Afrique de l'Ouest et les défis à venir ?

Pour répondre à ces questions une trentaine d'acteurs du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal : gestionnaires de services d'eau, institutions, fournisseurs d'équipements, ONG, bureau d'études se sont réunis à l'initiative du Syndicat des Eaux d'Ile de France (SEDIF) et du programme Solidarité-Eau (pS-Eau) à Saint-Louis du Sénégal du 31 janvier au 1^{er} février 2018. La synthèse qui suit est le fruit des différentes présentations et des échanges qui ont eu lieu lors de cet atelier.



Les arguments en faveur du pompage solaire

« Les avantages économiques, sociaux et environnementaux de l'accès aux moyens d'exhaure solaires sont perceptibles sur le terrain et la demande ne cesse d'augmenter que ce soit pour l'eau potable ou le maraîchage »

Sidi Khalifou, Directeur général de CDS Eau & Energie, Nouakchott (Mauritanie)

La Mauritanie, le Sénégal et le Mali disposent des meilleurs potentiels solaires au monde. L'ensoleillement journalier de la zone sahélienne, est estimé à 5,5 kilowatt-heure/m²/jour en moyenne sur l'année. A titre de comparaison, le rayonnement quotidien solaire moyen de la capitale française est de 3,4 KWh/m²/jour.

La faible pénétration de l'électrification rurale dans les pays sahéliens et la sensibilité du prix de l'eau aux fluctuations des cours mondiaux des hydrocarbures, obligent les opérateurs des services d'eau à recourir à d'autres sources d'énergie pour le pompage. Bien que l'énergie commerciale soit le choix de première intention lorsqu'elle est disponible, son coût ainsi que le manque de continuité et de qualité du service incitent les opérateurs à étudier l'option solaire.

Les contraintes liées à l'énergie thermique issue des groupes électrogènes sont multiples et ont favorisé l'émergence du pompage photovoltaïque : la consommation énergétique élevée (jusqu'à 50 - 60 % des charges), les coûts et la complexité de la maintenance engendrés par l'usure de nombreuses pièces courantes, les problèmes logistiques d'approvisionnement en carburant, la pollution.

Tableau 1 : Avantages comparatifs de l'exploitation thermique / solaire – Source CDS Eau & Energie (Nouakchott)

Thermique	Solaire
Nécessite un opérateur et un gardien lors des heures de fonctionnement	Fonctionne avec un suivi ponctuel
Un stock de cartouches et d'huile est nécessaire pour l'entretien régulier	Aucun entretien en dehors du nettoyage des panneaux
Approvisionnement régulier en gasoil Risque de vol du gasoil Coût variable en fonction du contexte mondial	Aucun consommable Coût de l'énergie fixe à partir de l'installation
Pannes fréquentes du groupe // pièces de rechanges à trouver	Aucune panne du générateur
Coût des équipements abordable	Coût encore élevé des équipements
	Risque de casse des panneaux
	Les volumes d'eau importants nécessitent une hybridation

Des avancées technologiques majeures

- **La puissance** des modules solaires a considérablement augmenté passant de 50 Watt-crête/m² à la fin des années 70 à 300 Wc/m² en 2017.
- **L'exhaure** de l'eau souterraine à des profondeurs de plus de 100 mètres est désormais possible grâce aux pompes immergées de nouvelle génération.
- **Des pompes hybrides** (thermique et solaire) et des onduleurs perfectionnés sont disponibles sur le marché ouest-africain et permettent
- **Des logiciels de dimensionnement** des moyens d'exhaure pour le pompage solaire ont été développés.



Le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, 3 pays aux contextes différents

Le pompage solaire s'est différemment développé sur les trois pays du fait des typologies des systèmes d'approvisionnement en eau, des réalités socio-économiques, hydrogéologiques et de certains choix politiques propres à chacun des pays.

Au **SENEGAL**, les forages à grands débits et la configuration de l'habitat rural a permis le développement de réseaux d'adduction d'eau multi-villageois d'envergure. Le pays connaît les taux de desserte par réseau d'adduction d'eau (74% de taux de couverture) et de production d'eau par système motorisé (160 m³ en moyenne) les plus élevés de la sous-région. Des disparités notables sont néanmoins à relever en fonction des régions notamment dans le sud-est caractérisé par une zone de socle et des zones rurales à l'habitat plus dispersé.

Suite à la création de l'Office des Forages Ruraux (OFOR) en 2014, huit grands périmètres ont été définis pour déléguer l'exploitation des services d'eau potable à des opérateurs privés. Certains de ces opérateurs font aujourd'hui le choix du solaire mais en 2017, **sur 1 555 forages motorisés que compte le Sénégal, seuls 6% sont équipés en système de pompage solaire**. 30 % d'entre eux sont alimentés en énergie par le réseau de la société nationale d'électricité (SENELEC) et 64% par l'énergie thermique issue des groupes électrogènes.

La **MAURITANIE** est caractérisée par un nombre important de petites localités due à la sédentarisation anarchique de populations autrefois nomades et une proportion élevée de petits systèmes d'approvisionnement en eau dont la production moyenne ne dépasse pas 40 m³/jour. Cette situation de fragmentation a incité les autorités sectorielles à promouvoir le pompage solaire dès les premières délégations de service public en 2008 pour relever le niveau de service et stabiliser le prix de l'eau fortement impacté par la cherté des hydrocarbures et ses difficultés d'approvisionnement. **Sur 1 756 forages motorisés recensés en 2017, 56% sont équipés en pompage solaire** et 30% en pompage thermique.

Le **MALI** est, depuis la fin des années 70, le pays pionnier de la sous-région en matière d'énergie solaire. **Sur 721 systèmes d'approvisionnement en eau potable motorisés considérés, 70 % d'entre eux sont équipés de pompes photovoltaïques ou hybrides (thermique et solaire)**. Depuis plus de 15 ans, le Mali a adopté une politique fiscale incitative en exonérant de taxes l'importation des modules solaires et œuvre pour davantage de transfert de technologie et de compétences sur le territoire national. Le Mali compte aujourd'hui deux usines de montage de modules solaires certifiées ISO et un nouveau centre de formation dédié à l'énergie photovoltaïque a été ouvert en 2017 à Bamako.

Les critères d'opportunité de l'option solaire selon la taille des localités

« Le pompage solaire a beaucoup progressé et peut désormais couvrir un large éventail de systèmes »

Abdoulaye Wahab Athié, Directeur Général de l'ONSER, Mauritanie

- Les avancées technologiques, confirmées par les retours d'expériences d'opérateurs, permettent l'utilisation de l'énergie solaire sur une amplitude importante de demandes en eau. Adaptée aux petits systèmes comme seule source d'énergie, le photovoltaïque peut être couplé à d'autres sources d'énergie (principalement le thermique et le réseau commercial) sur des systèmes plus importants pour pallier aux contraintes d'ensoleillement ou de débit horaire de la ressource en eau (6 heures de pompage maximum par jour en moyenne)
- L'hybridation (ou mixité) des systèmes privilégie le pompage solaire. La seconde source d'énergie vient en appoint et sera plus ou moins utilisée selon les pointes de consommation. Trois options sont communément considérées :
 1. **Solarisation intégrale** : pompage solaire uniquement
 2. **Hybride 75% solaire** : le pompage solaire est utilisé à 75 % complété à 25 % par une énergie d'appoint (thermique ou réseau commercial)
 3. **Hybride 50% solaire** : le pompage solaire et la seconde source d'énergie (thermique ou réseau commercial) sont utilisés à parts égales
- Des critères indicatifs pour le choix de la source d'énergie pour le pompage ont pu être établis (cf tableau 2). **Ces orientations permettent d'éclairer les décideurs locaux et leurs partenaires sur les possibilités d'application de l'option solaire en fonction de la taille des localités et d'une demande moyenne journalière en eau de boisson mais elles ne se substituent pas à des études de faisabilité préalables approfondies de la conception et du dimensionnement des systèmes qui s'élaborent en fonction de chaque situation particulière.** Les paramètres à prendre en compte sont nombreux : débits, profondeur de la nappe, hauteur manométrique totale (HMT), consommations spécifiques, croissance démographique, etc. et sont essentiels pour déterminer la puissance énergétique et dimensionner les ouvrages et les équipements (pompes, champs solaire, groupe électrogène, château d'eau).
- Les choix techniques des équipements et le dimensionnement des ouvrages sont essentiels à la viabilité technique et financière du service. Ils se complexifient dans le cas de systèmes hybrides où le choix du type de pompe (classique ou hybride), le dimensionnement du champ solaire et du groupe électrogène ainsi que celui du château d'eau peut entraîner des coûts importants en terme d'investissement et de charges d'exploitation.

Tableau 2 : Critères d'opportunités des sources d'énergie selon la taille des localités et la demande en eau

Recommandé
 A étudier
 A écarter

Taille des localités	Moyenne de demandes en eau (15l/p/j)	SOLARISATION INTEGRALE	HYBRIDE 75% Solaire	HYBRIDE 50% Solaire	RESEAU ELECTRIQUE
	m ³ /Jour				
De moins de 400 à 1 000 habitants	9				
De 1 000 à 2 500 habitants	26				
De 2 500 à 6 000 habitants	60				
De 6 000 à 10 000 habitants	120				
De 10 000 à 20 000 habitants	250				

Ces indications permettent d'éclairer les décideurs locaux et leurs partenaires sur les possibilités d'application de l'option solaire en fonction de la taille des localités et d'une demande moyenne journalière en eau de boisson mais elles ne se substituent pas à des études de faisabilité préalables approfondies de la conception et du dimensionnement des systèmes qui s'élaborent en fonction de chaque situation particulière.

Encart 1 : Au Sénégal, la société FLEX'EAU mise sur le solaire pour des systèmes de production supérieurs à 250 m³/jour.

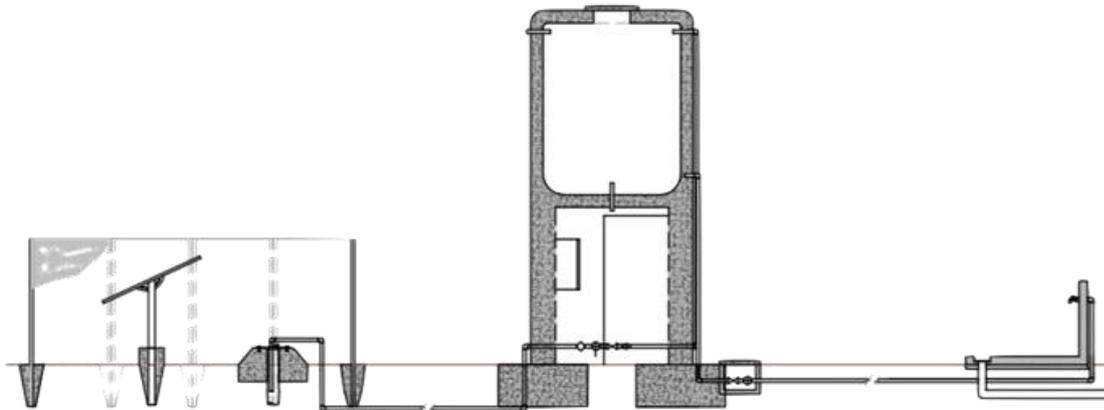
Le périmètre de *Flex'Eau* couvre les régions de Kaffrine et Kaolack qui comptent 279 systèmes pour une population estimée à 2 millions de personnes. La production annuelle est évaluée à 12,4 millions de m³ soit une production journalière moyenne de 120 m³ par système pouvant atteindre près de 700 m³/jour pour les systèmes les plus importants. Le contrat de délégation de service public d'une durée de 10 ans pour la production, la distribution et la commercialisation de l'eau est issu d'un appel d'offres international. *Flex'Eau* va généraliser le pompage solaire sur l'ensemble des systèmes de son périmètre en l'association au thermique et au réseau commercial et prévoit une gestion des sources par automates programmables.

Source : *Flex'Eau*

Encart 2 : Au Mali, l'ONG Action Mopti développe le pompage solaire pour les localités de moins de 400 habitants.

Pour les villages de moins de 400 habitants, les puits modernes et les forages équipés de pompes à motricité humaine sont les ouvrages les plus répandus. Pour relever le niveau de service et offrir une alternative aux populations des petites localités de 150 à 400 habitants, l'ONG Action Mopti a développé des Systèmes d'Hydraulique Villageoise Améliorés (SHVA) solaires. Standardisée, l'installation prévoit (1) un forage (rotary manuel) avec une nappe dont le niveau dynamique ne doit pas excéder 8 mètres (2) un système de pompage solaire (3) un réservoir de 8 m³ placé à 2 m de hauteur sur radier, (4) une borne-fontaine placée à 10 mètres du réservoir et équipée de trois robinets.

La gestion est assurée par un comité de gestion villageois qui fixe le tarif. Le coût de réalisation d'un SHVA standard complet est de 11 500 euros.



Source: Action Mopti

Le pompage solaire, combien ça coûte ?

« Le développement de l'énergie photovoltaïque et la concurrence du marché a impacté considérablement le coût des modules solaires. Au Mali en 1996, un module solaire de 50 Watt-crête coûtait plus de 500 euros (soit ≈ 10 €/Wc). En 2017, un module de 250 Watt-crête coûte 100 euros (soit $\approx 0,5$ €/Wc) »

Boubacar MACINA, AGED2AEP, Kayes (Mali)

L'investissement ... et le retour sur investissement

Pour estimer les coûts d'investissement des équipements solaires, plusieurs paramètres sont pris en compte : la taille des localités correspondant à un volume d'eau journalier et la hauteur manométrique totale (HMT) qui influe sur la puissance nécessaire au fonctionnement des équipements. Les fourchettes de coûts mentionnés dans le tableau ont été fournis par différents opérateurs et fournisseurs maliens, sénégalais et mauritaniens et montrent une homogénéité des coûts entre les trois pays. Ces coûts incluent les panneaux solaires et leurs supports, l'onduleur, les accessoires, le transport et l'installation. Ils n'incluent donc pas le forage, le château d'eau et le réseau.

Tableau 3 : Coûts des équipements photovoltaïques pour le pompage

Taille des localités	Moyenne de demandes en eau (15L/J/P)	Fourchette de coûts des équipements solaires en euros		
	M ³ /Jour	HMT basse 30-50	HMT Moyenne 50-80	HMT Haute 80-120
De 200 à 1 000 habitants	9	de 1500 € à 2000 €	de 2200 € à 3500 €	de 3500 € à 5200 €
De 1 000 à 2 500 habitants	26	de 3000 € à 4000 €	de 6200 € à 10 000 €	de 10 000 € à 15 000 €
De 2 500 à 6 000 habitants	60	de 5500 € à 6000 €	de 12 000 € à 18 000 €	de 18 000 € à 22 000 €
De 6 000 à 10 000 habitants	120	de 10 000 € à 12 000 €	De 22 000 € à 25 000 €	De 25 000 € à 30 000 €
De 10 000 à 20 000 habitants	250	de 25 000 € à 30 000 €	De 30 000 € à 33 000 €	De 33 000 € à 37 000 €

La comparaison des coûts d'exploitation selon différentes sources d'énergie utilisée pour le pompage de l'eau (solaire, commerciale, thermique) montre des disparités importantes sur les postes énergies mais également au niveau de la maintenance et des provisions pour renouvellement.

Tableau 4 : Ratio des coûts d'exploitation (hors personnel) selon les sources d'énergies issue d'un audit annuel sur 11 sites pilotes dans la région de Saint-Louis Sénégal (ONG Gret – Sénégal)

	Coût énergétique	Maintenance	Provision pour renouvellement
Energie solaire	0%	$\approx 8\%$	$\approx 31\%$
Réseau électrique	$\approx 26\%$	$\approx 17\%$	$\approx 2\%$
Energie thermique	$\approx 54\%$	$\approx 18\%$	$\approx 12\%$

Encart 3 : L'ONG GRET compare les coûts d'investissements et de fonctionnement du pompage selon différentes sources d'énergie en fonction de la puissance hydraulique mesurée en M4/jour

L'unité de mesure m4/jour à l'avantage de prendre en compte à la fois le nombre de m³ d'eau pompé par jour et la hauteur manométrique totale (HMT) nécessaires pour déterminer l'énergie dont le système a besoin pour fonctionner.

Elle permet ainsi de comparer les coûts d'investissement des systèmes solaires (en Watt-Crête) et des systèmes thermique (en kVA).

Les principaux enseignements :

- Pour les petites installations ≤ 2 000 m4/j l'investissement en solaire est moindre que pour un système thermique
- Pour les grandes installations ≥ 4 500 m4/j l'investissement en hybride est 50% moins coûteux que solaire.
- Les systèmes hybrides 75% solaire restent l'installation la plus chère à l'investissement pour n'importe quelle taille d'AEP
- La solution 50% hybride est intéressante pour des grandes installations pour lesquelles il faut augmenter la capacité de production
- La solution solaire est toujours la plus rentable même pour les grandes installations (sans tenir compte du château d'eau dont la taille impacte les coûts d'investissement).

Source : Gret

Encart 4 : Le délégataire de service CDS Eau & Energie a obtenu ses premiers retours sur investissement en moins de 2 ans – Mauritanie

CDS Eau & Energie est une entreprise mauritanienne qui intervient sur trois activités complémentaires : la délégation de services publics en zones rurales, la fourniture et l'installation de kits solaires d'accès à l'eau et à l'électricité à usage domestique et collectif et l'exécution et le suivi de travaux. Elle gère aujourd'hui cinq licences qui lui ont été attribuées suite à des appels d'offres nationaux pour des durées de 5 ans.

Sur les 32 systèmes d'approvisionnement eau potable (SAEP) que l'entreprise gère, 26 ont été équipés en pompage solaire. Ceux-ci sont majoritairement des petites et moyennes unités de production allant de 9 à 50 m³. C'est le coût élevé du gasoil et ses fluctuations importantes qui ont motivé les investissements pour des équipements solaires.

Une analyse comparative sur trois systèmes dont deux hybrides et un solaire pur, montre que les investissements de départ de respectivement 3 500 euros, 5 000 euros et 7 100 euros ont été rentabilisés en moins de 1,7 ans pour le premier, 2,7 ans pour le second et plus de 4 ans pour le troisième (solaire pur) où les consommations spécifiques sont restées faibles

Les coûts énergétiques et d'entretien ont été réduits de 80% pour le premier système hybride, 30% pour le second où le groupe électrogène a continué d'être fréquemment utilisé et 90 % pour le troisième système (solaire pur).

Source : CDS

« En Mauritanie l'introduction massive du pompage solaire a conduit au maintien de la production de l'eau, à une meilleure continuité du service et à la réduction du coût de production (énergie, personnel, amortissement) »

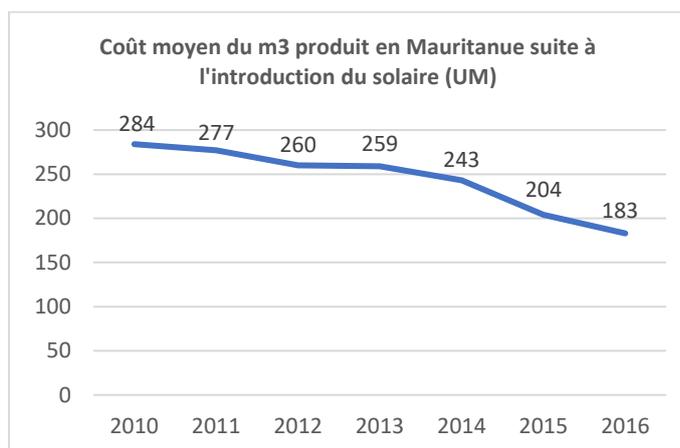
Ahmedou Ould Chah, Autorité de régulation (ARE), Mauritanie

Et le prix de l'eau pour les usagers ?

Le recours à l'énergie solaire permet de réduire les charges d'exploitation mais son investissement reste encore élevé. En Mauritanie le coût du mètre cube d'eau produit en milieu rural a baissé depuis l'introduction du solaire de 0,66 €/m³ en 2010 à 0,42 €/m³ en 2016. Il faut noter que ce prix « exploitant » ne se traduit pas par une baisse automatique sur le prix de l'eau aux usagers, il permet d'abord de maintenir une qualité de service.

Au Sénégal, le prix exploitant est encadré par les contrats d'affermage qui lient l'OFOR les délégataires. Si le délégataire parvient par ses investissements à réduire son prix « exploitant », seul l'Etat peut décider par avenant au contrat de réduire le prix de l'eau pour les usagers mais il peut aussi décider de relever son niveau de taxe pour couvrir les charges qui lui reviennent.

Graphique 1 : Coût moyen du m³ produit en Mauritanie après introduction du pompage solaire



Source : Autorité de régulation Mauritanie

Encart 5 : Avec l'appui de l'ONG SEVES, un investisseur privé local investit dans le solaire et assure l'exploitation du service de sa commune - Kingui Solar – Mali

La commune de Didiéni se situe dans le cercle de Kolokani dans la région de Koulikoro au Mali. Elle compte 10 000 habitants. Le système d'approvisionnement en eau a été créé en 1997. Il s'agissait d'un système thermique géré de manière communautaire de 1997 à 2012.

Le comité de gestion a connu de nombreux échecs : deux groupes électrogènes ont été cassés en 7 ans. En 2013, la gestion a été déléguée à l'opérateur privé Kingui Solar pour une durée de 5 ans qui a investi dans l'extension du réseau et des équipements solaires pour un montant de euros soit 10 millions FCFA pour équiper un forage complémentaire et solariser l'ensemble de l'AEP.

Source : Kingui Solar

La qualité des équipements, un problème récurrent

« La montée en gamme des équipements et l'expansion du marché de l'énergie photovoltaïque a eu pour corollaire l'arrivée de contrefaçons et d'équipements de qualité médiocre faute de contrôle et de régulation du marché »

Lebatt Ould Ebou, Directeur Général de COGER, Mauritanie.

- Le marché local compte une dizaine de marques de pompes solaires mais *Grundfos* et *Lorentz* restent leader sur les trois pays et gage de qualité (lorsqu'il ne s'agit pas de contrefaçon). On relève une douzaine de marques de convertisseurs et une cinquantaine de marques de panneaux solaires dont beaucoup sont de qualité douteuses (baisse rapide des rendements des panneaux). Il y a peu de traçabilité des équipements.
- Le matériel de qualité a un coût supérieur mais ses performances et sa durée de vie est bien plus importante. La durée de vie des équipements est estimée à 7 ans pour la pompe, 20 ans pour les panneaux solaires et 7 ans pour l'onduleur mais celles-ci peuvent être réduites à quelques mois voire même à quelques jours en cas de qualité médiocre ou de mauvaise installation.
- Pour beaucoup, les bonnes pratiques des Programmes Régionaux Solaires (PRS 1 et 2), mis en œuvre à l'initiative du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) à partir des années 90, n'ont pas suffisamment été valorisées. Les équipements installés ont fait preuve d'une grande durée de vie de par leur qualité, les contrats de maintenance de cinq ans mis en place et le monitoring qui permettaient un entretien et un suivi régulier des installations.



Réduire les coûts énergétiques quelle que soit la source utilisée : focus sur l'optimisation

« Pour nous exploitants, l'audit énergétique est constant »

Fallou Ndao, Directeur Général, de SEOH Sénégal

Les coûts énergétiques pour le pompage des eaux peuvent représenter plus de 50% des charges d'exploitation des services d'eau. Le recours à l'énergie photovoltaïque permet de réduire ces charges mais des mesures d'optimisation dans le dimensionnement des systèmes et de leur fonctionnement peuvent également être mises en place à différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement

Encart 7 : Optimisation énergétique – Retour d'expérience de SEOH – Sénégal

La Société d'Exploitation des Ouvrages Hydrauliques (SEOH) est la première structure privée délégataire de service public d'eau en milieu rural sénégalais à gérer un périmètre dans le cadre d'un contrat d'affermage avec l'Office des Forages Ruraux du Sénégal (OFOR). Quelques mois après sa prise de service en 2015, SEOH a entamé un processus d'optimisation de sa chaîne de production par :

- **la mise en conformité des puissances souscrites**, par un nouveau bilan de puissance en fonction de la demande, la correction des puissances installées et le changement de l'abonnement auprès de la SENELEC ;
- **l'optimisation du choix de combinaison de marche des forages**, car la marche simultanée des forages entraîne une baisse de débit des pompes ;
- **la compensation d'énergie réactive** qui participe à la durabilité de l'équipement électrique ;
- **le suivi de la consommation électrique et de son comptage par la SENELEC ;**
- **la limitation du pompage en heure de pointe**, afin de bénéficier de tarif de l'électricité plus bas.

Ce même exercice s'est fait dans les unités de potabilisation que gère SEOH 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.

Source : SEOH

DEFIS ET RECOMMANDATIONS

DEFI N°1 : LA QUALITE DES EQUIPEMENTS SOLAIRES ET DE LEURS INSTALLATIONS

La mauvaise qualité des équipements et de leurs installations est fréquemment pointées par les autorités et les opérateurs du secteur. Pour tenter d'y remédier, voici quelques recommandations :

- **Systématiser l'analyse comparative des différentes solutions énergétiques** dans les études techniques des projets ;
- **Intégrer des critères de performances et de durabilité des équipements solaires dans les spécifications techniques des dossiers d'appels d'offres ;**
- **Privilégier les performances techniques des équipements et leur traçabilité** par rapport au prix.
- **Mettre en place des dispositifs de test et de contrôle** de la conformité des équipements aux normes en vigueur par des structures habilitées et outillées, depuis l'importation jusqu'à l'installation
- **Sécuriser l'installation des équipements** : boulonnage de sécurité, marquage des panneaux, information-éducation-communication au sein des communautés (écoles)
- **Privilégier les supports en Inox moins sensibles à la corrosion**

DEFI N°2 : LA MAINTENANCE ET LE SUIVI

- **Développer des outils de suivi et de monitoring** des performances du pompage solaire
- **Utiliser les TIC pour faciliter la gestion des installations** en adéquation avec l'évolution technologique (variateur de vitesse, compteur intelligent, télégestion...)

DEFI N°3 : LE TRANSFERT DE COMPETENCES ET DE TECHNOLOGIE

- **Développer des offres/modules de formations** relatives au pompage et à l'énergie photovoltaïque (installation, maintenance, contrôle) auprès des différents acteurs du secteur de l'hydraulique
- **Promouvoir des cadres d'échanges intersectoriels**, les échanges d'expériences et la mixité de compétence dans les bureaux d'études (Eau + Energie)
- **Exiger la représentation dans les pays des marques** ou des fabricants d'équipements photovoltaïques assortie d'un **transfert de technologie** même partiel (assemblage des pompes, montage et contrôle des onduleurs et coffrets de commande, etc.).

DEFI N°4 : LES GRANDES PUISSANCES, LE STOCKAGE DE L'EAU ET DE L'ENERGIE

- **Privilégier les systèmes hybrides pour les grands systèmes en veillant au rendement pour réduire la surface occupée par les panneaux solaires (contrainte foncière) et la taille du réservoir d'eau**
- **Veiller à la fiabilité des variateurs de vitesse et des onduleurs pour les grandes puissances.**
- **Privilégier le stockage hydraulique plutôt que le stockage de l'énergie avec batterie** : 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 ;
- **Assurer une veille sur l'évolution technologique des batteries**

AUTRES DEFIS A APPROFONDIR :

- LA REGULATION ET LA FISCALITE
- LE FINANCEMENT

Liste des participants à l'atelier

M. Karamoko Sanogo, Action Mopti, Mali
M. Hamet Soukouna, AEP de Diouncoulané, Mali
M. Boubacar Macina, AGED2AEP, Mali
M. Sidy Bouya Ndiaye, ANER, Sénégal
M. Abdourahmane Gueye, ARD Saint-Louis, Sénégal
M. Waly Sene, ARD Saint-Louis, Sénégal
M. Ahmedou Ould Chah, ARE, Mauritanie
M. Sidi Khalifou, CDS, Mauritanie
M. Lebatt Ould Ebou, COGER sarl, Mauritanie
Mme Bourry Ka, Direction régionale de l'hydraulique de Saint-Louis, Sénégal
M. Ndiol Fall, Flex'Eau, Sénégal
M. Abou Bass, GRDR, Mauritanie
M. Sidi Mohamed Ahmed Bezeid, GRET, Mauritanie
M. Frédéric David, GRET, Sénégal
M. Khadim Diop, GRET, Sénégal
M. Babacar Gueye, GRET, Sénégal
M. Mamadou Kane, GRET, Mauritanie
Mme Ana Sanchez, GRET, Mauritanie
M. Lassana Diawara, Kingui Solar, Mauritanie
M. Damou Dimbeli, Maire de Tambacara, Mali
Mme Moima Traoré, Mairie de Rosso, Mauritanie
M. Mohamed Yahya Bah, Ministère de l'hydraulique et de l'assainissement, Mauritanie
M. Adama Sow, OFOR, Sénégal
M. Abdoulaye Wahab Athié, ONSER, Sénégal
M. Marc Vézina, SEDIF, France
M. Madiop Ndiaye, SEMIS, Sénégal
M. Fallou Ndao, SEOH, Sénégal
M. El Hadji Malick Sy, SEOH, Sénégal
M Romain Desvalois, SEVES, France
Mme Lise Monnerais, SEVES, Mali
M. Ousmane Hane, SOGED, Mauritanie
M. Madiague Ndiaye, SOLENE, Sénégal
M. Dame Ndiaye, pS-Eau, Sénégal
Mme Sylvette Milin, pS-Eau, France
M. Guillaume Aubourg, pS-Eau, France
M. Christophe Le Jallé, pS-Eau, France

