

AVANTAGES DU SYSTÈME DE POMPAGE SOLAIRE LIÉS À LA PROBLÉMATIQUE DE L'EAU POTABLE AU TCHAD

A. KRIGA^{1*}, M. BARKA² et A. C. MAHAMAT³

¹ *Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de l'Université de Moundou,
BP 206 Moundou, Tchad*

² *Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de l'Université de N'Djamena,
BP 1117 N'Djamena, Tchad*

³ *Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Sarh,
BP 105 Sarh, Tchad*

* Correspondance, e-mail : *kkadoum@yahoo.fr*

RÉSUMÉ

L'alimentation en eau potable demeure toujours le problème quotidien des populations sahariennes, sahéliennes et périphériques des centres urbains au Tchad. Le système de pompage solaire photovoltaïque de l'eau est une solution bien adaptée pour ces régions. En effet, la majorité de ces régions sont très ensoleillées et l'eau est disponible dans des nappes souterraines. Dans cet article, nous avons montré les avantages du système de pompage solaire à la problématique de l'eau potable au Tchad en comparant les cas de maladies diarrhéiques à l'accèsibilité de l'eau salubre. Cette étude permet de dire que l'augmentation de la quantité d'eau potable fait diminuer la fréquence de consultation en maladies hydriques.

Mots-clés : *eau potable, pompage solaire, maladie diarrhéique, pollution.*

ABSTRACT

Advantages of pumping solar system the problem of drinking water in Tchad

Drinking water supply is still the daily problem of the Saharan populations, Sahelian and peripheral urban centers in Chad. The photovoltaic solar water pumping system is a well suited solution for these regions. Indeed, the majority of these areas are very sunny and the water is available in groundwater. In this article, we have shown the benefits of solar pumping system to the problem of drinking water in Chad by comparing cases of diarrheal disease in the

accessibility of clean water. This study says that increasing the amount of water decreases the frequency of consultation in waterborne diseases.

Keywords : *potable water, solar pumping, diarrheal disease, pollution.*

I - INTRODUCTION

Depuis quelques décennies, la problématique de la qualité de l'eau se pose avec grande acuité induisant ainsi les maladies diarrhéiques. Au Tchad, ce problème touche presque l'étendue du territoire national mais plus accentué dans les zones saharienne et sahélienne. La population utilise les systèmes de forage (traditionnel et moderne) des nappes phréatiques, les fleuves et les mares pour satisfaire ses besoins (humain, animal et champs) en eau. Le taux d'accès à l'eau potable en 2010 est estimé à 40 % (contre 23 % en 2000) sachant que la population est rurale à 77,6 % [1]. Les cours d'eau et les puits à ciel ouvert contiennent potentiellement des eaux polluées donc sources principales des maladies récurrentes telles que la fièvre / paludisme (40,6 %) et la diarrhée / dysenterie (17 %) [1]. Le potentiel solaire au Tchad est très important, l'intensité de l'éclairement solaire varie en moyenne de 4,5 à 6,5 kWh / m²/jour. L'énergie photovoltaïque est une énergie propre non polluante et inépuisable. Etant donné que l'approvisionnement en eau pour les besoins domestiques et d'irrigation reste le souci quotidien des habitants des zones rurales et périurbaines, le système de pompage photovoltaïque est particulièrement bien adapté pour l'alimentation en eau potable. La consommation de celle-ci permet de réduire les maladies d'origines hydriques. Dans ce travail, nous proposons une étude sur les avantages du système de pompage solaire à la problématique de l'eau, ainsi qu'une analyse sanitaire des cas de diarrhées comparés au taux d'accès à l'eau potable au Tchad.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Zones climatiques

Le Tchad dispose d'importantes ressources en eaux souterraines et de surfaces et comporte trois zones climatiques : le Sahara désertique au Nord, le sahel au centre et le soudan au sud. On rencontre de vastes régions constituées d'aquifères continus captifs ou semi-captifs représentant près des trois quarts de la superficie du pays et sont repartis principalement au nord, à l'ouest et au sud. Les différents lacs (Tchad, Fitri, Iro, Tikem et Léré) et les cours d'eau permanents (Chari et Logone) constituent les eaux de surface. La dégradation de la quantité et la qualité de l'eau est accentuée depuis plus d'une décennie

par des changements climatiques et des actions anthropiques liées à l'homme compte tenu de la forte exploitation des ressources hydrauliques pour l'irrigation, le surpâturage et les ménages urbains ainsi que l'assèchement drastique du Lac Tchad. Dans les pays pauvres, une faible partie de la population dispose d'une alimentation en eau du réseau public et l'autre partie consomme de l'eau insalubre des puits, des fleuves ou des mares.

II-2. Différents systèmes de production de l'eau

Les eaux de surface sont utilisées par les éleveurs et les villageois comme illustrées par la **Figure 1a**. Cependant, les déficits pluviométriques liés à la variabilité climatique ne favorisent pas leur utilisation durable. Elles constituent les sources potentielles de maladies diarrhéiques.



Figure 1a : Eaux de surface, cours d'eau

Figure 1b : Puits traditionnels à ciel ouvert

Les eaux souterraines sont exploitées au moyen des points d'eau traditionnels et modernes. La **Figure 1b** montre les Points d'Eau Traditionnels (PET) réalisés à l'aide des matériaux locaux (bois ou herbes). Leur durée de vie est très limitée et ils font l'objet d'un décreusage annuel. Les Points d'Eau Modernes (PEM) sont constitués de puits modernes et de Pompe à Motrice Humaine (PMH). Les puits modernes sont cimentés ou en béton armé indiqués sur la **Figure 2a**. Ils sont à ciel ouvert par conséquent les eaux sont insalubres. Par contre, la **Figure 2b** illustre un forage à motricité humaine avec des eaux non polluées mais un débit faible.



Figure 2a : Eaux souterraines, puits cimentés

Figure 2b : Forage à motricité humaine

Les stations de pompage d'Adduction d'Eau Potable (AEP) thermique ou solaire comportent un forage contenant une pompe immergée électrique. Ces stations produisent de l'eau potable en grand débit. La société d'Etat chargée de la distribution d'eau potable implantée dans 11 villes ne desservait que 25 % de la population en 2010 et est souvent confrontée à la crise énergétique [3].



Figure 3 : Eaux souterraines, borne fontaine d'un forage moderne (AEP)

II-3. Utilisation de l'eau

Les principaux secteurs d'utilisation d'eau sont : l'élevage, l'agriculture, les industries et les usages domestiques. L'amélioration de l'accès à l'eau aura un impact positif sur la santé humaine, la productivité du cheptel, la sécurité alimentaire et les revenus des communautés pastorales. Dans le milieu rural tchadien en l'an 2000, la proportion de la population disposant de l'eau potable en permanence était évaluée à 17 % et dans la ville équipée d'un système réseau d'adduction d'eau potable, 9,7 % de la population dispose d'un branchement, 27,5 % se ravitaillent à la fontaine publique et le reste 62,5 % s'approvisionnent aux puits traditionnels [2]. En 2015, cette proportion des

tchadiens ayant accès à l'eau potable est estimée à 67 % pour répondre ainsi aux Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD).

II-4. Conséquences des eaux non potables

L'eau est essentielle à la vie et à la santé. Les maladies contagieuses dues aux bactéries pathogènes, aux virus et aux parasites sont très souvent liées à la consommation d'eau non potable ou insalubre. Elles constituent pour la santé le risque le plus commun et le plus répandu. En effet, le Rapport annuel sur la situation de la santé maternelle, néonatale et infantile en Afrique de l'Union Africaine en 2013 indique que plus de 20 000 enfants de moins de cinq ans meurent chaque jour dans le monde dont l'une des causes principales est l'eau [4]. Au Tchad, le manque d'eau potable dans certaines régions du pays constitue un sérieux problème favorisant l'apparition de certaines maladies résumées dans le **Tableau 1** ci-dessous :

Tableau 1 : Maladies diarrhéiques

Maladies	Causes
Diarrhée/Dysenterie	Absence d'eau potable et des installations d'assainissement
Choléra	Eau souillée
Paludisme	Eau souillée
Ver de guinée	Eaux de surfaces
Fièvre typhoïde	Absence de sources d'eau potable
Bilharziose	Eaux de surface

[5] précise que le paludisme et la diarrhée sont les principales causes de consultations chez les enfants de moins de cinq ans.

II-5. Système de pompage photovoltaïque

Pour réduire les conséquences d'eau insalubre, plusieurs techniques de production de l'énergie électrique existent actuellement pour offrir à l'homme de l'eau potable à partir des ressources primaires telles que la fossile, l'éolienne, l'hydraulique, le solaire, etc. La maîtrise de l'énergie et surtout l'alternative aux énergies fossiles, l'énergie solaire photovoltaïque demeure la solution idéale pour fournir de l'eau potable aux zones arides isolées et ensoleillées en utilisant des pompes solaires. Au Tchad, la durée minimum de la disponibilité de l'énergie solaire est de 6 heures par jour et l'ensoleillement varie de 4 à 6,5 KWh / m²/jour. La taille moyenne d'un ménage est de 5,3 personnes dont chacune utilise 20 à 30 litres d'eau par jour. Selon la norme de la Direction

de l'Hydraulique, un point d'eau peut desservir jusqu'à 350 personnes. Connaissant ces données et les autres besoins en eau, le système de pompage peut être dimensionné comme indiqué sur la *Figure 4* ci-dessous :

- Evaluation des besoins en eau ;
- Calcul de l'énergie hydraulique nécessaire ;
- Détermination de l'énergie solaire disponible ;
- Choix des composants.

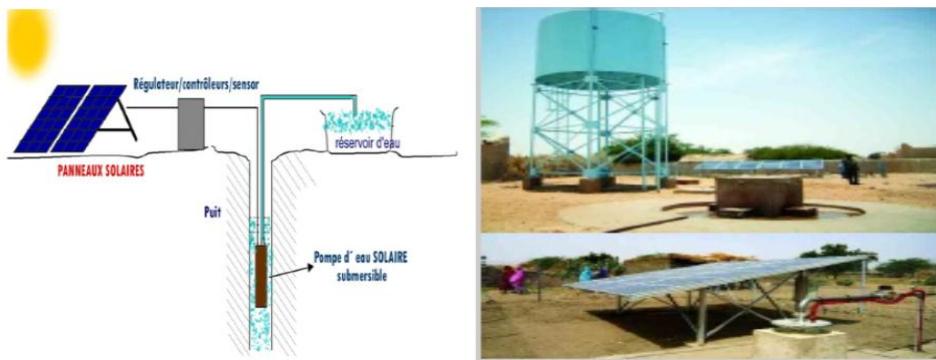


Figure 4 : Système photovoltaïque de pompage d'eau mini AEP solaire

Le système de pompage solaire pour un fonctionnement au fil de jour est constitué de :

- Un générateur solaire composé de modules photovoltaïques à courant continu ;
- Un onduleur pour générer une tension alternative à partir du générateur solaire ;
- Une électropompe immergée (moteur électrique à induction + d'une pompe) ;
- Un câblage électrique allant du générateur au moteur ;
- Un forage conduisant l'eau de la source au réservoir de stockage ;
- Un système de potabilisation pour s'assurer de la qualité sanitaire de l'eau ;
- Un réseau de distribution.

Les avantages du pompage photovoltaïque sont nombreux notamment :

- La protection de l'eau contre la pollution aérienne ou environnementale ;
- La réduction de la pauvreté au sein de la population rurale ;
- La réduction de risque d'accident ;
- L'énergie renouvelable propre, abondante et gratuite ;
- Le frais d'entretien quasi nul ;

- La longue durée de vie du matériel solaire (plus de vingt ans pour le panneau solaire, dix ans pour les pompes).

En revanche, le coût d'investissement du système solaire reste relativement onéreux malgré la détaxe des matériels solaires.

II-6. Cadre institutionnel

Le secteur de l'hydraulique est peu réglementé jusqu'à l'adoption du Code de l'eau en 1999 [6]. La déclaration du Millénaire de l'année 2000 dans laquelle les Nations Unies se sont fixé pour objectif la réduction de moitié, à l'horizon 2015, la proportion des personnes sans accès durable à une eau potable, abordable et en qualité suffisante. En s'appuyant sur ce code de l'eau et les OMD, l'Etat définit le cadre institutionnel du service public de l'eau potable et veille à son application. Pour éradiquer la pauvreté et l'insécurité alimentaire au Tchad, d'énormes efforts ont été consentis à travers la mise en œuvre des stratégies de réduction de la pauvreté incluant la maîtrise de l'eau. Ainsi le Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement (SDEA) adopté en avril 2003 constitue un cadre stratégique et multisectoriel d'orientation pour la mise en valeur durable et de la gestion des ressources en eau en vue de satisfaire les besoins de base des populations de la période allant de 2003 à 2020 [7]. Les résultats de ces efforts ont porté le taux de desserte à 67 % permettant d'atteindre ainsi les OMD pour l'eau.

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

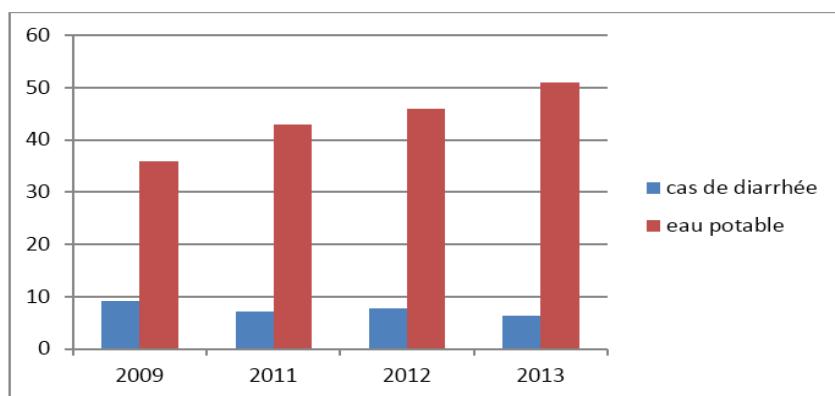
De 2003 à 2015, le taux d'accès à l'eau potable est passé de 23 % à 67 % grâce à l'augmentation des points d'eau sur l'ensemble du territoire. Cette augmentation est due particulièrement à la construction d'ouvrages d'AEP solaire. Nous analyserons l'impact de l'amélioration de la qualité de l'eau sur la santé de la population pour les cas de diarrhée considérée comme la 3^{ème} cause de consultation au 1^{er} échelon. Les données des centres de santé et qualité de l'eau sont résumées dans les *Tableaux 2 et 3* ci-dessous :

Tableau 2 : Diarrhée au niveau de centres de santé du Tchad

Année	Population	Nombreux de cas	%
2009	11 175 915	136 705	9,11
2011	11 849 052	170 512	7,12
2012	12 240 127	182 291	7,79
2013	12 668 508	194 687	6,45

Tableau 3 : Taux d'accès à l'eau potable au Tchad

Année	Population	Taux d'accès à l'eau potable %
2009	11 175 915	36
2010	11 703 458	40
2011	11 849 052	42,9
2012	12 240 127	46
2013	12 668 508	51
2015	13 812 263	67

**Figure 5 : Taux d'accès à l'eau potable et de cas de consultation de diarrhée**

On observe qu'en cinq ans, une amélioration de 15 % de la quantité et de la qualité de l'eau a permis de faire baisser le taux de prévalence des maladies d'origine hydrique (diarrhée) de 2,66 %.

IV - CONCLUSION

L'accroissement des AEP dans les centres urbains et des mini-AEP solaires dans les zones rurales permet de fournir des quantités d'eau plus importantes mais aussi de rapprocher davantage les points de distribution d'eau des consommateurs à travers les bornes fontaines et les branchements privés soulageant ainsi les enfants et les femmes de corvées d'eau. La quantité d'eau salubre permet d'améliorer les conditions d'hygiène et de santé des populations en diminuant le taux de consultations des maladies hydriques. En outre, le système solaire permettra d'accroître l'électrification des centres urbains et ruraux.

RÉFÉRENCES

- [1] - MINISTÈRE DE L'ECONOMIE, REPUBLIQUE DU TCHAD, Secteur Informel Au Tchad En 2011, Troisième Enquête sur la Consommation et le Secteur Informel au Tchad, rapport final, (2013) 69p. Consultable sur le site www.inseedtchad.td, (15/09/15).
- [2] - AQUASTAT - SYSTEME D'INFORMATION DE LA FAO sur l'eau et l'agriculture consultable sur le site <http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=69157>, (15/09/2015).
- [3] - MINISTÈRE DE L'EAU, REPUBLIQUE DU TCHAD, Préparation de la Stratégie de Participation du Secteur Privé dans le Secteur de l'Eau, rapport final avril, (2011) 126 p. consultable sur le site <http://www.ppiaf.org/sites/ppiaf.org/files/publication/SOGREAH>, (15/09/2015).
- [4] - UNION AFRICAINE, Rapport Annuel sur la Situation de la Santé Maternelle, Néonatale et Infantile en Afrique, (2013) 57 p. consultable sur le site <file:///C:/Users/udm/Downloads/French%20%2019th%20November%20Justified%20copy.pdf>, (15/09/2015).
- [5] - MINISTÈRE DE LA SANTE, REPUBLIQUE DU TCHAD, Feuille de Route pour l'Accélération de la Réduction de la Mortalité Maternelle et Néonatale au Tchad, (2008-2015) 49 p.
- [6] - MINISTÈRE DE L'EAU, REPUBLIQUE DU TCHAD, Loi de Code de l'Eau, Agence Tchadienne de Presse, (1999).
- [7] - HCNE, MEE, ONU-DAES, PNUD, REPUBLIQUE DU TCHAD, 2003, Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement du Tchad, hydraulique villageoise, (2003-2020) 259 p.
- [8] - DAVID HOUDEINGAR, l'accès à l'eau des populations du Bassin du Lac Tchad, vol. I, édition Inida (Costa Rica), (2013) 133 p.
- [9] - A. HAMIDAT, A. HADJ ARAB et M.T. BOUKADOUM, Performances et coûts des systèmes de pompage PV en Algérie, *Rev. Energ. Ren.*, Vol. 8, (2005) 157 - 166 p.
- [10] - MAHJOUBI AMMAR, MECHLOUCH RIDHA FETHI, BEN BRAHIM AMMAR, Dimensionnement d'une installation solaire de pompage d'eau pour l'irrigation goutte à goutte au climat de Médenine, Tunisie, Revue des Régions Arides-Numéro spécial-24 (2/2010) Actes du 3^{ème} Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes, (2012).
- [11] - M. T. BOUKADOUM, A. HAMIDAT et N. OURABIA, le Pompage Photovoltaïque, *Rev. Energ. Ren.* : Zones Arides, (2002) 69 - 73.
- [12] - A. HADJ ARAB, M. BENGHANEM et A. GHARBI, Dimensionnement de Systèmes de Pompage Photovoltaïque, *Rev. Energ. Ren.* Vol. 8, 19 - 26 p.

- [13] - MAAMRI MOKHTAR, BOUZEBOUDJA HAMID, TANDJAOUI MOHAMMED NASEER, Etude de l'Energie Photovoltaïque pour le pompage de l'Eau Potable dans les Zones Rurales et l'Eau de Sanitaire des Mosquées, International Journal of Scientific Research & Engineering Technology, (2016) 45 - 50 p.
- [14] - B. BOUZIDI, A. MALEK et M. HADDADI, Rentabilité économique des systèmes de pompage photovoltaïques, Revue des Energies Renouvelables Vol. 9, N°3 (2006) 187 - 197 p.