

THE FATE OF WATER IN THE OASIS OF OUAKDA BETWEEN TRADITIONAL SYSTEMS AND MODERN (REGION OF BÉCHAR, SOUTHWEST, ALGERIA)C. Rezzoug^{1*}, B. Remini² and S. Hamoudi¹¹Département d'Hydraulique, Université de Chlef, 02000 Chlef, Algérie.²Département des sciences de l'eau, Université de Blida, 09000 Blida, Algérie

Received: 17 August 2016 / Accepted: 26 December 2016 / Published online: 01 January 2017

ABSTRACT

One of the subjects that touch the field of environment is undoubtedly the traditional catchment systems and drainage divide in the oasis. The ancestral techniques such as wells chadouf, qanat, Khettara and foggaras have protected the oasis and the man in the past. These techniques were used in an arid middle by the oasis dwellers and resisted to a hostile climate for centuries. In spite of the low rainfall in the region of our oasis, the oasis dwellers of Ouakda through their intelligence, they were able to cultivate their land without disturbing a fragile ecosystem through exploitation of groundwater table thanks to the use of foggaras with the small distance which does not exceed 100 m. But the intervention of modern systems of water catchment like deep boreholes which overexploiting nonrenewable tablecloths and the pumps large capacity, the man has completely destroyed a clean environment. Today, thanks to these pumping, the groundwater level has dropped considerably; soil salinity is remarkable on all the parcels of the old palm grove and the Oued. We try in this Article to study the history of traditional techniques of water catchments in the oasis of Ouakda, to do a comparison between the ancestral systems used in the another oasis in this oasis, to study the impact of the motor pumps on the degradation of traditional systems and detrimental effects (Soil salinity and the phenomenon of lowering of the groundwater) after the use of modern techniques of water catchment.

Keywords: Oasis, Ouakda, Foggara, Wells, Chadouf, motor pump.Author Correspondence, e-mail: cherifrezzoug@yagoo.frdoi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i1.23>

1. INTRODUCTION

L'un des sujets qui touche au domaine de l'environnement est sans aucun doute les systèmes traditionnels de captage et de partage des eaux dans l'oasis [1]. Localisée dans les régions arides, la foggara en Algérie, le qanat en Iran, la khattara au Maroc et le falj au sultanat d'Oman constituent des procédés d'acquisition et de distribution d'eau, basé sur des galeries horizontales drainantes. Cependant, ces techniques traditionnelles, si elles présentent des similitudes au niveau du système de captage (galeries et puits), montrent des différences au niveau de la source de captage et de la technique de partage de l'eau [2]. Cependant avec l'apport des procédés modernes de captage des eaux (forages et motopompes), les techniques ancestrales d'irrigation se dégradent d'une année à l'autre et leur avenir est menacé [3].

L'oasis d'Ouakda ancrée dans le Sud Ouest algérien, elle fait partie des chapelets oasiens de la Saoura, n'est jamais en équilibre avec leur environnement désertique. Cette oasis est plutôt des micros parcelles (les héritages successifs ayant pour conséquence l'atomisation de parcelles) sont alimentées par des forages, pour sauvegarder et conserver cette oasis, elle doit se combattre en permanence contre la rareté de l'eau, la négligence et les maladies d'incurable (Bayoud) qui attaquent la majorité des arbres de palmiers de l'ancienne palmeraie [4]. Ces dernières années, l'apport de nouvelles techniques hydrauliques (motopompe et forages) dans ces régions ont provoqué l'abandon de l'irrigation traditionnelle au détriment de l'irrigation moderne. Seules quelques foggaras contiennent de l'eau avec des débits symboliques. L'expansion urbaine envahit les terres d'extension naturelle des foggaras. Les productions de la palmeraie sont de mauvaise qualité, avec un niveau de commercialisation très faible, ce qui a fait d'imposer aux paysans de sortir hors l'oasis pour chercher en amont (dans la plaine d'Ouakda à proximité de la route Nationale N° 06 entre Béchar et Adrar) des terres fertiles afin d'y développer des périmètres agricoles rentables, transfert des cultures hors palmeraie, plus aucune culture n'étant pratiquée sous la palmeraie historique. Dans ce travail, notre objectif est de déterminer l'impact de l'utilisation des systèmes modernes d'irrigation sur l'oasis d'Ouakda, sa palmeraie centrale et la communauté locale.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Situation géographique d'ouakda

Ouakda se trouve sur la rive gauche de l'oued Béchar (Figure 1), c'est un village agricole, qui approvisionne le marché local en produits agricoles et qui se développent autour d'un vieux ksar, le site est riche en ressources hydriques [5]. Elle se situe à six Km de la ville de Béchar, Ouakda a relié directement à la route nationale N° 06, ses limites sont comme suite [6]:
au Nord, par lieu dit Houari.

- Au sud, par la limite Nord- Est de la ville de Béchar.
- À L'Est, par la falaise cuesta turonienne (première Barga: un massif d'une hauteur moyenne de 50 m et d'une longueur de 55 km de l'oued Guir à l'ouest vers l'oued Béchar à l'Est.)
- À l'Ouest, par la voie ferrée Béchar- Mouhamadia
- Au Sud Ouest de la ville de Béchar.



Fig.1. Situation géographique d'Ouakda.

2.2 Aperçu climatique et géologique

Ouakda se caractérise par un climat aride avec une température moyenne mensuelle interannuelle de 33,70 °C et une précipitation moyenne mensuelle interannuelle de 76,97 mm [6]. La région d'Ouakda, construite sur une plaine de 800 m d'altitude, appartient à la zone de transition entre le domaine atlasique et la plate-forme saharienne [7]. Pour une meilleure compréhension du système aquifère, nous suggérons de présenter un aperçu géologique : L'extrait de la carte géologique, aux 1/ 500 000 (Figure 2) [4], à l'échelle locale, cette région se rattache au bassin crétacé de Béchar a constitué d'une gamme de terrains très variés, allant du carbonifère à l'actuel [6].

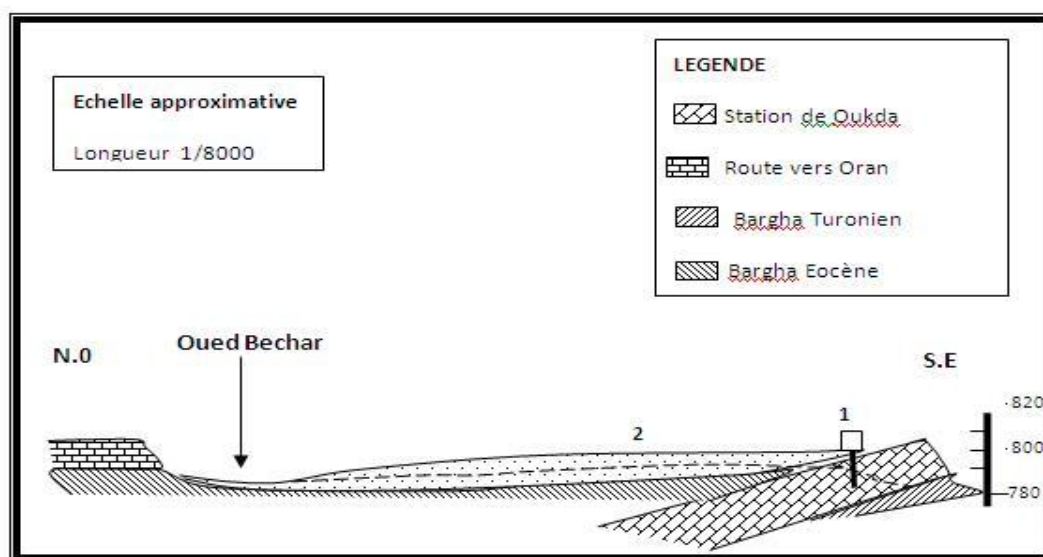


Fig.2. Profil schématique NO-SE traversant la station de pompage d'Ouakda [4]

2.3 Hydrologie et hydrogéologie de l'oasis

Les ressources hydriques au niveau de cette oasis sont représentées par :

La digue d'Ouakda : est destinée seulement pour l'utilisation des eaux d'oued Béchar pour l'irrigation de la plaine d'Ouakda. Située au Nord-Est de la ville de Béchar, elle a été construite en 1993. Sa capacité est de 400.000 m³ [8]. Le sous-sol de la région d'Ouakda qui fait partie du bassin de Béchar est bien pourvu en ressources d'eau souterraine, sachant bien que toutes les nappes présentent des capacités d'exploitation intéressante [8]. L'aquifère le plus important dans la région de Béchar, représenté par Les calcaires du Turonien qui s'étalent et affleure sur tout le bassin de Béchar- Kenadsa, géographiquement et délimité au

Nord par l'accident sud atlasique, au Sud par la falaise Turonienne, à l'Est par Djebel Béchar et à l'Ouest par Tinerhir. De plus à l'Ouest, le bassin de Béchar se raccorde au bassin d'errachidia- boudnib situé au territoire marocain. L'aquifère du Turonien est d'une épaisseur varie entre 25 et 45 m [4]. Les formations quaternaires alluvionnaires affleurent sur une grande étendue, sont en relation directe avec l'oued Béchar et ces effluents, ces affleurements reposent sur un substratum constitué par des marnes gypsifères et salifères du Sénonien [9].

Au niveau d'Ouakda, le Quaternaire repose directement sur les calcaires du Turonien. Dans cette localité, le Quaternaire constitue un impluvium d'une superficie de 300 Km² [10].

235 points d'eau ont été inventories à travers la plaine d'Ouakda- Nif Er Riha (Tableau 1), qui sont réparties comme suit [11].

Tableau 1. Inventaire des points d'eau de la plaine d'Ouakda.

Points d'eau (catégorie)	Nombre	Observation
Puits	84	Sont creusé d'une manière anarchique et traditionnelle, dont 29 puits approfondis par sonde jusqu'au une profondeur de 40- 50 m et 55 puits sec).
Forage	38	seulement huit (8) forages en bon état
Piézomètre	5	Sont actuellement tous bouchés
Foggara	01	Sec
Source	01	Toutes les sources connues dans le ksar d'Ouakda sont tarie, l'unique source qui s'écoule, situe au sud de la plaine au niveau de la ville de Bechar, avec un débit de 2 l/s

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 L'irrigation traditionnelle d'Ouakda

Ouakda est une oasis de très longue tradition d'agriculture irriguée, tant à partir des eaux de

surface que des eaux souterraines (Figure 3). En 1991, la superficie agricole de la plaine d'Ouakda était de 200 Ha, d'après la DSA (direction des services agricoles) de la wilaya de Béchar, elle repartit de part et d'autre de l'Oued Béchar (Nif Er Reha et Ouakda), et en 2007 la superficie agricole de la plaine d'Ouakda était de 281 Ha [7]. Aujourd'hui cette surface dépasse les 350 Ha, cette extension alourdit les besoins en eau d'irrigation (augmentation de l'exploitation des eaux souterraines par des forages équipés avec des pompes immergées) [7]. Jadis l'irrigation traditionnelle de l'oasis d'Ouakda était composée généralement de courtes foggaras familiales, qui sont des galeries qui ne dépassent pas les 200 m de longueur, parmi ces foggaras (Ali dawod, Irn dahmane, Flat bida, Flat ahmed oyouss, Flat hemo mellok, Ifli ntijane, Mimone, Tarehout, Bouydanne,...). L'oasis disséminée sur ce vaste territoire survit grâce aux eaux des nappes phréatiques. Ces eaux souterraines profondes viennent occasionnellement à la surface, les paysans de l'oasis creusant des foggaras et développant des réseaux souterrains pour irriguer les oasis. Cette technique qui a donné de très bons résultats au niveau de la gestion des ressources en eau dans l'irrigation de la palmeraie d'Ouakda. Avant les aménagements d'irrigation modernes et selon le témoignage des agriculteurs, les foggaras alimentaient environ 80 % de la superficie irriguée.

Jusqu'au 1970, toutes les foggaras sont encore en service. L'abaissement de la nappe phréatique et le manque de la main-d'œuvre conjuguée au coût élevé de la construction et de l'entretien des parties drainantes des foggaras ont conduit à l'abandon de cette technique [7]. D'après les années soixante-dix, les paysans ont développé des stratégies et des techniques traditionnelles pour assurer une gestion durable des foggaras [12]. Là où les oasiens utilisent des systèmes nouveaux pour accumuler les eaux des foggaras, à titre d'exemple les bassins d'accumulation d'eau de dimensions (10X8 m) et les puits à chadouf (puits à balancier) pour augmenter le débit des foggaras (approfondir le premier puits de foggara).

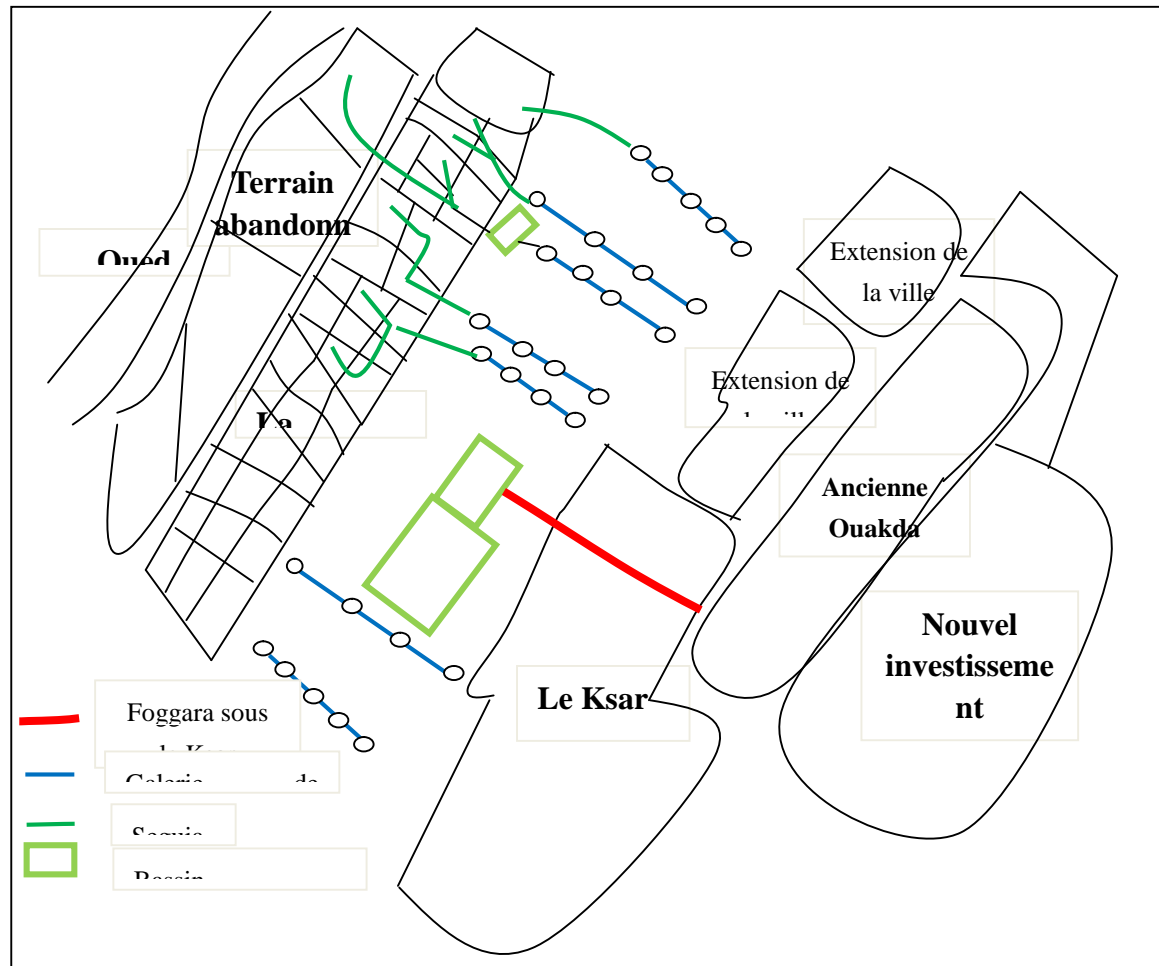


Fig.3. Distribution des puits de foggaras -l'oasis d'Ouakda-2011

3.1.1 Les problèmes de foggaras d'Ouakda

Avant la disparition du système de foggara d'Ouakda et depuis plus de trente-cinq ans, les foggaras connaissent des difficultés croissantes, la nappe phréatique et les galeries des foggaras sont surexploitées par des forages avec des motopompes [5]. Cette nouvelle situation a engendrée un rabattement de la nappe et par suite le déclin de toutes les foggaras dès 1989, en outre les différentes crues qui ont frappé la région et plus particulièrement la crue de 2008 ont accéléré l'effondrement des foggaras. Les habitations du Ksar qui se trouvent à proximité de l'ancienne palmeraie irriguées par les foggaras s'urbanisent et perdent les liens avec les

anciens ouvrages [5]. Ces techniques souffrent aujourd'hui de:

- Abaissement du niveau de la nappe suite aux années de sécheresse successives qui frappent la région et à la surexploitation de celle-ci par des forages.
- L'extension de la superficie agricole de la plaine d'Ouakda qui passe de 200 Ha en 1991 à 281 Ha en 2007 et à 350 Ha en aujourd'hui.
- Effondrement et éboulement des galeries et des puits de visite à cause des différentes crues qui ont frappé la région notamment la crue de 2008.
- Les ordures sont collectées dans les galeries des foggaras à la suite de l'évacuation des eaux d'assainissement dans les galeries de foggaras.
- Ensablement des regards et des périmètres irrigués.
- Les sols et les eaux de la nappe de l'oasis d'Ouakda sont menacés par le risque de salinisation en raison d'une salinité élevée des eaux d'irrigation à cause de l'abaissement de la nappe, car la production de dattes de l'oasis est menacée. Cette augmentation des sels s'accroît de plus en plus en période estivale marquée par de fortes chaleurs [13].

3.1.2 Ingéniosité du système hydraulique traditionnel

Sur base de trois missions effectuées dans l'oasis d'Ouakda durant les années 2013, 2014 et 2015, nous avons effectué des visites et des investigations auprès des ouvrages ancestraux ainsi que des enquêtes auprès de la population locale. Les résultats obtenus indiquent que la paysans irriguait les jardins et la palmeraie par les eaux de surface et souterraine.

Les actions classiques à entreprendre et susceptibles d'augmenter le débit de la foggara dans les différentes oasis et généralement de creuser d'autres puits à l'amont et de prolonger la galerie drainante de la foggara pour ne pas arrêter l'irrigation des jardins à l'aval (Figure 4).

Cependant dans l'oasis d'Ouakda là où on trouve que les propriétaires approfondiraient le premier puits de la foggara qui se trouve en amont et utilisaient le système de puits à chadouf pour approvisionner en eau les parcelles (Figure 5), avec la construction d'une dalle en troncs des palmiers au niveau de l'ancienne galerie pour réalimenter la foggara et d'augmenter le débit.

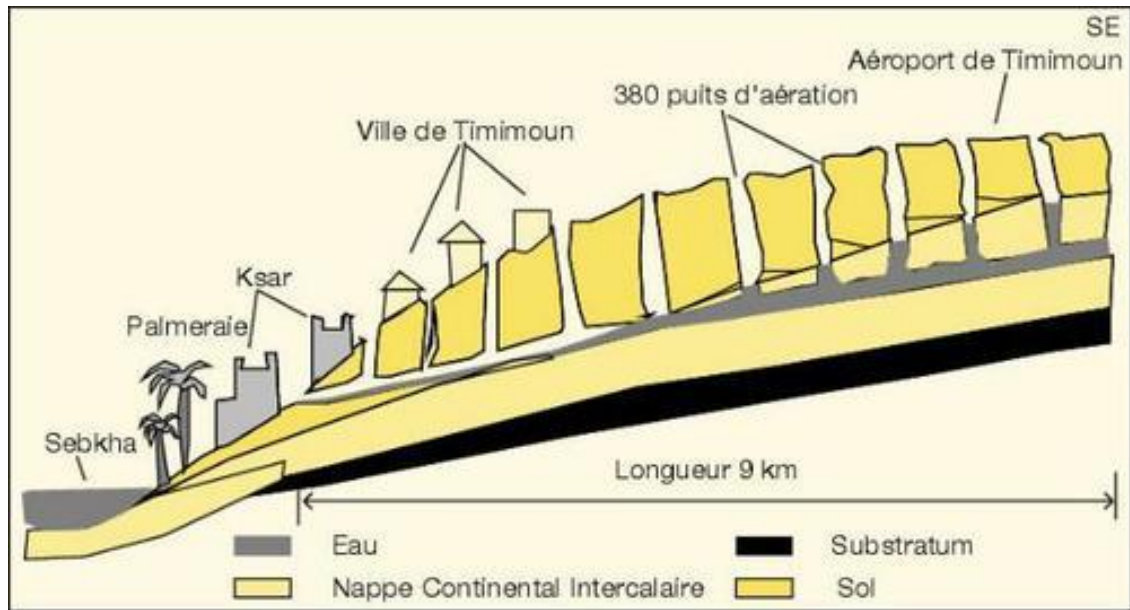


Fig.4. Schéma synoptique d'une foggara [14].

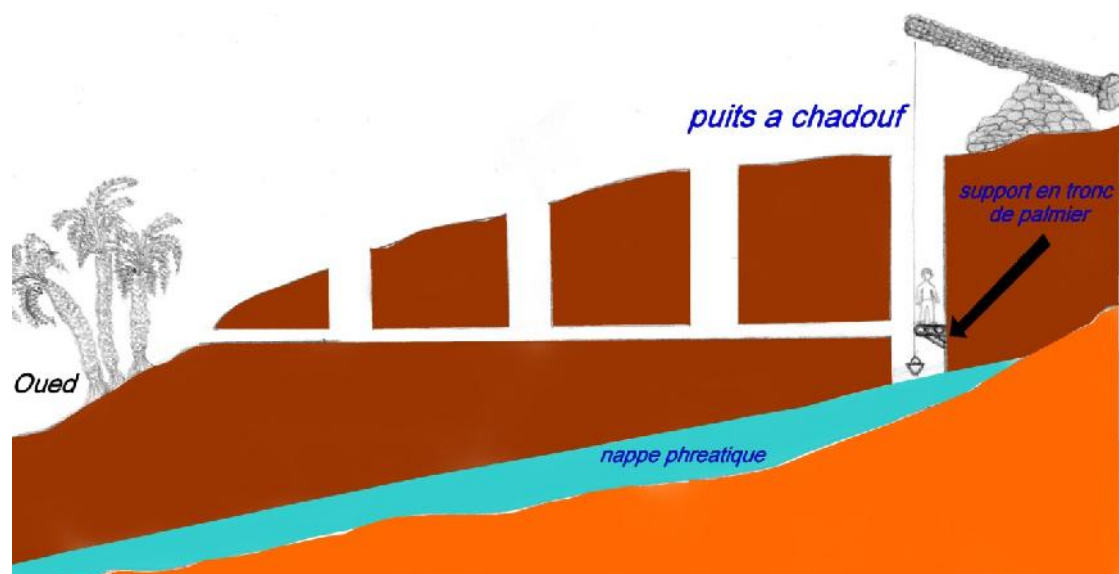


Fig. 5. Approfondissement de premier puits de la foggara pour réalimenter la galerie (Ouakda)

3.2 Ouvrages modernes et moyens d'exploitation

Les infrastructures modernes (système d'exhaure et distribution de l'eau en particulier) sont coûteuses et nécessitent le recours à des moyens extranationaux. Le pompage motorisé est complètement généralisé dans l'oasis d'Ouakda [15]. L'effet conjugué de la vague de sécheresse et la surexploitation de la nappe, au moyen de motopompes à haut débit (environ

40 m³/heure) et de profondeur qui dépasse les 300 ml, ont procuré aux maraîchers des quantités d'eau supérieures à leurs besoins, en dépit de l'augmentation sensitive des surfaces cultivées, mais au prix de graves perturbations pour l'environnement hydrogéologique de l'oasis et en péril le développement des oasis notamment dans la région de la Saoura où la ressource est déjà rare. La multiplication anarchique des forages privés équipés par des pompes ont été de plus en plus intense au cours des dernières années au moment où les apports d'eaux superficielles ont marqué un grand déficit. Actuellement, on dénombre plus de 35 puits et forages équipés de station de pompage (22 puits et forages recensés par la direction d'hydraulique de Béchar). Pour améliorer les ressources d'eau de l'oasis, plusieurs seuils de ralentissement, en gabions ont été construits le long de l'oued Béchar en vue de réalimenter les nappes. Ces ouvrages ont pour objectif de ralentir la vitesse des écoulements au long de l'oued, ce qui permet de lutter contre l'érosion hydrique et favorise l'infiltration des eaux.

L'accroissement de l'exploitation des nappes très peu renouvelables par la généralisation des motopompes, fait courir le risque d'une salinisation irréversible qui condamnerait l'avenir de l'oasis d'Ouakda. Cheelan en 1954, après un essai de pompage réalisé au niveau du champ captant d'Ouakda avec un débit de 65,5 l/s, a constaté que la nappe s'est rabattue de plus de 4 m et il a conclu que le débit d'exploitation ne devrait en aucun cas dépasser les 52,08 l/s en été. L'étude hydrogéologique réalisée par Idrotecneco qui affirme que les prélèvements ne devraient pas dépasser un débit de 70 l/s en moyenne. Mais cette consigne n'est pas respectée, car le débit atteint les 115 l/s en certaines périodes de l'année [16]. Il est à souligner qu'en raison de salinité élevée des eaux de la nappe (la salinité de l'eau atteint 8.000 milligrammes par litre) et en absence d'un système de drainage actif, des symptômes de salinisation des sols et de dégradation de la biodiversité sont observés dans les parcelles surtout à proximité du lit d'oued de l'oasis [5], qui ont conduit à la mort de nombreux arbres fruitiers et à un dépérissement général de l'ancienne palmeraie.

3.3 Evolution chimique des eaux souterraines d'Ouakda

Pour l'oasis d'Ouakda, on utilise les données de trois campagnes (Tableau 2), la première exécutée durant la période 1974-1976, la deuxième réalisée durant l'année 2009 et la dernière en 2013 [17]. Notre objectif est de faire des comparaisons entre les anciennes analyses

réalisées avant l'utilisation des motopompes et après leur utilisation à l'intérieur de l'oasis et à l'extérieur dans la plaine d'Ouakda, afin de voir l'évolution de la composition chimique des eaux souterraines d'Ouakda [17]. Pour Les analyses des échantillons des années 2009 et 2013 étaient faites par l'agence nationale des ressources en eaux de Béchar. Pour la période 1974-1976, les résultats d'analyses sont extraits des anciens inventaires.

Tableau 2. Analyses physico-chimiques des eaux souterraines des nappes d'Ouakda.

Année	Type	Aquifère /Nappe	PH	cd ms/cm	RS mg/l	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻² mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l
Analyse	forage	Turonien	7,48	1,04	950	50	57,81	104	6,15	144	135,2	22
2013	forage	Quaternaire	7.68	2.56	801	95.3	54.3	90.4	8.06	152	127	64
Analyse	forage	Turonien	7,45	1,06	880	52,5	40,22	99,55	5,05	151	119,7	20
2009	forage	Quaternaire	7.64	1.73	795	92	46.5	88.5	7	145	131	70.5
Analyse	forage	Turonien	8,3	0,55	740	70	53	97,53	4,25	114	58,75	6
1974-1976	forage	Quaternaire	8.1	1.15	776	85	38.7	86	6.7	141	129	72

D'après les analyses de la période de 1974-1976, les eaux souterraines ont des concentrations en sel relativement faibles par rapport à celles de 2013 [7], où on remarque des fortes concentrations en sel. L'assèchement de l'oued Béchar et la diminution de la part de la quantité d'eau destinée à l'irrigation, l'évolution anarchique des puits et l'augmentation de pompage, sont les principales causes qui expliquent cette forte salinité pour l'année de 2013 [7]. On dit que l'exploitation excessive, dépassant généralement le pouvoir régulateur de la nappe, entraînant une dégradation continue de la qualité des eaux causée par les activités anthropiques. L'évolution de la salinité des nappes explique le nombre élevé des puits de surfaces abandonnées.

4. CONCLUSION

Les habitants de l'oasis portent également une responsabilité dans le déclin des systèmes d'irrigation. Les systèmes traditionnels sont aujourd'hui en mauvais état "à cause d'un manque

de maintenance". Les foggaras d'Ouakda sont des foggaras familiales, c'est-à-dire une petite foggara dont la longueur de la galerie ne dépasse pas les 200 m. Quant à la distribution et au partage de l'eau issue de ce type de foggara, il est simple et ne demande aucune mesure ou calcul. L'eau en provenance de la galerie passant directement dans le réservoir (Madjen). Il est signalé que les nappes d'Ouakda sont actuellement surexploitées. La nappe du Turonien de la plaine d'Ouakda, qui offre une bonne eau, est destinée à l'alimentation en eau potable (A.E.P), la nappe du Quaternaire a une qualité d'eau saumâtre parfois polluée destinée à l'irrigation et élevage. Cette contamination de la nappe libre du Quaternaire est causée par l'intensification du pompage, la prolifération anarchique des puits, les marées d'eau usée, rejetée dans le lit de l'oued et l'évaporation.

A la lumière de ce qui précède nous recommandons :

Toute la zone de la plaine d'Ouakda est à considérer comme une zone protégée.

L'interdiction de réaliser d'autres points d'eau, d'approfondir les puits existants et l'épandage des engrais biologiques ou chimiques.

Toutes activités sont interdites sans autorisation du service chargé de la gestion du domaine public hydraulique.

Face à cette situation critique de l'oasis, il a demandé à des responsables de la prendre en compte et de préconiser des actions urgentes dans le processus de mise à niveau du territoire oasien et dans la valorisation de ses potentialités, pour protéger et préserver un espace vital et un cadre naturel d'une importance inestimable dans la région.

5. BIBLIOGRAPHIE

[1] Rezzoug C, Remini B, Hamoudi S. (2014). Le devenir de la gestion traditionnelle des eaux après l'envahissement des systèmes modernes d'irrigation. Oasis de Boukais, Sud-ouest algérien. Cinq Continents Volume 4 / Numéro 10.

[2] Rezzoug C. (2014). Les techniques traditionnelles de captage et de partage des eaux d'irrigation dans l'oasis de Beni Ounif (région de Béchar, Sud-ouest, Algérie) Cinq Continents Volume 4 / Numéro 09.

[3] Remini B, Achour B. (2010). La foggara en Algérie: Un patrimoine hydraulique

mondial. Revue des sciences de l'eau France, volume 23, numéro 2, p. 105-117.

[4] Merzougui T. (2012). Rapport finale des travaux de réalisation de 5 piézomètre de 500 ml en pvc à Ouakda- wilaya Béchar, Agence nationale des ressources hydrauliques, Secteur Béchar, Algérie.

[5] Malki T. (2012). Contribution à l'étude de la situation hydrogéologique de la willaya de Béchar, mémoire de master. Université de Béchar Algérie, 97 p.

[6] Idrotecneco. (1979). Etude hydrogéologique de la région de Bechar. Rapport interne, Direction d'hydraulique de Béchar, Algérie, 64 pages.

[7] Daoudi T. (2014). Contribution à l'étude de l'évolution chimique des nappes de la Saoura cas d'Ouakda, séminaire à l'université de Saida, Algérie.

[8] Merzougui T., Kabour A., Bouanani A., Mekkaoui A et Chebbah L. (2008). Un modèle de gestion intégrée des ressources en eau dans une zone hyperaride: Cas de l'oasis de Béni Abbès (Vallée de la Saoura, sud ouest algérien). 13e Congrès Mondial de l'Eau, 1-4 septembre, Montpellier, France, 12 p.

[9] Abdin S. (2006). Qanats a unique groundwater management tool un arid region: the case of Bam region in Iran. International symposium sustainability, Alicante (Spain), Junary, 24-27.

[10] Remini B., Rezoug C., Achour B. (2014). The foggara of kenadsa (Algeria). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°18, Algérie, pp. 93-105.

[11] Hussain I., Siraj Abu Rizaiza O., Habib M., Ashfaq M. (2008). Révitalizing a traditional dryland water supply system, The karezes in Afghanistan, Iran, Pakistan an the Knigdom of Saudi Arabia, Water International, Vol. 33, n°3, 333-349.

[12] Abidi N., Remini B. (2011). Foggaras of Touat: the pride of the local population. Annals of Science and Technology Vol. 3, No. 2, December, 107- 113.

[13] Kasmi M, Yaich K, Zaidi H. (2007). Contribution à l'étude de l'utilisation des systèmes modernes d'irrigation sur les oasis de la vallée de la Saoura. Séminaire à l'université de Saida, Algérie.

[14] Remini B. (2008). Vers la disparition de l'une des plus grandes foggaras d'Algérie : la foggara d'El Meghier, Science et changements planétaires / la revue Sécheresse,

France.

[15] Rezzoug C, Benmoussa, Remini B. (2015). L'impact de l'invasion des systèmes modernes d'irrigation dans l'oasis de Lahmar au sud ouest algérien. 2 editions of the International Scientific Symposium of Water Management and Desertification, Istanbul, Turkey.

[16] Djellouli C., Kouidri D. (2003). Elaboration de carte thématique des ressources hydriques de la wilaya de Bechar, mémoire d'ingénieur. Centre universitaire de Béchar, Algérie, 120 p.

[17] Dreb. (2013). Situation hydraulique de la willaya de Bechar – rapport interne – Bechar, Algérie.

How to cite this article:

Rezzoug C, Remini B, Hamoudi S. The fate of water in the oasis of ouakda between traditional systems and modern (region of Béchar, southwest, Algeria). *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2017, 9(1), 378-391.