



DE LA FOGGARA AU BARRAGE SOUTERRAIN, LA NAPPE INFEROFLUX, UNE SOLUTION POUR LES REGIONS ARIDES

FROM THE FOGGARA TO THE UNDERGROUND DAM, THE ALLUVIAL TABLECLOTH, A SOLUTION FOR ARID REGIONS

REMINI B.

Département des Sciences de l'Eau et Environnement, Faculté de Technologie,
Université Blida 1, Blida 9000, Algérie.

rem minib@yahoo.fr

RESUME

Le présent papier examine le sujet d'exploitation de la nappe inferoflux dans certaines régions du Sahara Algérien. Sur la base d'un travail bibliographique, de collectes de données et des investigations effectuées sur des sites du sud Algérien durant la période : 2008-2020, il s'avère que les barrages souterrains restent le meilleur moyen pour satisfaire les besoins de la population en eau de bonne qualité. Les résultats de nos enquêtes nous confirment que ce gisement d'eau douce a été déjà exploité par nos ancêtres depuis plus de 9 siècles en utilisant le système des foggaras. De tels ouvrages ancestraux ont été réalisés dans les oasis de Sfisifa (Naama), de Tamanrasset et de Tindouf et même dans quelques oasis d'El Bayadh. Aujourd'hui, ce gisement d'eau est exploité par les barrages souterrains dans les wilayas d'Adrar, Tamanrasset, Bayadh, Illizi et Laghouat. Au nombre de 9 barrages, la capacité totale emmagasinée avoisine les 30 millions de m³. La wilaya de Tamanrasset possède cinq barrages ; un nombre insuffisant, mais il doit être augmenté et se généraliser dans toutes les régions du Sahara.

Mots clés: Nappe Inferoflux, Barrage souterrain, Foggara, Oued, Eau.

ABSTRACT

This paper examines the subject of exploitation of the alluvial tablecloth in certain regions of the Algerian Sahara. On the basis of bibliographic work, data collections and investigations carried out on sites in southern Algeria during the period: 2008-2020, it turns out that underground dams remain the best way to meet the needs of the population in good quality water. The results of our investigations confirm that this freshwater deposit has already been exploited by our ancestors for over 9 centuries using the foggaras system. Such ancestral works were carried out in the oases of Sfisifa (Naama), Tamanrasset and Tindouf and even in some oases of El Bayadh. Today, this water deposit is exploited by underground dams in the wilayas of Adrar, Tamanrasset, Bayadh, Illizi and Laghouat. The number of dams totaled around 30 million m³. The wilaya of Tamanrasset has five dams; an insufficient number, but it must be increased and generalized in all regions of the Sahara.

Keywords: Alluvial tablecloth, underground dam, Foggara, River, Water.

INTRODUCTION

De l'eau pour la vie, tout le monde est à la recherche de ce liquide précieux, mais dans les milieux secs l'eau qui se fait rare, connaît sa vraie valeur. L'homme a appris à vivre un peu d'eau. Son souci quotidien est la recherche des points d'eau. Devenu hydraulicien à force de penser à cet élément vitale à la vie. Seulement, en fonction des conditions topographiques et hydrogéologiques du milieu l'homme a inventé des procédés hydrauliques qui s'adaptent à sa région. Même s'il y a un transfert de savoir-faire d'une région à l'autre, l'homme apporte des modifications et des améliorations à la technique importée pour l'adapter dans son milieu. A titre d'exemple, grâce au succès de la foggara dans le nord Iranien depuis plus de 3000 ans (Goblot, 1979), la foggara a été exportée dans plus de 50 pays de la planète (Remini et al, 2014). La foggara de Touat, Gourara et Tidikelt qui a été destinée au captage des eaux de la nappe du Continental Intercalaire a été utilisée dans les oasis de l'Ahagar pour capter les eaux de la nappe inferoflux des oueds (Remini et Achour, 2013a). Dans les oasis d'Ouled Said (Timimoun), les foggaras ont été conçues pour exploiter la nappe du Grand Erg Occidental (Remini et Achour, 2013b). Même dans certaines oasis de Timimoun, des petites foggaras (foggaras de jardins) ont été utilisées pour capter les eaux des infiltrations en provenance des foggaras classiques (Remini, et al, 2015). La présente étude s'intéresse au rôle

des barrages souterrains dans l'alimentation en eau potable dans les régions arides. En effet, ces ouvrages sont destinés au captage des eaux de la nappe inferoflux. Dans de telles régions, ce type de nappe se recharge deux à trois fois par année par l'arrivée des crues. Cette périodicité est largement suffisante pour que l'écoulement sous le lit des oueds ne s'éteigne pas. Comme nos ancêtres dans les oasis de Tamanrasset (Remini et Achour, 2013a), de Tindouf (Remini, 2019) et Sfisfifa ont réalisé des foggaras destinées au captage des eaux de la nappe inferoflux.

REGION D'ETUDE

C'est lors de notre périple dans le Sahara à la recherche des foggaras durant la période : 2000-2019, que nous avons découvert les foggaras d'oued. Ce type de foggara diffère de celui de Touat et Gourara a été observé dans les oasis de Tamanrasset, Tindouf et Sfisfifa qui exploitaient les eaux de la nappe Inferoflux des oueds. Très connus par ces oueds comme Igharghar, Tamanrasset, Timiaouine, Saoura, M'zi qui drainent des crues exceptionnelles et dangereuses, Tamanrasset est située à 2000 km à vol d'oiseau au sud d'Alger (fig. 1). Quant à Tindouf qui se situe à 1800 km au sud-ouest, nous avons rencontré une seule foggara d'oued (fig. 1). Dans l'oasis de Sfisfifa, deux foggaras d'oued ont été creusées pour satisfaire les besoins de l'irrigation de la palmeraie et sont aujourd'hui en service (fig. 1).

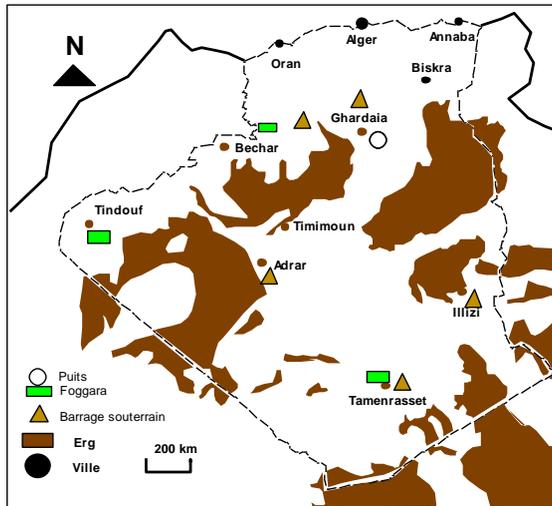


Figure 1 : Régions d'études (Remini, 2020)

Aujourd'hui la nappe Inferoflux est fortement sollicitée dans les régions arides. Au début des années cinquante, des barrages souterrains ont été bâtis sur les cours d'eau de plusieurs pays arides et semi arides. Le premier barrage de ce type a été réalisé durant les années cinquante sur l'oued M'zi dans la ville de Laghouat. D'autres barrages ont été réalisés durant les années dans les wilayas : Tamanrasset, Illizi, Adrar.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

La découverte de la foggara dans le nord d'Iran (Ancien Iran) depuis plus de 30 siècles était considérée comme un exploit (Goblot, 1973). Les succès de la technique des galeries ont provoqué un transfert de savoir-faire dans 52 pays arides de la planète, dont le Sahara Algérien (Remini et al, 2014). Environ 2283 foggaras ont été creusées dans le sud-ouest d'Algérie et plus exactement autour du plateau de Tadmait (Boutadara et al, 2019). Il s'agit des oasis de Touat, Gourara et Tidikelt (Remini, 2017). Il existe deux types de foggaras dans ces oasis, la foggara de l'Albien et la foggara de l'Erg (Remini et Achour, 2013b). Pour les deux cas, l'ouvrage est le même, mais la source d'eau est différente. La réussite de ce système dans les oasis périphériques du sud-ouest du Grand Erg Occidental, son savoir-faire a été exporté vers d'autres régions du Sahara comme les oasis de Tamanrasset, Sfisifa et Tindouf. Il s'avère que ces oasis sont des oasis d'oued dont la palmeraie se situe sur le lit majeur des oueds. L'irrigation des jardins et l'alimentation du ksar s'effectue par les eaux de surface de l'oued.

Comme c'est un milieu sec, la périodicité des crues s'est agrandie à cause des sécheresses répétées, ce qui a poussé les ksouriens à réfléchir afin de proposer une source d'eau alternative pour pallier aux pénuries d'eau. Grâce à leur génie et au savoir-faire dans l'hydrogéologie, l'oasien savait qu'au-dessous du lit des oueds, un volume d'eau non estimable s'écoule en parallèle avec les eaux de surface. Il savait qu'après le passage d'une crue, les eaux de surface s'évaporent et s'infiltrent dans le sous-sol et s'écoulent à travers les vides formés par les graviers et le sable. Cette quantité d'eau peut rester plus d'une année à l'abri de l'évaporation ; on parle de la nappe Inferoflux. L'exportation de la foggara a été effectuée des oasis de Touat et Gourara vers les oasis de Tindouf, Sfisifa et Tamanrasset, sauf que dans ces oasis, les foggaras ont été adoptées à l'hydrogéologie du milieu. Contrairement aux foggaras de Touat et de Gourara qui peuvent avoir une longueur de 15 km, ces nouvelles foggaras d'oued ont des longueurs courtes ne dépassant pas les 2 km (fig. 2). Elles sont destinées au captage des eaux de la nappe Inferoflux des oueds, ce qui les classe comme des

foggaras instables, c'est-à-dire à chaque crue les puits de la foggara sont emportés par la force de l'écoulement (Remini et Abidi Saad, 2019). Même la galerie de la foggara n'échappe pas à ces aléas climatiques. Mais juste après le passage de la crue, les ksouriens se mettent au travail pour réhabiliter ces ouvrages. Ceci témoigne de l'importance que donnent les ksouriens à l'eau.

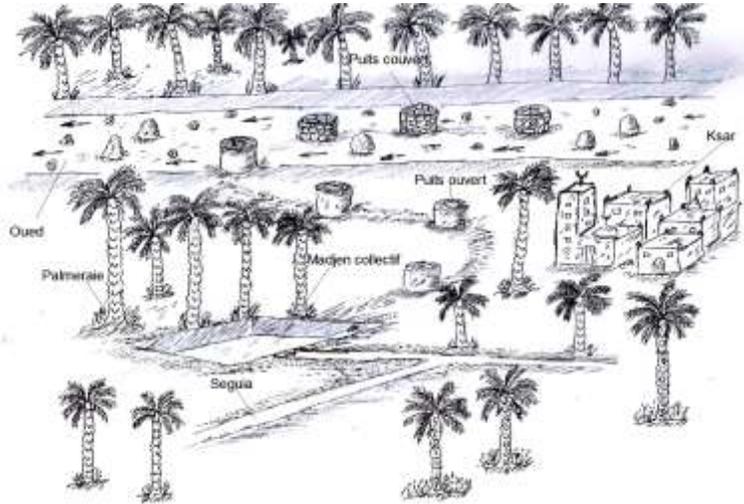


Figure 2 : Schéma synoptique d'une foggara d'oued qui exploite la nappe Inferoflux (Schéma Remini, 2020)

Tamanrasset, reste le berceau des foggaras des oueds, puisque plus 184 foggaras ont été creusées dans les oueds de la région d'Ahggar (Remini et Achour, 2013). Cependant, aucune foggara ne fonctionné aujourd'hui. Par contre, il reste deux foggaras qui sont en service dans l'oasis de Sfisifa (fig. 3, 4, 5 et 6).



Figure 3 : Puits d'aération de la foggara de Sfisifa (Photo. Remini, 2014)



Figure 4 : Segua de la foggara Sfisifa (Photo. Remini, 2014)



Figure 5 : Madjen de la foggara de Sfisifa Stockage des eaux de la nappe alluviale (Photo. Remini, 2014)



Figure 6 : Jardins irrigué par les eaux de la nappe alluviale (Photo. Remini, 2014)

Dans la vallée de M'zab, depuis plus de 7 siècles, les ksouriens exploitent pleinement les eaux alluvionnaires des oueds. C'est ainsi qu'on trouve une centaine de puits à traction animale (Khottara) creusés le long des oueds : M'zab, Zegurir, Azioul, N'tissa et Metllili (fig. 7, 8 et 9). Aujourd'hui, il existe quelques puits qui puisent encore les eaux la nappe inferoflux dans la vallée de M'zab, mais en utilisant des motopompes.



Figure 7 : Un Puits dans l'oued Megrounan (Région d'El Guerara) (Photo. Remini, 2014)



Figure 8 : Un puits dans l'oued M'zab (Photo. Remini, 2916)



Figure 9 : Un puits aux environs d'Amlaga

Aujourd'hui une autre technique de stockage des eaux de la nappe inferoflux s'est développée dans quelques pays de la planète. Il s'agit du barrage souterrain. Bien entendu ce type d'ouvrage n'a pas eu une réussite escomptée comme le barrage classique destinée à stocker les eaux de surface (fig. 10a et b).

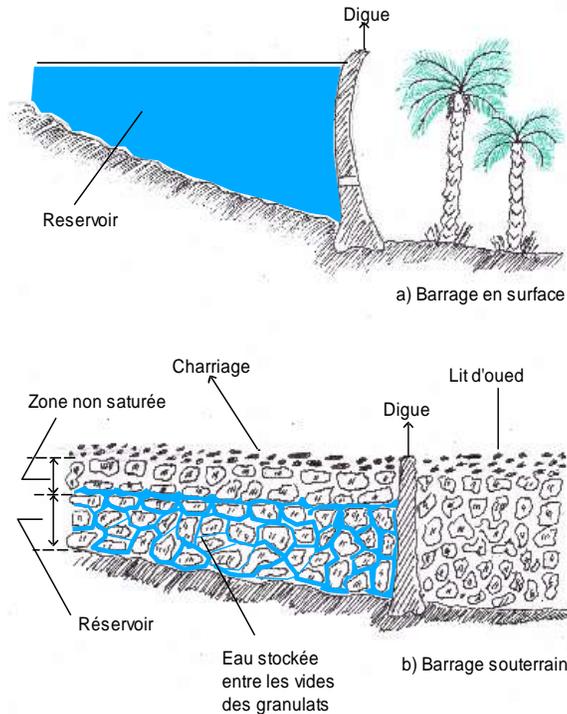


Figure 10 : Croquis d'un barrage Inferoflux (Schéma Remini, 2020)

Le barrage souterrain est un barrage qui se réalise dans le lit d'oued. Il consiste à retenir les eaux souterraines contenant dans la nappe alluviale. Cependant, le barrage souterrain peut stocker aussi les eaux de la nappe phréatique. Dans ce cas, une digue beaucoup plus profonde s'impose. Contrairement au barrage en surface, le barrage Inferoflux est un barrage stable. Absence d'évaporation et d'envasement, le barrage inferoflux alimente la population en eau de bonne qualité. Comme le barrage inferoflux se réalise dans le sous-sol, son eau occupe les vides ou les interstices du tissu granulat qui forme le réservoir du barrage.

Donc la capacité d'un barrage souterrain représente le volume des vides formés par la disposition des granulats. Selon la bibliographie technique, la capacité en eau d'un barrage souterrain est égale à 10 à 30% du volume du réservoir. Caractérisé par son propre bassin versant, le barrage souterrain peut être construit en béton, en enrochement et mixte (fig. 11).

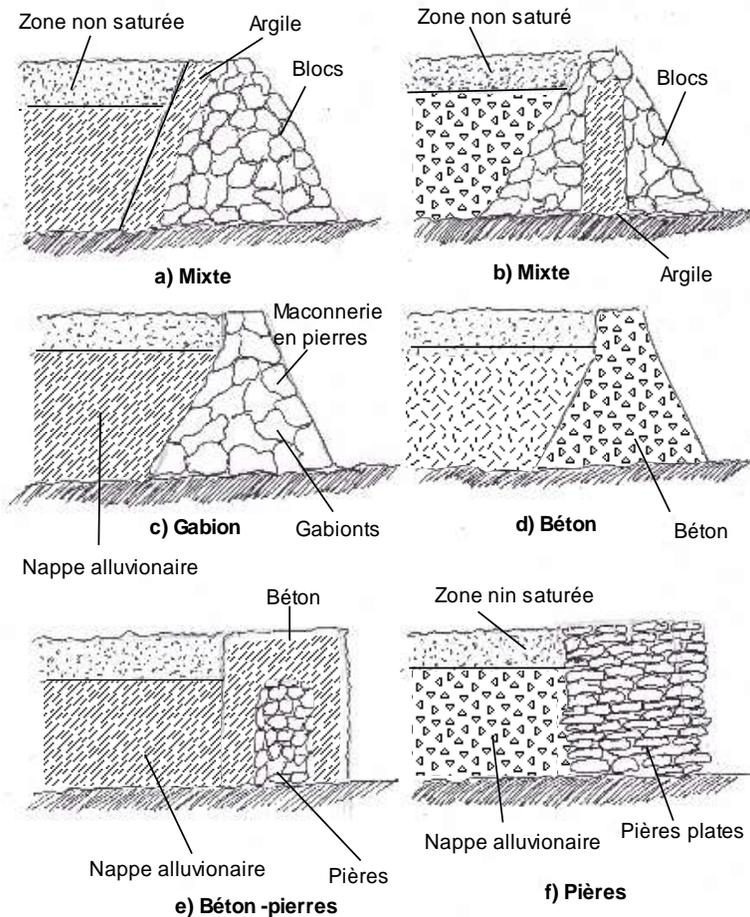


Figure 11 : Types de barrages Inferoflux (Nilson in Odder et Yelmez, 2005)

Contrairement à l'écoulement des eaux de surface, l'eau s'écoule lentement dans le sous-sol (régime laminaire). Une fois la digue est construite, son réservoir se délimite automatiquement et le niveau piézométrique est toujours au-dessous du lit d'oued. La différence de niveaux constitue la zone non saturée. Pour puiser l'eau du réservoir, un dispositif de pompage s'impose. Si les conditions topographiques sont favorables, on peut équiper le barrage inferoflux par une conduite souterraine légèrement inclinée pour alimenter un village ou pour irriguer une palmeraie par gravité (fig. 12).

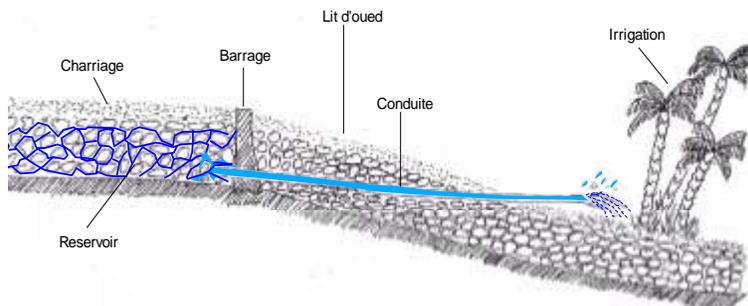


Figure 12 : Schéma d'un barrage Inferoflux équipé d'une conduite souterraine (Schéma, Remini, 2020)

Après le premier barrage souterrain (barrage Tadjmout) réalisé durant l'époque coloniale, l'Algérie a entamé depuis ces dernières années, la réalisation d'une dizaine de barrage souterrain dans les régions arides. Aujourd'hui, on compte 9 barrages en service d'une capacité totale qui avoisine 30 millions de m³. La wilaya de Tamanrasset détient 5 barrages, un barrage dans la wilaya d'Adrar, Un barrage dans la wilaya de Laghouat, un barrage dans la wilaya d'El Bayadh et un autre dans la wilaya d'Illizi.

CONCLUSION

Le réchauffement du climat s'installe de plus en plus dans notre pays. Ces trois dernières années, le thermomètre a enregistré des températures dépassant les 50°C dans certaines régions du Sahara durant la période d'été. Des crues sporadiques ont eu lieu durant l'automne, drainant des apports impressionnant en un axe de temps très court. Ces quantités d'eau peuvent être récupérés et stockées dans le sous-sol à l'abri de l'évaporation. On parle des barrages souterrains ; une technique peu utilisée dans le monde qui stockent les eaux de la nappe alluvionnaire. Depuis plus de 7 siècles, les ksouriens exploitaient déjà les eaux cachées dans les alluvions des oueds en utilisant le système des foggaras. C'est le cas des oasis de Sfissifa, Tindouf et Tamanrasset. Deux foggaras seulement sont actuellement en service dans l'oasis de Sfissifa. Dans vallée de M'zab, une centaine de puits creusées au milieu des oueds pour extraire l'eau de la nappe inferoflux. Aujourd'hui, 9 barrages souterrains ont été construits au fond des lits des oueds pour stocker environ 30 millions de m³ des eaux de la nappe alluvionnaire. Certes, c'est insuffisant comme volume, mais, la technique des barrages inferoflux doit se généraliser sur l'ensemble des régions du Sahara.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUTADARA Y., REMINI B., BENMAMAR S. (2019). When the foggara of Hadj Amar Lekbir floods the Kessiba oasis (Adrar, Algeria). *Larhyss Journal*, N°38, Juin 2, pp. 103-116.
- GOBLOT H. (1979). *Les qanats : une technique d'acquisition de l'eau*. Paris, Mouton, 231 p.
- ODER H., YALMAZ M. (2005). A tool of sustainable development and management of groundwater resources. *European Waters*, Vol. 11, N°12, pp. 35-45.
- REMINI B., ACHOUR B. (2013). Les foggaras de l'Ahaggar : disparition d'un patrimoine hydraulique. *Larhyss Journal*, n°14, Juin, pp. 149-159.
- REMINI B., ACHOUR B., KECHAD R. (2014). The collecting of groundwater by the qanats: a millennium technique decaying. *Larhyss Journal*, N°20, Décembre, pp. 259-277.
- REMINI B. (2017). La foggara de Tademaït : sans énergie de l'eau du sous-sol à la surface du sol. *Larhyss Journal*, N°32, Dec, pp. 301-325.
- REMINI B., ABIDI SAAD N. (2019). La foggara de Tindouf (Algérie) : un patrimoine hydraulique en déclin. *Larhyss Journal*, n°39, Sept, pp. 215-228.
- REMINI B., ACHOUR B. (2013b). The qanat of the greatest western Erg. *Journal American Water Works Association*, Vol. 105, N°5, May, pp. 104-105.
- REMINI B., ALBERGEL J., ACHOUR B. (2015). The Garden Foggara of Timimoun (Algeria): The Decline of Hydraulic Heritage. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, Vol. 12, No. 3, pp. 51-57.