Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°37, Mars 2019, pp. 175-206
© 2019 All rights reserved, Legal Deposit 1266-2002

LES BARRAGES EN CASCADE (OASIS DE TIOUT, ALGÉRIE) : UN PATRIMOINE HYDRAULIQUE A SAUVEGARDER

DAMS IN CASCADE (TIOUT OASIS, ALGERIA): A HYDRAULIC HERITAGE TO SAVE

REMINI B.

Département des sciences de l'eau et environnement, Faculté de Technologie, Université Blida 1, 9000 Blida, Algérie.

reminib@yahoo.fr

RESUME

Destiné à l'irrigation de la palmeraie et à l'alimentation en eau du ksar de l'oasis de Tiout (Naama), le présent papier évoque pour la première fois un système hydraulique ancestral constitué de deux barrages. Pour étudier ce système hydrotechnique, plusieurs missions de travail ont été menées dans l'oasis de Tiout durant la période : 2006-2018. Bâtis sur l'oued Tiout depuis plus de 7 siècles, deux barrages éloignés l'un de l'autre d'une distance de 350 m se remplissent par les eaux de 13 sources répartis sur l'oued Tiout. Le barrage Foukani (le haut) irrigue par la seguia de la rive gauche la partie haute de la palmeraie de 30 ha. Quant à la partie basse de la palmeraie de 10 ha est irriguée par le barrage Tahtani via la seguia de la rive gauche. Même, le ksar de 103 familles a été alimenté par un volume complémentaire à partir du barrage Foukani via la seguia de la rive droite. Aujourd'hui, ce barrage est abandonné suite à l'assèchement des sources provoquées par le pompage de la nappe par 120 forages.

Mots clés : Barrage, oasis, Tiout, ksar, sources d'eau, forage.

© 2019 Remini B.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

This paper evokes for the first time an ancestral hydraulic system consisting of two dams. For irrigation of the park and the water supply of the Ksar Tiout (Naama), several working missions were carried out in the oasis of Tiout during the period 2006 to 2018 to study the hydraulic engineering work. Built on the Tiout River for over 7 centuries, two dams distant from each other by a distance of 350 m are filled by the waters of 13 sources distributed over the Tiout River. The Foukani dam (the top) irrigates by the seguia of the left bank the upper part of the palm grove of 30 ha. As for the lower part of the palm grove of 10 ha is irrigated by the Tahtani dam via the seguia of the left bank. Even, the ksar of 103 families was fed by a complementary volume from the Foukani dam via the Seguia of the right bank. Today, this dam is abandoned following the drying of springs caused by the pumping of the water table by 120 drilling.

Key words: Dam, oasis, Tiout, ksar, water source, drilling.

INTRODUCTION

Dans le Sahara Algérien, considéré comme le plus beau désert et comme une région la plus aride de la planète. Vu les conditions climatiques extrêmes : une hausse température et une faible pluviométrie qui rendent la vie humaine extrêmement délicate. L'aire des régions sèches est animée par une dynamique éolienne intense, menaçant d'érosion et d'ensablement les habitations et les palmeraies. Parallèlement, le sous-sol est animé par une dynamique hydraulique intense ou les écoulements souterrains forment de grands réservoirs d'eau qui ont permis aux oasiens grâce à leur savoir-faire d'inventer diverses techniques hydrauliques les plus adaptées au captage de l'eau et de la restituer lentement aux alentours de l'Erg (Remini, 2001). C'est ainsi que dans les régions de Touat, l'eau est ramenée aux palmiers sur plusieurs kilomètres à partir de la nappe du Continental Intercalaire grâce aux systèmes de foggaras (Remini, 2011, Abidi et Remini, 2013 ; Dubost et Moguedet, 1998, Remini, 2011). Dans la vallée de Souf à l'Est du Sahara, se sont plutôt les palmiers qui aillent chercher l'eau dans le sous-sol. La technique consiste à implanter les palmiers dans des cuvettes creusées au milieu des dunes de telle façon que leurs racines restent en contact avec les eaux de la nappe (Remini et Kechad, 2011, Miloudi, 2018). Dans la vallée de Mzab, à l'Ouest du Sahara, les oasiens ont développé des systèmes de captage des eaux de crues appelés Ahbas (Remini et al, 2012, Remini, 2018). Dans la région d'Ahaggar à l'extrême sud du Sahara, les oasiens

ont réalisé des galeries pour l'exploitation des eaux de la nappe inferoflux (Remini et Achour, 2013). Dans la région de Gourara, les oasiens captent les eaux de la nappe du Grand Erg Occidental par le système foggara (Remini et al, 2013, Remini et Achour, 2013 ; Remini et Achour, 2008). Dans la région de la Saoura, les ksouriens ont aménagé des puits à multi-balancier appelé localement la Khottara (Remini et Rezoug, 2017). Dans cet article, nous étudions pour la première fois le système le captage des eaux dans l'oasis de Tiout qui se trouve au Nord-Ouest du Sahara. Les oasiens ont réalisé depuis plus de 7 siècles, un système de deux barrages en cascade alimentés par les eaux de sources. Les causes de la détérioration de ce système hydrotechnique de génie feront l'objet de cette étude. Des recommandations pour la sauvegarde de ce patrimoine hydraulique seront proposées dans cette étude.

REGION D'ETUDE ET ENQUETES

Situation et caractéristiques de la région d'étude

L'oasis de Tiout se trouve à 650 km au sud-ouest d'Alger et à 50 km au sud du chef-lieu de la wilaya de Naama (fig. 1). Selon les témoignages de la population locale, le mot Tiout vient du mot « Tit » qui veut dire en berbère l'œil. En Arabe, l'œil veut dire « Ain » qui signifie une source d'eau. C'est peut-être l'existence de plusieurs sources d'eau qui a donné le surnom de Tiout à la petite oasis. Le climat dans l'oasis de Tiout est de type Atlas Saharien : chaud en Eté et froid en Hiver. La pluviométrie moyenne annuelle ne dépasse pas les 150 mm. D'origines orageuses, les crues se manifestent une à deux fois par année et en périodes d'automne et de Printemps.

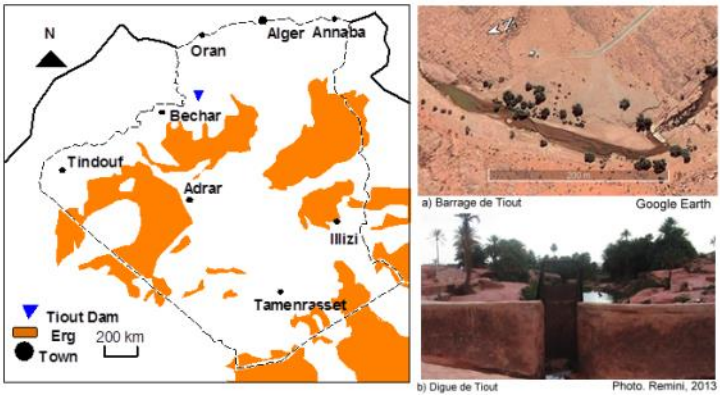

Figure 1 : Situation de l'oasis de Tiout (Remini, 2015)

Missions et enquêtes

C'est dans le but de notre projet éternel sur la recherche des foggaras que nous avons découvert ce système de barrages sur l'oued Tiout. Plusieurs missions de travail ont été menées durant la période : 2006 -2018 dans l'oasis de Tiout pour enquêter et discuter avec la population ksourienne. Vu l'absence de données historiques sur ce patrimoine, notre étude a été basée sur des investigations sur le site. Nous avons eu la chance de rencontrer le regretté Rahou Kaddour âgé de 93 ans, l'un des descendants du Hadj Rahou qui était parmi les premiers à habiter le ksar vers l'an 1200 (fig. 2).

Figure 2 : Rencontre de l'auteur avec le regretté Rahou Kadour (Photo. Rahou, juin 2013)

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Une oasis du Sahara est composée d'une ressource d'eau, d'un ksar et d'une palmeraie. L'originalité de l'oasis de Tiout réside dans le système hydraulique d'exploitation de la ressource en eau. Par exemple, les oasis de Touat exploitent les eaux de la nappe du Continental Intercalaire en utilisant le système de foggara (Remini, 2011 ; Abidi et Remini, 2011, Remini, 2017 ; Remini et Achour, 2016). Les oasis du Souf utilisent le système de Ghout. (Remini et Kechad, 2011 ; Cote, 1998 ; Cote, 2006). Les oasis de Sidi Said (Timimoun) exploitent les eaux de la nappe du Grand Erg Occidental (Remini et al, 2013). Les oasis de Moghrar (Naama) exploitent les eaux des sources en utilisant les foggaras (Remini et al, 2010). Comparativement aux oasis du Sahara,

l'originalité de l'oasis de Tiout réside dans le système hydraulique composé de deux barrages en cascade.

Barrage de sources

Comme c'est un ouvrage original, nous l'avons préféré l'appeler Barrage de sources ou tout simplement un barrage qui s'alimente par les eaux de sources. Contrairement au barrage classique qui s'alimente par les eaux de ruissèlement en période humide, l'eau arrive au barrage de sources d'une façon continue. Dans ce cas, le volume du barrage de sources est toujours atteint et le surplus s'écoule dans la seguia (ou les deux seguias) sans interruption (fig.3, 4 et 5). La seguia dans ce cas a pris la place de l'évacuateur de crues d'un barrage classique. Le barrage de sources possède un double objectif ; le premier est de créer un micro climat humide dans une région sèche. Dans le deuxième objectif est d'assurer l'irrigation d'une façon continue. Etant plein durant toute l'année, le barrage de sources peut être aussi un lieu de repos et de plaisance pour la population ksourienne.

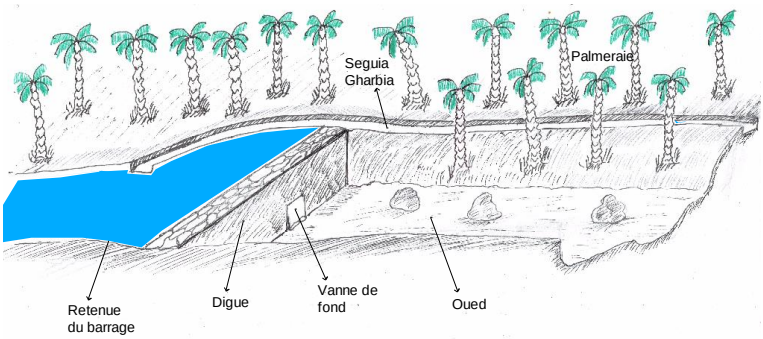

Figure 3 : Schéma synoptique d'un barrage à sources avec une seguia latérale (Schéma Remini, 2019)

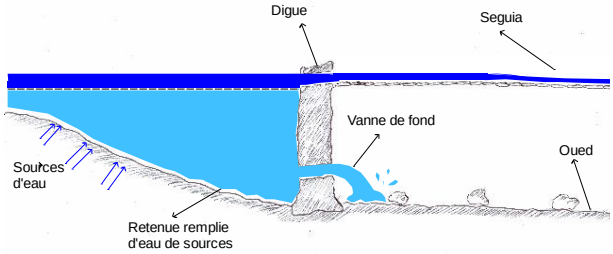

Figure 4 : Schéma d'une coupe longitudinale d'un barrage de sources (Schéma Remini 2019)

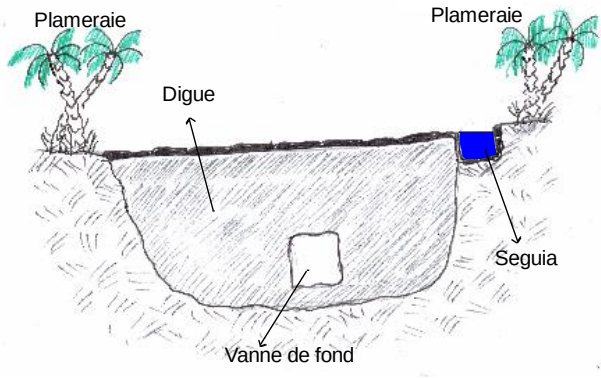

Figure 5 : Schéma d'une coupe transversale d'un barrage de sources
(Schéma Remini 2019)

Un bref aperçu sur l'oued Tiout

L'oued de Tiout est la continuité de l'oued Tiourtelt qui draine sur une longueur de 23 km environ les eaux de ruissellement en provenance des Djbels : Souiga, Tifkirt et Aissa (fig. 6). A la sortie de la palmeraie, l'oued se déverse dans l'oued Sefra pour participer aux écoulements d'oued Namous qui parcourt une longueur de plus de 400 km dont plus de 350 km est un écoulement au milieu du Grand Erg Occidental pour s'infiltrer ensuite dans le sable et les dunes. Ceci a eu comme conséquence la recharge de la nappe localisée sous l'Erg. En plus des crues drainées par l'oued Tiout qui participent à l'irrigation de la palmeraie et à la réalimentation de la nappe et par conséquent à l'alimentation des puits, plus d'une trentaine de sources d'eau (dont 13 s'écoulent avec un fort débit) jaillissaient le long des deux rives de l'oued Tiout. D'ailleurs, le ksar de Tiout a été bâti à la périphérie de l'oued sur la base de l'existence d'une quantité appréciable en eau douce en provenance des sources localisées sur le lit et les berges de l'oued Tiout.

Figure 6 : Une vue sur l'oued Tiout (photo. Remini, 2015)

L'originalité de l'oasis de Tiout

Comparativement aux oasis de Touat et de Gourara qui s'alimentent en eau par le système des foggaras (fig. 7), l'oasis de Tiout s'alimente en eau par un système de barrages en cascade (fig. 8). L'originalité de cette oasis réside dans la fonction de l'infrastructure hydrotechnique qui est destinée non pas seulement à l'irrigation de la palmeraie et les jardins mais aussi pour satisfaire la demande en eau des habitations du ksar.

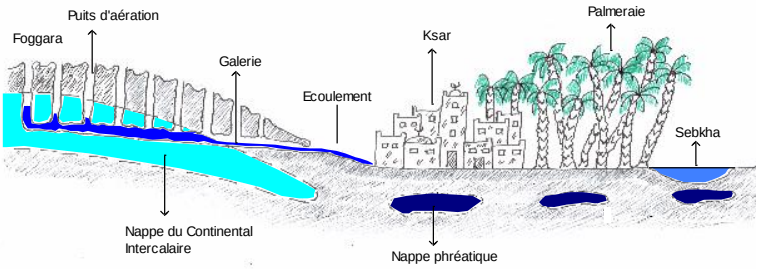

Figure 7 : Schéma simplifié d'une oasis à foggara (oasis de Touat)
(Schéma Remini, 2019)

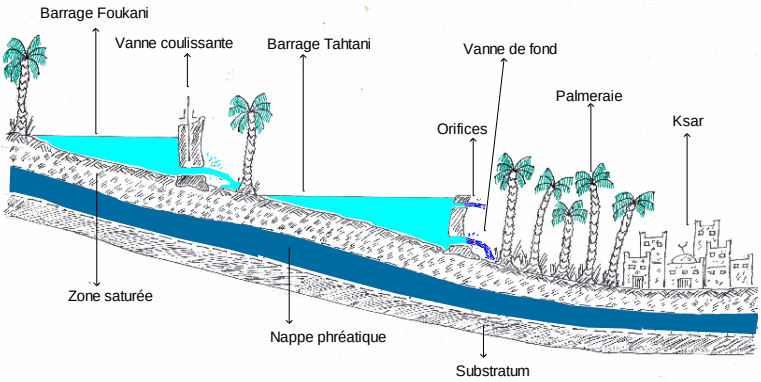

Figure 8 : Schéma simplifié de l'oasis de Tiout (Schéma Remini, 2019)

Le ksar de Tiout

Le ksar de Tiout d'une superficie de 1,5 ha a été construit durant le 12eme siècle (fig. 9). Plus de 103 familles ont occupé le ksar selon Rahou Kaddour. C'était la famille Lahlaf qui a habité le ksar en premier, puis c'était le tour de la famille Rahou. Le ksar commençait à grandir pour prendre la forme actuelle. Les premières habitations ont été installées près de la source d'eau (Ait Saadi et al, 2016).

Figure 9 : Une des trois portes du ksar Tiout (photo. Remini, 2017)

Les materiaux utilisés dans la construction du ksar sont : la roche, l'argile, les granulats de l'oued, la chaux et les dérivées du palmier. Tous les parametres

hydroclimatiques pour l'habitat d'une région chaude ont été tenus en compte dans le ksar à savoir ; l'ensoleiement, la lumière et la ventillation à l'interieur du ksar et à l'interieur des habitations. Le ksar s'alimentait en eau potable par les eaux de 4 puits. Quelques habitations ont été équipées d'un puit interne déstiné aux besoins domestiques de la famille. Un volume complementaire que nous avons éstimé à 45 l/s provient du barrage Foukani via la seguia Gharbia. Le ksar est équipé d'un réseau d'evacuation des eaux pluviales qui collecte les eaux des térrasses et les ruelles. L'évacuation des eaux usées du ksar est assurée par un système d'assainissement autonome. Chaque habitation est équipée d'une fosse septique construite en deux étages dont, le rez de chaussée sert pour récupérer les déchets. Mélangés avec du sable, ils serviraient comme engrais dans la palmeraie. Au niveau du ksar, trois toillettes publics ont été installées au niveau des ruelles principales. Le nettoyage, l'entretien, la refection, le partage de l'eau est géré et coordonner par la djamaa (comité de sages).

La palmeraie du Tiout

La plameraie de Tiout d'une superficie totale de 40 ha (30 ha pour la partie haute et 10 ha pour la partie basse) était déstinée pour l'autosufisance de la population ksourienne (fig. 10 et 11). En plus de 1500 palmiers datties, divers types de fruits et légumes sont cultivés dans les jardins. En effet, après le palmier, le grenadier est cultivé presque dans tous les jardins (fig. 12). On trouve aussi d'autres arbres fruitiers comme le figuier et le citronnier. L'irrigation des jardins s'effectuait par les eaux des deux barrage à travers deux seguias principales (Seguia Tahtania Cherkia et Seguia Foukania Cherkia). Un réseau de seguias secondaires et tertiaires en terre est branché directement aux deux seguias principales. Une fois l'irrigation est terminée, l'eau se déverse directement dans trois Madjens (bassins). Le partage de l'eau d'irrigation entre les agriculteurs est assuré par la Djamaa (groupe de sages). En adoptant la méthode horaire, c'est-à-dire tour à tour, l'irrigation des jardins s'effectue en serie. L'unité de mesure des quotas d'eau est désignée par le pas d'un homme moyen. Douze (12) puits ont été creusées dans la palmeraie pour renforcer l'irrigation par les eaux du barrage. Il sagit des puits à poulie et à balancier (fig. 13) ; Il est à preciser que les eaux de ruisselement en provenance des deux rives sont récupérées dans l'oued pour participer à l'irrigation de la palmeraie. Aujourd'hui, la palmeraie se trouve dans un état critique ; abondons des jardins, dégradation des palmiers et disparition du réseau de seguias à cause des problèmes environementaux (inondations) et sociaux (héritages).

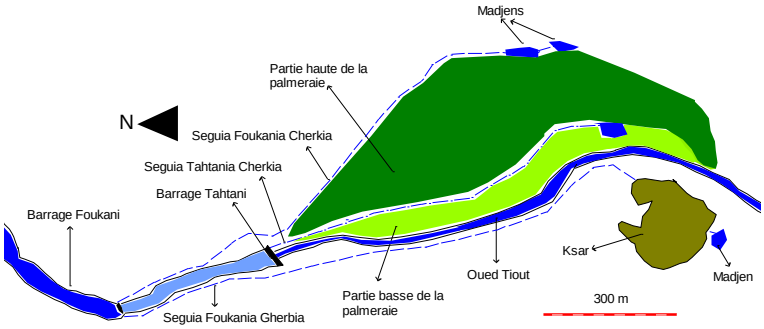

Figure 10 : Schéma de lasuperficie de la palmeraie de Tiout (Schéma. Remini, 2018)

Figure 11 : Jardins dans la palmeraie de Tiout (photo. Remini, 2016)

Figure 12 : Arbres fruitiers dans les jardins de l'oasis de Tiout (Photo. Remini, 2013)

Figure 13 : Une poulie utlisée dans un des puits traditionnel des jardins de l'oasis de Tiout (Photo. Remini, 2015)

L'idée de construire les deux barrages sur l'oued Tiout

Le ksar de Tiout a été bâti durant l'année 1100 sur l'oued qui porte le même nom. Le choix du lieu est dicté par la présence d'une quantité importante de ressources sur le lit et les berges de l'oued. Plus de trentaine de sources d'eau ont été recensées. Les sources d'eau les plus débitantes au nombre de 13 sont reparties sur un tronçon de 500 m situé à 1 km à l'amont du ksar. Donc c'est une zone très riche en eau qui s'écoule sur le fond et les berges de l'oued. Des quantités énormes d'eau qui se perdent en permanence dans l'oued. Pour le captage et le transport de ces eaux vers la palmeraie et le ksar, deux variantes se présentaient devant les agriculteurs :

- Réaliser des foggaras de l'Ain qui consiste à capter les eaux de sources et de les drainer jusqu'aux jardins par galeries.
- Réaliser un barrage équipé de seguia pour véhiculer l'eau jusqu'aux jardins.

Pour des raisons technico-économiques, les ksouriens ont opté pour la conception du premier barrage ; celui d'en bas (barrage Tahtani, appelé barrage Ejoudare) qui se situe sur l'oued Tiout à environ 900 mètres à l'amont du ksar et à une côte égal à 1026. Il sert à capter et à stocker les eaux de l'ensemble des sources et de les restituer via l'unique seguia (Seguia Tahtania Cherkia) pour l'irrigation des jardins. Cependant avec le temps, les besoins en eau ont augmenté en fonction de l'accroissement de la superficie des nouvelles terres agricoles ainsi que l'agrandissement du ksar. Ces nouvelles terres sont situées à une côte plus élevée que celle de la seguia Tahtania Cherkia. Dans ce cas, l'irrigation par gravité est devenue impossible. Plus de 5 puits à balancier ont été mis en service pour élever l'eau de la seguia vers les terres hautes. Seulement avec le temps ce procédé hydraulique est devenu très pénible et peu efficace avec un faible rendement. Les oasiens ont eu l'idée de construire un deuxième barrage situé un peu plus haut que le premier. Appelé barrage El Foukani (le plus haut), il est situé à une côte de 1030 et à une distance de 1200m à l'amont du ksar. Ce barrage est dimensionné en tenant compte de la superficie des hautes terres à irriguer. Son emplacement est dicté par le nombre et le débit des sources d'eau. Vu le débit assez important restitué par les sources au niveau du barrage Foukani, deux seguias ont été conçues (Charkia et Gharbia). Le canal de la rive gauche (Cherkia) véhicule l'eau du barrage vers les jardins situés dans la partie haute de la palmeraie. La seguia Foukania Gahrbia transporte l'eau du barrage Foukani pour l'alimentation en eau du ksar. Une quantité d'eau complémentaire qui est destiné pour combler le déficit en eau enregistré par les 4 puits qui alimentaient auparavant la population du ksar.

Donc, l'eau en provenance du barrage était destinée à satisfaire la demande de la Mosquée, les toilettes publiques ainsi que le Hammam. L'eau s'écoulait 24/24 et le niveau d'eau dans le barrage affleurait avec le niveau de la digue. Ceci explique bien que le débit restitué par les résurgences (sources) est le même que celui drainé par les deux seguias (Gharbia Foukania et Cherkia Foukania). Le dimensionnement des deux seguias a été effectué sur la base du débit des sources existantes à l'amont du barrage. En plus les deux barrages jouent un grand rôle dans la régularisation des crues. Cette irrigation temporaire est indispensable pour la palmeraie. Une à deux crues par année chargées en éléments nutritifs est nécessaire pour le développement de la palmeraie. Ces inondations sont bénéfiques pour le sol et pour la plante. Il est à noter que lors de l'arrivée d'une crue toutes les vannes sont ouvertes pour laisser les eaux troubles inondent l'ensemble de la palmeraie.

Caractéristiques du système des barrages en cascades

Le système des barrages en cascade adopté par la population du ksar de Tiout est destiné à l'irrigation de la palmeraie (haute et basse) d'une superficie totale de 40 ha. Composé de deux barrages éloignés l'un de l'autre d'une distance de 350 m (fig. 14, 15 et 16). Ils s'alimentaient d'une trentaine de sources d'eau (dont 13 sources ont un débit appréciable) qui se situent sur le lit et les berges de l'oued (fig. 17). D'une architecture différente, le barrage Foukani (le grand barrage) qui a été bâti sur la partie haute de l'oasis est équipé de deux seguias : Gharbia (Rive droite) et Cherkia (Rive gauche) ainsi qu'une porte manœuvrable (Vanne) localisée à 1/3 de la longueur e la digue à partir de la rive gauche. Cette dernière a pour rôle d'évacuer les eaux de crues pour permettre aux eaux chargées d'inonder les terres de la palmeraie. Pour l'entretien de la retenue, l'évacuation des eaux du barrage par la vanne devient une nécessité.

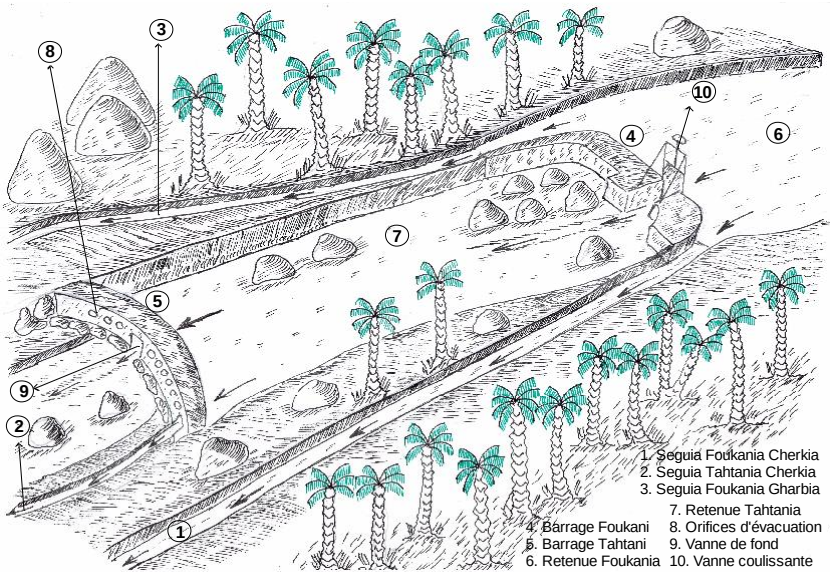

Figure 14 : Schéma synoptique du système de barrages en cascade de l'oasis de Tiout (Schéma Remini, 2019)

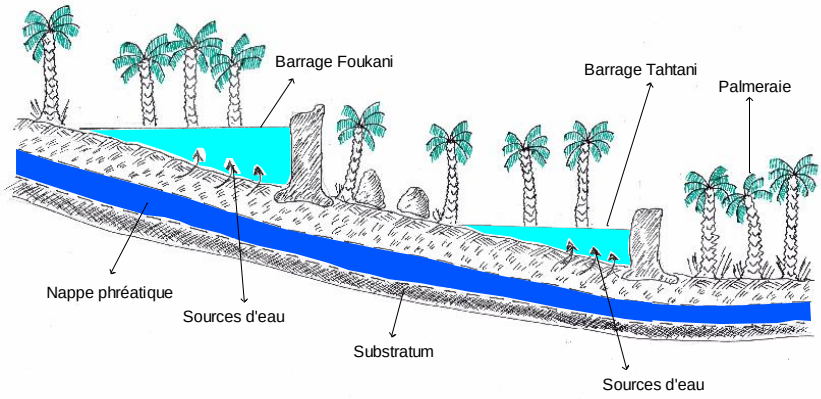

Figure 15 : Schéma synoptique de la coupe du système de barrages en cascade de l'oued Tiout (Schéma Remini, 2019)

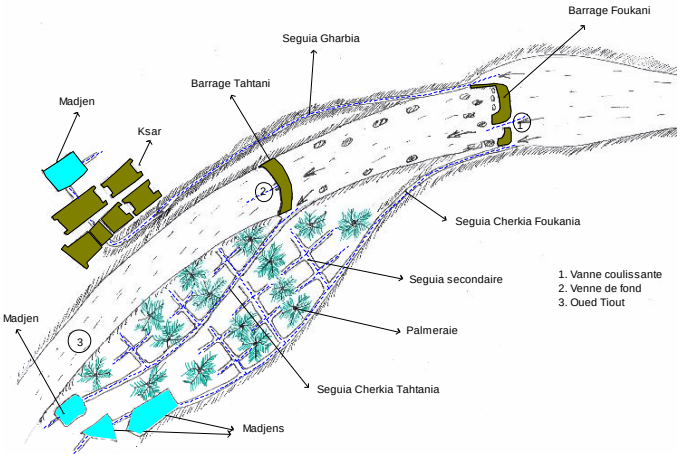

Figure 16 : Schéma synoptique de l'irrigation de la palmeraie et de l'alimentation en eau du ksar à partir des barrages en cascade (Schéma Remini, 2019)

Figure 17 : Une source d'eau sur le lit du barrage Foukani (Photo. Remini, 2018)

Le petit barrage ou le barrage Tahtani

Appelé par les ksouriens, le barrage Ejoudar, le barrage Tahtani est situé à 900 m à l'amont du ksar et à 350 m à l'aval du barrage Foukani. D'une capacité estimée à 70000 m^3 construit par les roches et le mortier de la chaux, le barrage Tahtani de longueur égale à environ 60 m et d'une hauteur moyenne de 2 m et d'une crête de largeur de 6 m (fig. 18, 19, 20 et 21). Le barrage est équipé d'une ouverture rectangulaire de 1m x 1m qui joue le rôle d'une vanne de fond (fig.

18). Neuf ouvertures circulaires de diamètre égal à 40 cm sont situées juste au-dessus de la vanne de fond (fig. 20). Le barrage est équipé aussi d'une ouverture frontale de section rectangulaire de la rive gauche qui est rattachée à la seguia Tahtania Cherkia qui est destinée à l'irrigation des jardins de la partie basse de la palmeraie. Ce barrage qui s'alimente par les sources d'eau est destiné à l'irrigation de la palmeraie basse. En période de sècheresse, le lac du barrage devient un point de plaisance te de repos pour la population ksourienne (fig.22).

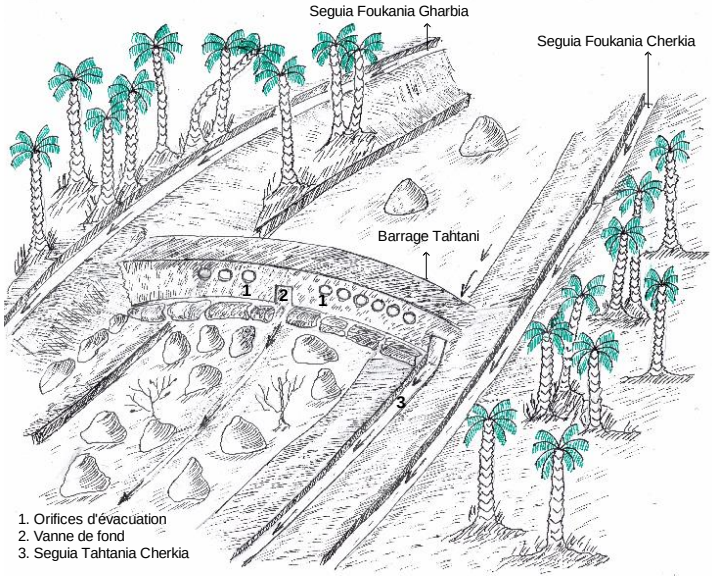

Figure 18 : Schéma synoptique du barrage Tahtani de l'oasis Tiout (Schéma Remini, 2019)

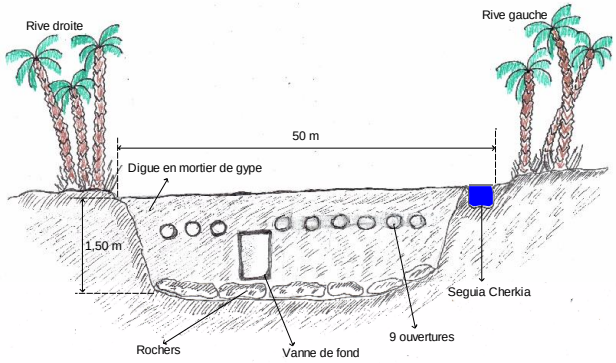

Figure 19 : Schéma d'une coupe transversale du barrage Tahtani (Schéma Remini, 2019)

Figure 20 : Une vue sur le barrage Tahtani (photo. Remini, 2018)

Figure 21 : La partie amont du barrage Tahtani (photo. Remini, 2018)

Figure 22 : Lac du barrage Tahtani, Un lieu de plaisance dans une region aride (photo. Remini, 2013)

Le grand barrage ou le barrage Foukani appelé localement barrage Grara.

Les eaux des sources sont collectées et stockées dans le barrage Foukani qui est situé à une côte égale à 1030 d'une capacité qui avoisine 75000 m^3 (fig. 23, 24 et 25). Le barrage a résisté à plusieurs crues, possède une digue de longueur égale à 25 m, arrondies aux deux rives. La hauteur de la digue avoisine les 2 m 30. La crête du barrage d'une épaisseur de 2 m inclinée vers l'aval pour faciliter les écoulements au-dessus de la digue en périodes de crues exceptionnelle (fig. 26, 27, 28 et 29). Il est équipé d'une vanne coulissante en acier de dimensions : 0,9 m X 2,50 m (fig. 30). La vanne a été placée à 1/3 de la longueur de la digue de la rive gauche à cause de la position du barrage qui se trouve sur la courbure de l'oued. Cette position de la vanne est corroborée par les dépôts vaseux charriés par les crues suite au ralentissement des écoulements provoqués par l'effet de la force centrifuge.

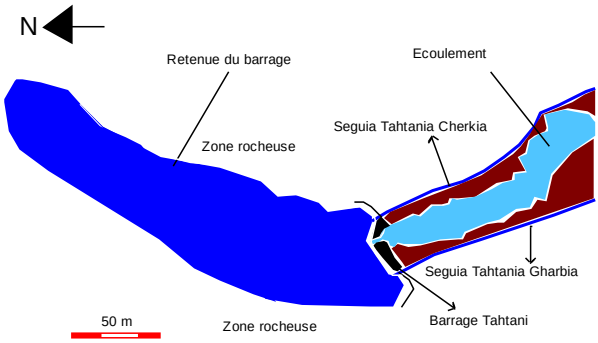

Figure 23 : Schéma synoptique du lac du grand barrage (Schéma Remini, 2019)

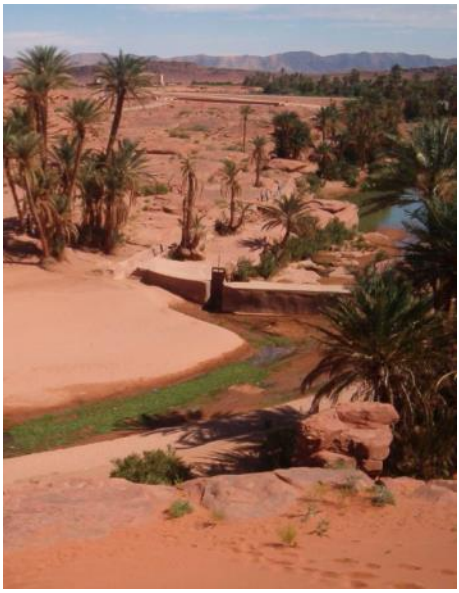

Figure 24 : Retenue du barrage vide à partir de la fin des années 90 (Photo. Remini, 2006)

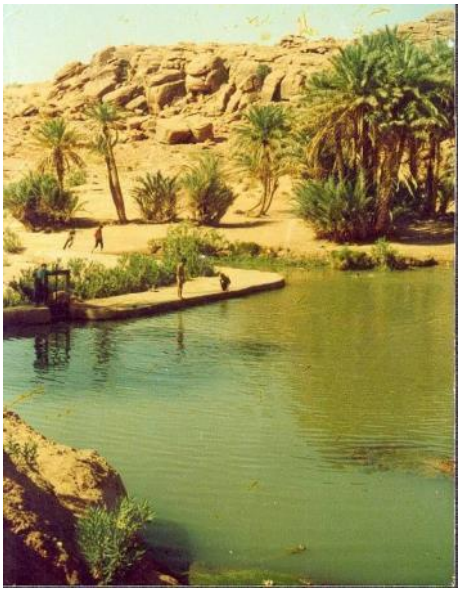

Figure 25 : Retenue du barrage Foukani remplie d'eau au début des années 80 (Photo. famille Rahou)

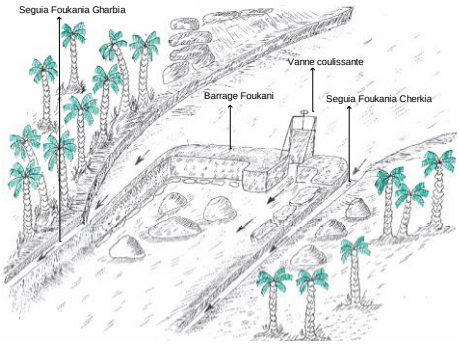

Figure 26 : Schéma synoptique du barrage Foukani de l'oasis Tiout (Schéma Remini, 2019)

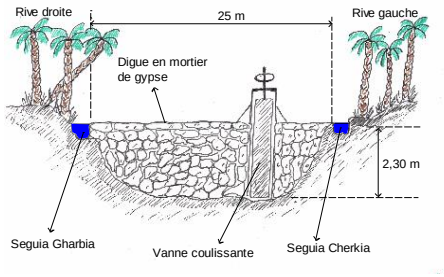

Figure 27 : Schéma synoptique de la digue du barrage Foukani (Schéma, Remini)

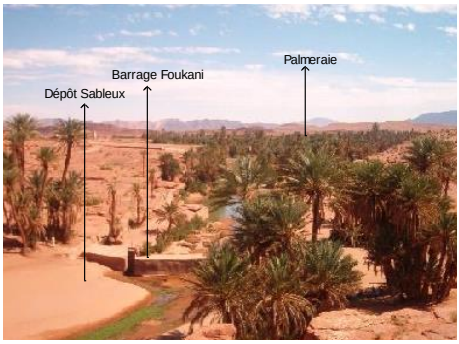

Figure 28 : Une vue générale sur le Barrage Foukani (photo. Remini, 2008)

Figure 29 : Digue du barrage Foukani (photo. Remini, 2008)

Figure 30 : Vanne coulissante du barrage Foukani (Photo. Remini, 2008)

Les Seguias principales

Le barrage Foukani, situé à la côte de 1030 est équipé de deux seguias : Gharbia et Cherkia de sections rectangulaires moyennes respectives 40 cm X 50 cm et 25 cm X 50 cm. Les deux seguias, de longueur de 1,5 km chacune, dont plus de 30% sont creusés et sculptés dans les roches dures. Le reste (70%) est construit en mortiers de la chaux et de granulats (fig. 31 et 32). La seguia Cherkia du barrage Foukani est destinée à l'irrigation des jardins de la partie haute de la palmeraie d'une superficie égale 30 ha. Par contre, la seguia Cherkia du barrage Tahtani est destinée à l'irrigation de la partie basse de la palmeraie d'une superficie égale à 10 ha. Des seguias secondaires en terres sont branchées à la seguia principale formant ainsi un réseau ramifié d'irrigation. A la fin de la seguia Cherkia se déverse dans deux Madjens communiquant entre eux (fig. 33 et 34). Destinée à l'alimentation du ksar, la seguia Foukania Gharbia d'une longueur totale de 1500 m après un parcours de 1300 m, elle passe sous le ksar pour se déverser dans un Madjen rectangulaire. Des ouvertures ont été réalisées le long de la partie de la seguia traversant le ksar qui sert des points de prélèvements d'eau. Des petits ouvrages comme des convergents et des canaux ont été réalisés sur les deux rives pour la collecte des eaux de ruissellement en période d'hiver (fig. 35 et 36).

Figure 31 : Une partie du seguia Charkia sculptée au milieu d'un sol rocheux (photo. Remini, 2006)

Figure 32 : Seguia Gharbia realisée avec le mortier de la chaux et les granulats (photo. Remini,2014)

Figure 33 : Madjen 1 qui reçoit le surplus de l'eau en provenance du barrage Foukani via la seguia Cherkia (photo. Remini, 2014)

Figure 34 : Madjen 2 qui reçoit le surplus de l'eau en provenance du barrage Foukani via la seguia Cherkia (photo. Remini, 2014)

Figure 35 : Système de collecte des eaux de ruissellement (Photo. Remini, 2013)

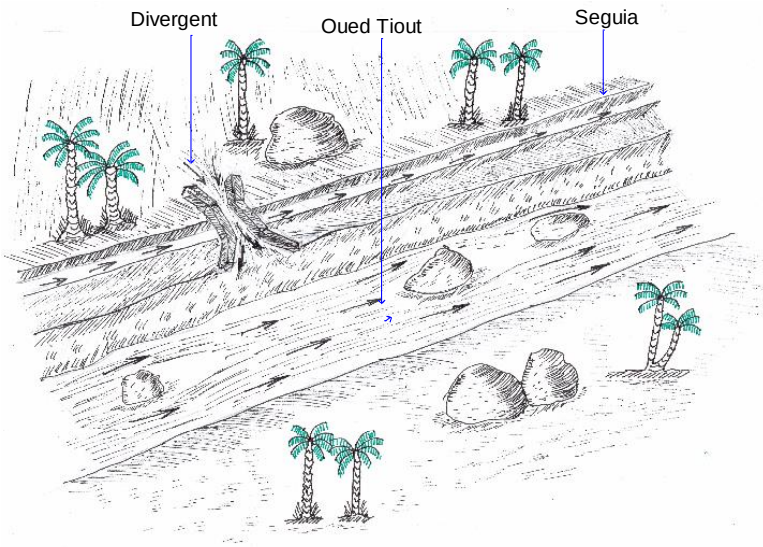

Figure 36 : Collecte des eaux de ruisselments dans la retene du barrage Tahtani (Schéma, Remini, 2019)

Matériaux utilisés dans la construction des barrages et seguias

Les barrages ont été construits avec des matériaux locaux : les roches ramenées des Djebels avoisinants et les granulats extraits du fond de l'oued de Tiout (fig. 37). Selon Rahou Kaddour, les barrages ont été réalisés par la population du ksar. Après avoir décidé du choix des sites, toute la population a participé à la réalisation des ouvrages durant plusieurs mois. Des moyens techniques rudimentaires comme : pioches, piquiers de fer, animaux (chevaux et ânes), cordes, tronc de palmiers ont été utilisés.

Figure 37 : Massifs rocheux de la région ; un gisement inépuisable en matière première de la chaux et de gypse (photo. Remini, 2017)

La réalisation du barrage a été effectuée par quatre équipes. Une première qui prépare des roches taillées. Plusieurs personnes sont accrochées dans les massifs rocheux avoisinants pour casser les grands blocs en roches de forme réduite. Grace aux animaux équipés par des couffins en feuilles de palmiers, les roches tailles en formes de briques sont transportées vers le site. La deuxième équipe installée dans l'oued est destinée à l'extraction des granulats qui seront mélangés avec le mortier de gypse. La troisième équipe est destinée à la préparation de la chaux et de gypse à partir des roches. A cet effet, 40 fours traditionnels ont été installés près du site selon Rahou Kadour. Certains ramènent les roches, d'autres ramènent le bois en continuité puisque les fours fonctionnaient 24/24 pour produire des tonnes de la chaux et de gypse. Après l'achèvement du barrage, la population a procédé à la réalisation des deux seguias frontales. Il y a des tronçons creusés dans la roche dure et d'autres

réalisés avec le mortier de gypse et des granulats. Une bonne organisation du chantier a été opérée par équipe avec un chef d'équipe. Le creusement se fait à tour de rôle. La durée de creusement est définie par la quantité de granulats extraite. Pour obtenir une pause, chacun des ouvriers doit remplir sa « Chachia » (genre de bonnet) par des granulats pour rejoindre la crête du barrage. Ensuite, c'est autour de la deuxième équipe de descendre pour réaliser la même tache avant de rejoindre le groupe à nouveau. Tour à tour jusqu'à la fin de la journée.

Problèmes de déterioration du système de barrages en cascade

Assechement des sources d'eau

Selon les témoignages des anciens ksouriens, le système de barrages en cascade de Tiout s'est dégradé à partir de la fin des années quatre-vingt. L'assèchement des sources d'eau est le véritable problème du déclin de ce système hydrotechnique (fig. 38). En effet, au début des années soixante, quelques motopompes ont été introduites dans l'oasis, mais au début des années quatre-vingt, ce mode de captage s'est accéléré. En plus, le développement socio-économique de la commune de Tiout ainsi que la démographie galopante de la population ont provoqué l'extension de nouvelles terres agricoles et de nouvelles habitations au niveau de la ville de Tiout. Ceci a été suivi par la multiplication des forages pour atteindre le nombre de 120. Ce phénomène s'est répercuté sur les apports d'eau souterraine au barrage, puisque les sources d'eau ont été vite asséchées ; le rabattement de la nappe a été impressionnant.

Figure 38 : Asseèchement de la garnde source d'eau appelée Ain Messaoud (photo. Remini, 2018)

Ensablement des barrages

Un autre problème se pose en périodes de crues ; il s'agit de l'ensablement et de l'envasement des deux barrages. Mais les oasiens entretiennent et dévasent le barrage à chaque crue tout en ouvrant la porte coulissante pour évacuer les sédiments sensés se déposer dans la retenue du grand barrage. En parallèle la vanne de fond du barrage Tahtani sera ouverte pour permettre aux eaux chargées de s'écouler vers la palmeraie. Les dépôts qui ne peuvent pas être évacué sous l'effet de la vitesse de soutirage, les agriculteurs à l'aide des moyens mécaniques nettoient et enlèvent le reste des dépôts dans les retenues et les seguias. Le choix du site du barrage Foukani n'est pas un fait de hasard, mais plutôt il est basé sur des connaissances et de savoir-faire. Ce choix a satisfait la condition de la côte du site qui a permet aux seguias d'atteindre la partie haute de la palmeraie (seguia Foukania Cherkia) et le ksar (par la seguia Foukania Gharbia). Non seulement les seguias doivent arriver à leurs destination, mais la détermination de l'itinéraire des seguias est recommandé afin de garder un écoulement permanent. C'est-à-dire, le débit fourni par les sources d'eau (répartis à l'amont du barrage) doit être égal au débit transporté par les seguias. C'est par la valeur de ce débit que les oasiens ont dimensionné les seguias tout en déterminant la section et la pente du canal. Le débit véhiculé par la seguia Cherkia doit satisfaire les besoins en irrigation de la partie haute de la palmeraie d'une superficie égale à 30 ha. Quant au débit véhiculé par la seguia Gharbia doit satisfaire les besoins en eau du ksar. Il est à noter que ce débit représente un volume complémentaire puisque le ksar s'alimente aussi par les eaux de 12 puits. Si le choix du site a été favorable de point de vue des apports d'eau (nombre de sources), cependant ce site est favorable aux dépôts des sédiments et de sable. Le barrage Foukani a été bâti sur une courbure (Nord-Est vers le Sud), les dépôts se forment surtout à chaque crue sur la rive gauche (force centrifuge) (fig. 39). Alors pour contourner ce problème, la vanne de fond du barrage a été réalisée à 1/3 de la longueur de la digue (soit 6 m environ) de la rive gauche. Elle se trouve en face des dépôts de sable (fig. 40). Une telle position donne une efficacité aux manœuvres de la porte coulissante en période de crues en évacuant ainsi le maximum de dépôts sableux (fig. 41). Il est à préciser que les matériaux déposés dans la partie centrale de la cuvette sont épargnés par les manœuvres de la vanne. D'une façon périodique, la vidange totale du barrage est recommandée pour le nettoyage de la retenue. Avec des moyens mécaniques, la population arrive à enlever le reste des dépôts. Seulement, une partie des matériaux soutirés se trouve piégée dans la deuxième retenue (petit barrage) et qui n'arrive pas à être évacuée vers l'oued Tiout par les chasses opérées au niveau du barrage Tahtani (fig. 42). La mixture évacuée

vers l'oued Tiout est très bénéfique pour l'irrigation des jardins et de la palmeraie à cause des apports de silts et des éléments nutritifs. La même opération de nettoyage de la retenue du barrage Tahtani par les moyens mécaniques aura lieu périodiquement. Ces quantités de vase sont récupérées pour les réutiliser dans l'amendement du sol de la palmeraie afin de minimiser la salinisation des sols. La vase est utilisée aussi comme matière première dans la construction et le crépissage des habitations du ksar.

Aujourd'hui, la dégradation du barrage a eu des répercussions néfastes sur le ksar, la palmeraie et les activités touristiques de la région. Si aujourd'hui, la digue du barrage est restée intacte, la retenue du barrage est par contre se trouve dans un état dégradant ; envasement et tarissement des sources d'eau. L'envasement de la retenue a été estimé à 50000 m^3 de vase, soit plus de 60 % de la capacité initiale (fig. 43 et 44). Le premier désenvasement mécanique par des engins a eu lieu en 2016 (fig. 45). Toute la vase déposée dans la retenue du barrage Foukani a été enlevée. Mais au mois de septembre de l'année 2017, une seule crue a drainé vers la retenue un dépôt sableux beaucoup plus important que la première (fig. 46). En 2018, Une deuxième opération de dragage mécanique par des engins a permis d'enlever plus de 60000 m^3 de sable (fig. 47). Pour plus d'efficacité, l'ancienne porte coulissante (dégradée) a été remplacée par une nouvelle porte (fig. 48 et 49). La dernière opération de nettoyage de la retenue par les engins a permis à quelques sources d'eau de renaître mais qui n'arrivent pas à remplir même pas la moitié de la retenue (fig. 47). La recharge artificielle de la nappe phréatique peut être la seule solution pour que ce système hydrotechnique ancestral revienne à son état initial.

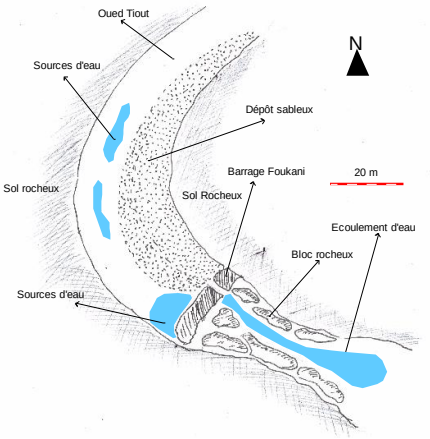

Figure 39 : Schéma probable des dépôts de sable dans la retenue du barrage Foukani (Schéma, Remini, 2019)

Figure 40 : La position de la porte coulissante en face du dépôt sableux (Photo. Remini, 2006)

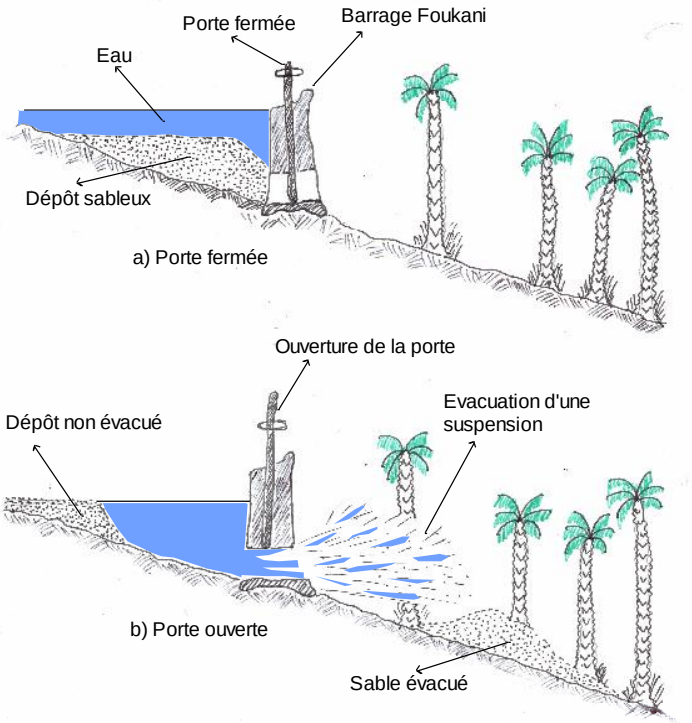

Figure 41 : Les effets des manœuvres de la porte coulissante du barrage sur le dévasement du barrage (Schéma, Remini, 2019)

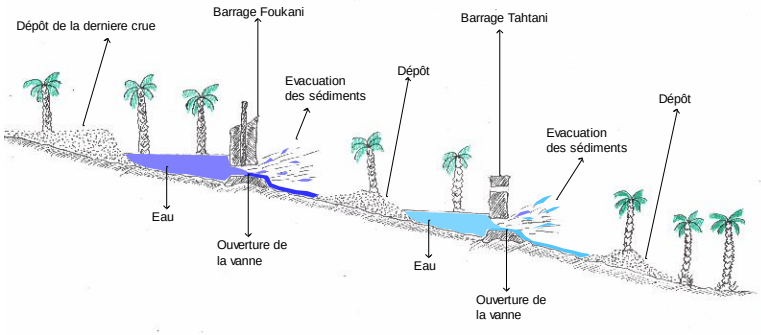

Figure 42 : Schéma simplifié de la méthode de chasse opérée au niveau des barrages de Tiout (Schéma, Remini, 2019)

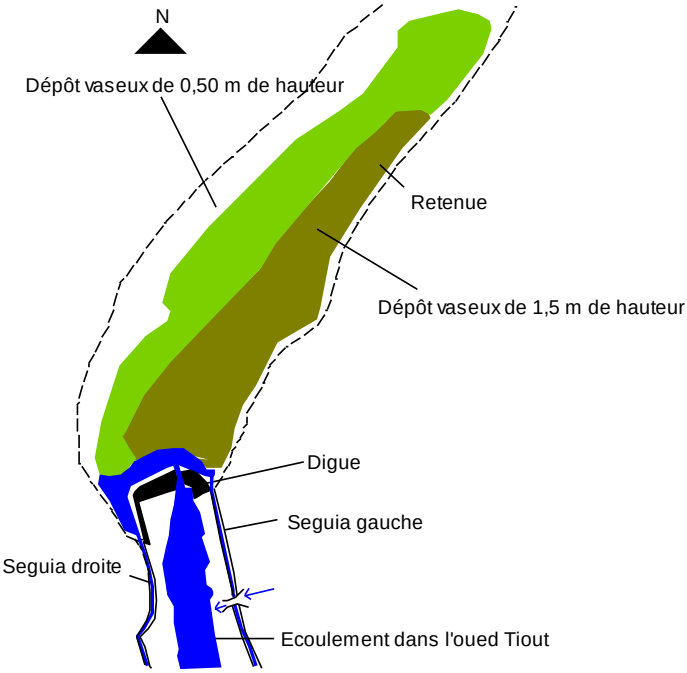

Figure 43 : Dépôts de vase dans la retenue du barrage Foukani en 2008 (Schéma, Remini, 2018)

Figure 44 : Dépôt sableux dans la retenue du barrage Foukani en 2008 éstimé à plus de 60% de la capcité initiale du barrage (photo. Remini, 2008)

Figure 45 : Premier dévasement mécanique opéré par des engins en 2016 (Photo. Remini, 2016)

Figure 46 : Septembre 2017, une seule crue a ramené une quantité superieure à celle dévasée en 2016 (photo. Remini, 2017)

Figure 47 : Janvier 2018, le dévasement à nouveau de la retenue du barrage Foukani par des engins mécaniques (Photo. Remini, 2018)

Figure 48 : Ancienne porte coulissante du barrage Foukani (Photo. Remini, 2013)

Figure 49 : Nouvelle porte coulissante du barrage Foukani (Photo. Remini, 2017)

Dégradation des seguias

Aujourd'hui, les seguias aussi sont dans un état critique. A l'aval des deux barrages, les 3 seguias sont, soient ensablés ou détériorés. Cependant seule la seguia Tahatania Cherkia qui est dans un état acceptable et elle est même en service puisqu'elle est utilisée pour transporter les eaux captées par un puits à motopompe (fig. 50). La seguia Foukania Gharbia a complètement disparue ; il ne reste que des vestiges (fig. 51). Par contre la seguia Foukania Cherkia, peut être réhabilitée, puisque certaines parties sont ensablées et d'autres dégradées (fig. 52 et 53)

Figure 50 : Seguia Tahtani Cherkia transportant l'eau du puits à motopompe jusqu'aux jardins (photo. Remini, 2015)

Figure 51 : Quelques vestiges de la seguia Foukania Gharbia (photo. Remini, 2009)

Figure 52 : Une partie de la seguia Foukania Charkia colmatée par la boue (photo. Remini, 2009)

Figure 53 : Une partie de la seguia Foukania Charkia déteriorée (photo. Remini, 2009)

CONCLUSION

Comme nous l'avons mentionné au début de cette étude que le système ancestral de barrages en cascade de l'oasis de Tiout est original. Deux barrages éloignés de 350 m l'un de l'autre, s'alimentent par 13 sources d'eau. Sans évacuateurs de crues, les deux barrages sont équipés par des seguias. Différent du barrage classique, le barrage de sources comme nous l'avons surnommé, fonctionne en continue avec le surplus d'eau, les seguias jouent le rôle du trop-plein. Dans ce cas, le barrage de sources est toujours rempli d'eau, les seguias véhiculent la même quantité d'eau restituée par les sources d'eau, on assiste à un écoulement permanent. Appelé barrage Foukani, le barrage d'en haut est équipé de deux seguias latérales. La seguia de la rive gauche (seguia Cherkia) irrigue la partie la plus haute de la palmeraie d'une superficie de 30ha. La seguia de la rive droite (Gharbia) alimente le ksar en eau. Le barrage Tahtani ou le barrage d'en bas est équipé d'une seule seguia, celle de la rive gauche (Cherkia) est destinée à l'irrigation de la partie basse de la palmeraie de 10 ha de superficie. Vieux de 7 siècles, ce système aujourd'hui ne fonctionne plus, puisque les apports en eau de sources sont pratiquement nuls. Les sources sont asséchées suite au rabattement de la nappe provoqué par le pompage de plus de 120 forages. Aujourd'hui, la réhabilitation du ksar Tiout s'impose par le retour des deux barrages en exploitation. La recharge artificielle de la nappe est une solution pour remettre les sources d'eau en service.

REMERCIEMENTS

Un long travail qui a duré 12 ans (période : 2006-2018). Sans la famille Rahou, cette étude ne voit pas le jour. Je tiens à remercier vivement les frères Rahou. Ils ont met tous les moyens nécessaires (transport, hébergement et archives) à la réussite de ce travail. Mes remerciements vont également à mes amis : Hocine et Mohamed ainsi que le Président d'APC de Tiout (Mohamed).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABIDI S., REMINI B. (2011). Les foggaras de Touat : la fierté de la population locale. Annales des Sciences et Technologie Vol. 3, N° 2, Décembre, pp. 107-113.

AIT SAADI H., REMINI B., FARHI A. (2015). Le ksar de Tiout (Algérie) : la maîtrise de la gestion de l'eau et de la protection de l'environnement. Larhyss journal, N°24, Décembre, pp. 243-261.

COTE M. (1998). Les oasis malades de trop d'eau ? Revue Sècheresse, numéro spécial Oasis. Vol. 9, n° 2, juin, pp. 123-130.

COTE M. (2006). Si le Souf m'était conté, comment fait et se défait un paysage. Édition Média-plus, Constantine. 135 p.

DUBOST D., MOGUEDET G. (1998). Un patrimoine menacé : les foggaras du Touat. Revue science et changements planétaires Sécheresse, numéro spécial Oasis, Vol.9, N° 2, pp.117-122.

MILOUDI A/M., REMINI B. (2018). The Ghout of Souf: An original hydroagricultural system. Géoscience Engineering. Vol. LXIV, No 3, pp. 30-37.

REMINI B. (2001). Méga-obstacles et dépressions topographiques; leur influence sur la dynamique éolienne et l'ensablement des espaces oasiens. Doctorat en Géographie. Université de Reims Champagne - Ardenne en lettres et Sciences humaines - option Géographie, Reims (France), juin, 200 p.

REMINI B. (2011). Les foggaras de la ceinture oasienne du Sahara : passé, présent et futur. Thèse de Doctorat en sciences Université de Biskra, janvier, 320 p.

REMINI B., ACHOUR B., OULED BELKHIR C., BABA AMAR D. (2012). The Mzab foggara: an original technique for collecting the water rising. J. Water Land Dev., No. 16 (I–VI, pp. 49–53.

REMINI B ET KECHAD R. (2011). Impact of the water table razing on the degradation of El Owed Palm Plantation (Algeria) Mechanisms and solutions. Geographia Technica, N° 1, pp. 48- 56.

REMINI B., ACHOUR B. (2013). The Qanat of the greatest western Erg. Journal American Water Works Association, Vol. 105, N° 5, May, pp. 104-105.

REMINI B., ACHOUR B., ALBERGEL J. (2011). Timimoun's foggara (Algeria): An heritage in danger DOI: 10.1007/s12517-010-0139-9 Arabian Journal of Geosciences (Springer), Vol. 4, N° 3, pp. 495- 506.

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. (2010). Les types de foggara en Algérie. Revue Sciences de l'eau (Canada- France). Vol. 23, N°2, pp. 105-117.

REMINI B., ACHOUR B. (2008). Vers la disparition de la plus grande foggara d'Algérie : la foggara d'El Meghier. Revue Sécheresse (France) en 2008. Vol. 19, N°3, pp. 217-221.

REMINI B., ACHOUR B. (2016). The water supply of oasis by Albian foggara: an irrigation system in degradation. Larhyss Journal, N°26, Juin, pp. 167-181.

REMINI B., ACHOUR B. (2017). The Foggara of Moghrar (Algeria): An irrigation system millennium. JOWSET. Vol. 2, N°1, pp. 111-116.

REMINI B. (2017). La foggara de Tadmait : sans énergie de l'eau du sous-sol à la surface du sol. Larhyss Journal, N°32, Décembre 2017, pp. 301-325.

REMINI B., REZOUG C. (2017). La khottara de la Saoura : un patrimoine hydraulique en déclin. Larhyss Journal, N° 30, Juin, pp. 273-296.

REMINI B. (2018). Les foggaras de l'oasis de Ghardaïa (Algérie) : le partage des eaux de crues. Larhyss Journal, N°36, Décembre, pp. 157-178.