



## LA KHOTTARA DE LA SAOURA : UN PATRIMOINE HYDRAULIQUE EN DECLIN

### THE KHOTTARA OF SAOURA: HYDRAULIC HERITAGE IN DECLINE

*REMINI B.<sup>1</sup>, REZOUG C.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Département des Sciences de l'Eau et Environnement, Faculté de Technologie,  
Université Blida1, Blida 9000, Algérie,

<sup>2</sup>Département d'Hydraulique, Université de Bechar, Algérie.

*reminib@yahoo.fr*

#### RESUME

Dans le présent article, nous examinons une des particularités de la vallée de la Saoura. Il s'agit de la technique de puisage des eaux souterraines. Il s'agit des puits à balancier appelé Khottara. Des missions ont été effectuées durant les années 2013 et 2014 dans les oasis de Igli, Kerzaz, Beni Ikhlef, El Ouata, Guerzim et Beni Abbes. Des enquêtes et des investigations ont été menées auprès des agriculteurs et de la population ksourienne dont il ressort que plus de 1200 Khottras ont été creusées dans les oasis limitrophes à l'oued Saoura sur une longueur de 100 km en allant de Beni Abbes jusqu'à Kerzaz. Plus de 600 Khottaras ont été réalisés uniquement dans l'oasis de Kerzaz. Cependant l'introduction de la motopompe dans les oasis et les crues drainées par l'oued Saoura ont engendré l'abondant du système ancestral.

**Mots clés :** Vallée de la Saoura – Eau souterraine – Khottara – Motopompe - Oasis

#### ABSTRACT

In this article we examine one of the peculiarities of the Saoura valley. This is the operating technique of the groundwater. These are the pendulum wells called Khottara. Missions were carried out during the years 2013 and 2014 in the oases of Igli, Kerzaz, Beni Ikhlef, El Ouata, Guerzim and Beni Abbes. Investigations and investigations were carried out among farmers and the

Ksourian population. It is clear that over 1200 Khottras have been dug in the oasis bordering the Saoura River for a length of 100 km (from Beni Abbes to Kerzaz). More than 600 Khottaras were made only in the oasis of Kerzaz. However, the introduction of the motor-driven pump into the oases and floods drained by the Saoura river has produced the abundant ancestral system.

**Keys words:** Saoura vally – Groundwater – Khottara- Pump- Oasis

## **INTRODUCTION**

Les régions hyper arides enregistrent une faible pluviométrie annuelle ne dépassant pas les 100 mm. Cependant des crues occasionnelles peuvent drainer des apports d'eau assez importants qui peuvent provoquer des dégâts humains et matériels. Malheureusement ces quantités d'eau ne peuvent pas être stockées à l'air libre. Une partie d'eau s'infiltrer pour recharger la nappe aquifère. Une autre partie s'évapore dans l'atmosphère. Pour alimenter la population en eau et irriguer les palmeraies, diverses techniques de captage des eaux souterraines ont été inventées par les agriculteurs durant des siècles. Dans le Sahara Algérien, et particulièrement dans les oasis de Touat et Gourara, les oasiens utilisent depuis plus de 10 siècles, le système des foggaras qui exploitent les eaux de l'aquifère du Continental Intercalaire (Remini et al. 2011 ; Remini et Achour, 2016). Dans la vallée de M'zab, une foggara a été réalisée pour capter les eaux les eaux de crues (Remini et al. 2012). Dans l'oasis de Tiout, c'est un barrage ancestral qui stocke les eaux de sources les utiliser dans l'irrigation des jardins de l'oasis (Ait Saadi et al, 2016). Dans le présent article, nous examinons une partie des oasis de la vallée de la Saoura qui utilise la Khottara ; un puits balancier pour le captage des eaux de la nappe phréatique. Le fonctionnement et le rendement des Khottaras feront l'objet de cette étude.

## **REGIONS D'ETUDES ET METHODE DE TRAVAIL**

### **Situation et caractéristiques de la région d'étude**

Les crues occasionnelles enregistrées dans l'oued Saoura une à deux fois par année sont rapides et violentes. Les apports d'eau sont souvent importants ce qui provoquent des inondations répétitifs des palmeraies situées sur l'oued Saoura. D'une longueur dépassant les 250 km, d'une largeur très variables allant de 100 à 1000m et d'une pente moyenne du lit égale à 0.0007m/m, l'oued

Saoura prend naissance au point de confluence des oueds : Zouzfana et Guir au niveau de l'oasis d'Igli et se termine jusqu'à la région de Foum El Kheng avant d'atterrir dans la Sebkhah El Malah. L'oued Saoura a creusé son itinéraire à la frontière sud-ouest du Grand Erg Occidental. La dynamique éolienne du Grand Erg Occidental engendre des dépôts périodiques du sable au fond du lit. Par contre, les crues en provenance des oueds : Guir et Zouzfana sculptent et façonnent l'oued Saoura. Les oasis situées le long d'oued Saoura sur 170 km comme Igli, Beni Abbas, El Ouata, Guerzim, Kerzaz, Ouled Khoudir et Ksabi offrent un paysage original d'une région hyper aride différente de Touat et de M'zab. C'est ainsi qu'on trouve des dunes de sable du Grand Erg Occidental, le massif rocheux d'Ougarta, la Hamada de Guir et l'eau de l'oued Saoura. Avec un décor aussi exceptionnel, les oasis de la Saoura sont situées sur l'oued entre les dunes du Grand Erg Occidental par la rive gauche et les escarpements de la Hammada du Guir ainsi que les chaînes d'Ougarta par la rive droite (fig.1). La zone d'étude composée des oasis : Igli, Beni Abbas, El Ouata, Guerzim, Beni Ikhlef et Kerzaz est située à environ 900 km à vol d'oiseau au sud-ouest d'Alger (fig.2).

### **Investigations et enquêtes**

Pour comprendre le système de puisage utilisé dans les oasis de la Saoura, nous avons organisé une première mission en 2013 dans les oasis de la vallée de la Saoura, plus particulièrement dans les oasis d'Igli, Kerzaz, Beni Ikhlef, El Ouata, Beni Abbas et Guerzim. Sur les lieux, nous avons été impressionnés par le nombre des puits à balancier réalisés dans les palmeraies. Ils sont partout près des ksours derrière les dunes et au milieu de la palmeraie. D'ailleurs selon les agriculteurs, le mouvement des balanciers ne s'arrêtaient jamais pendant toute la journée durant les années soixante-dix. Des enquêtes et des investigations ont été menées dans plusieurs Khottaras Une deuxième mission sur la même région d'étude a été effectuée durant le mois de janvier de 2014 qui nous a permis de compléter la première étude. C'est ainsi que des discussions et des enquêtes ont été effectuées auprès des agriculteurs et de la population ksourienne pour combler le manque de données.

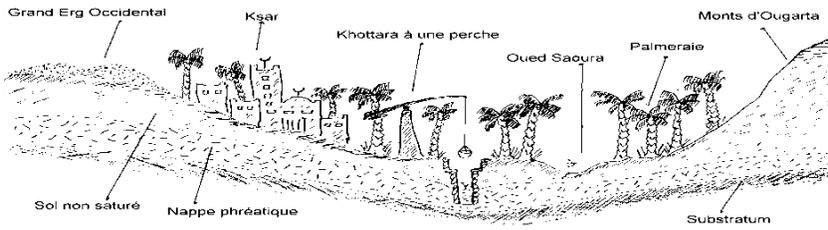


Figure 1 : Schéma simplifié d'une oasis de la Saoura (Schéma Remini, 2017)

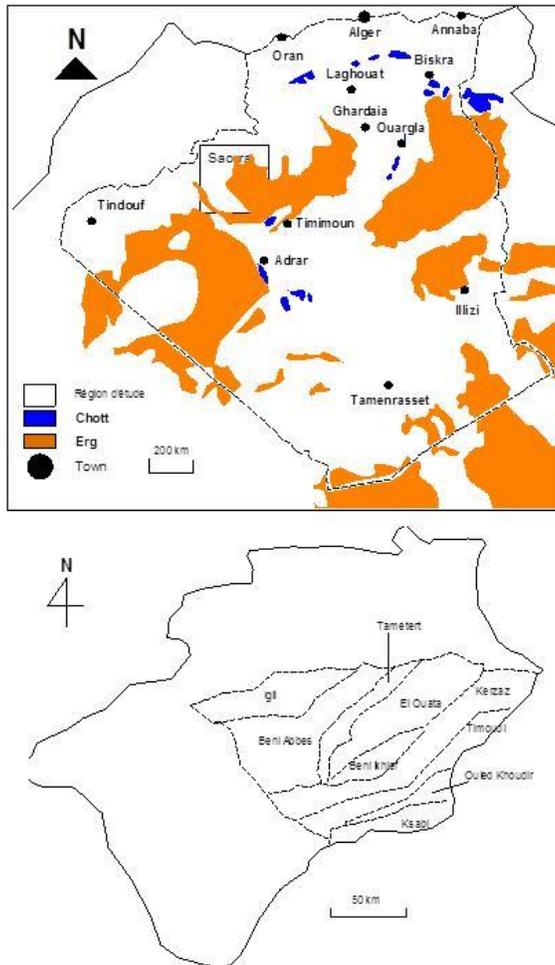


Figure 2 : Situation géographique de la région d'étude (Remini, 2017)

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### **La Saoura : Le pays des Khottaras**

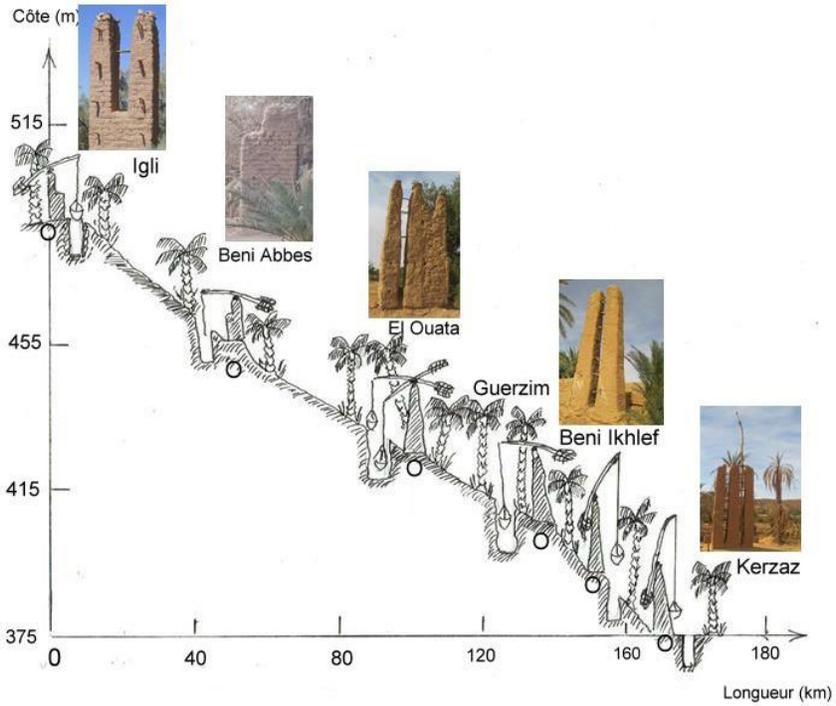
Deux types d'irrigation sont pratiqués dans la Saoura. Une irrigation occasionnelle et naturelle provoquée par les crues. Chargées avec des limons et des éléments nutritifs, les crues inondent les palmeraies une fois par année au minimum. Ceci engendre un lessivage total du sol. Tout le sel déposé est complètement évacué. Le sol est amendé à chaque crue. Une partie des eaux de crues s'infiltré dans le sous-sol pour réalimenter la nappe phréatique et permet ainsi au niveau du plan d'eau de remonter dans les puits. On parle de l'irrigation permanente. En période de sècheresse, les agriculteurs irriguent leurs jardins par les eaux de puits à balancier.

Le long de l'oued Saoura en partant de l'oasis d'Igli jusqu'à l'oasis de Kerzaz sur une distance de 100 km en passant par les oasis de Beni Abbes, El Ouata, Guerzim, Beni Ikhlef, des palmeraies se sont développés depuis des siècles grâce à des khottaras réalisées avec des moyens rudimentaires le long de l'oued Saoura (fig. 3). Plus de 1500 khottaras ont été réalisés au niveau de ces oasis, dont plus de 600 Khottaras sont localisées dans l'oasis de Kerzaz : la capitale des Khottaras. On les retrouve partout dans la palmeraie et sont orientées dans toutes les directions. Dès fois, ils sont à moins de 50 m l'un de l'autre (fig. 4 et 5). L'hydrogéologie de la région a imposé le type de la technique de captage des eaux souterraines. La faible profondeur du niveau de la nappe phréatique qui varie entre 4 et 7m a encouragé les oasisiens à réaliser les puits à balancier.

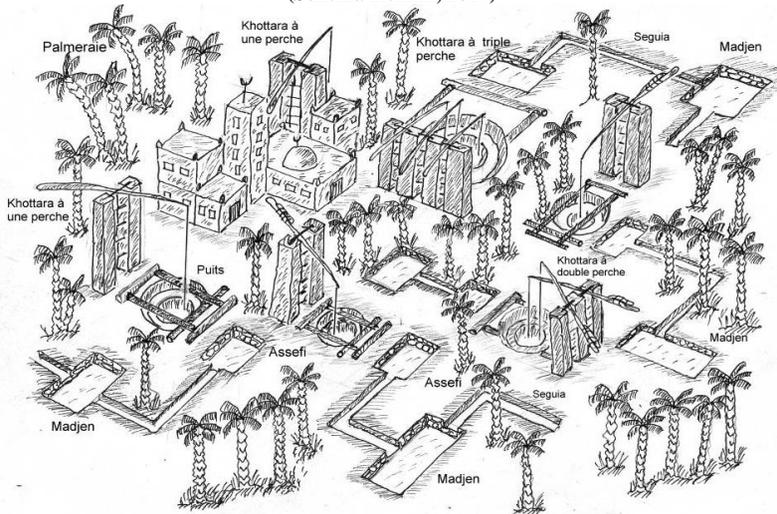
### **La Khottara : l'originalité de la Saoura**

Appelée Khottara, le puits à balancier de la Saoura est un appareil puisatier original, de par sa grandeur et son pied droit en argile d'une hauteur dépassant les 6 m. La khottara de la Saoura est composée de 4 éléments (fig. 6):

- Le Montant (pied droit)
- Le balancier
- L'axe de rotation
- Le Delou



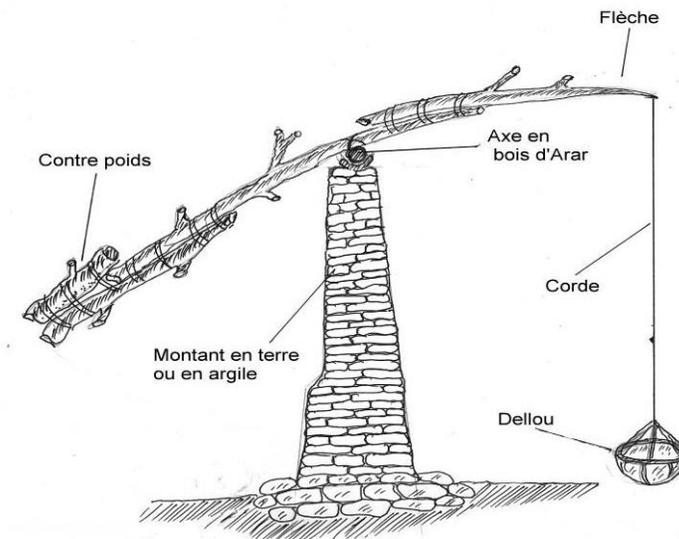
**Figure 3 : Schéma synoptique des oasis à Khottara le long d'oued Saoura (Schéma Remini, 2017)**



**Figure 4 : Schéma d'une vue générale d'une oasis de la Saoura (Schéma. Remini, 2014)**



**Figure 5 : Le reste des khottaras : Montants bâtis en terre dans une palmeraie de l'oasis Beni Ikhlef (Photo. Remini, 2014)**



**Figure 6 : Schéma simplifié d'une Khottara de la Saoura (Schéma Remini, 2017)**

### ***Le montant***

L'élément fixe d'un puits à balancier est représenté par le montant ou le pied droit réalisé en matériaux locaux. Lors de nos missions dans la région de la Saoura, les montants des khottaras rencontrés sur notre itinéraire se ressemblent. C'est ainsi que les montants des khottaras des oasis : El Ouata, Beni Ikhlef, Guerzim et Kerzaz sont bâtis en terre.



a) Kerzaz (Remini, 2014)



b) El Ouata (Remini, 2014)



c) Beni Ikhlef (Remini, 2014)



d) Igli (Rezoug, 2013)



e) Kerzaz (Remini, 2014)



f) Beni Abbes (Remini, 2014)

**Figure 7 : Types de montants des Khottaras existants dans la région de la Saoura (photo. Remini, 2014)**

D'une hauteur de 6 à 7 m, le montant est réalisé avec deux poteaux de section rectangulaire placés parallèlement l'un à côté de l'autre espacés de 30 cm. D'autres types de montants ont été observés dans l'oasis de Kerzaz, ils sont réalisés en pierres et en argile mais l'architecture reste la même. Cependant dans les oasis d'Igli et de Beni Abbes, les montants des Khottaras visités présentent une architecture différente. Bâti en terre, ces montants ont une hauteur qui oscille entre 3 et 4 m (fig. 7).

### ***Le balancier***

L'élément mobile représenté par une tige d'arbre de type Arar qui représente le balancier et possédant la forme d'une perche de longueur totale de 10 m environ (fig. 8). Généralement, le balancier de la Khottara et une tige de l'arbre d'Arar qui commence par la partie épaisse (la queue) et se termine par la partie mince ; la flèche. C'est à l'extrémité de la flèche que la corde qui relie le Delou est attachée. Il est impossible de trouver une tige simple d'une telle longueur. C'est pour cette raison que le fléau est composé de deux à trois tiges attachés par des fils solides (fig. 9).

### ***L'axe de rotation***

L'axe de rotation du balancier est une tige de bois Arar de 60 à 70 cm de longueur. Elle doit être rectiligne et bien taillée afin d'assurer les mouvements rotationnels avec moins de frottements. L'axe de rotation est attaché perpendiculairement au balancier et à  $\frac{2}{3}$  ou  $\frac{1}{2}$  environ à partir de la queue. L'ensemble (axe de rotation et la perche) est posé sur le sommet du montant pour assurer le basculement du fléau. Il suffit d'un faible effort appliqué sur la corde que ce soit un mouvement descendant ou ascendant pour faire basculer la tige. Deux types de balanciers ont été mis en évidence : Balancier à contre poids et balancier à long bras amont (fig. 10).



a) Au repos



b) En service

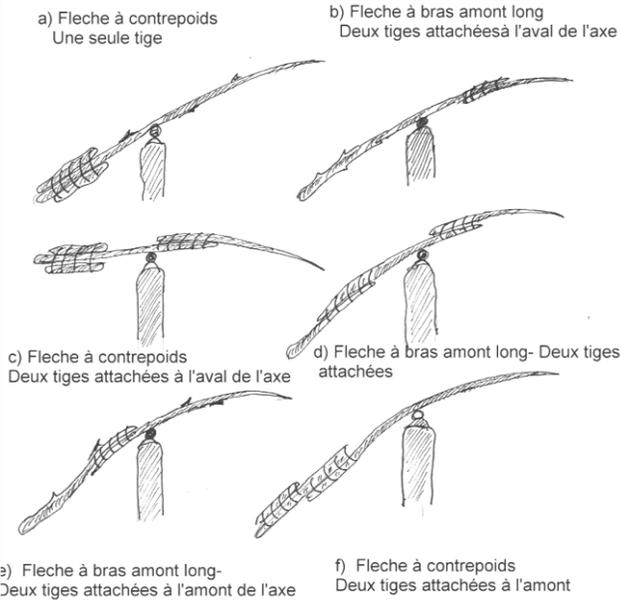


c) Bras aval

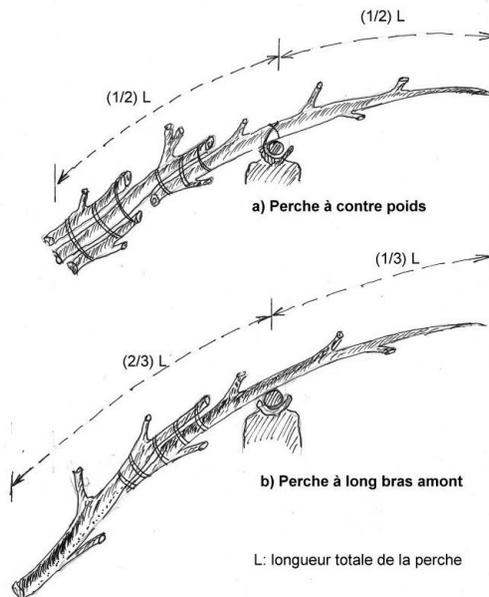


d) Bras amont

**Figure 8 : Le balancier d'une khottara de la Saoura (Remini, 2014)**



**Figure 9 : Schéma des balanciers des khottaras de la Saoura (Schéma Remini, 2017)**



**Figure 10 : Schéma du balancier utilisé dans les khottaras de la Saoura (Schéma Remini, 2017)**

### ***Le Delou***

Le Delou qui veut dire une poche de cuire, réalisée en peau de chèvre ou de chameau qui prend la forme d'une sphère ou d'un paraboloïde coupée au sommet lorsqu'elle est bien remplie d'eau. Pour avoir une ouverture rigide de la poche, un cercle de 30 cm de diamètre en bois d'Arar est attaché à l'ouverture souple de la poche. Une tige de 1 m de périmètre environ et de 1 à 2 cm d'épaisseur dont les deux extrémités sont reliées entre elles de telle sorte à former un cercle de diamètre de 20 à 30 cm. Selon Gatier (1995), le volume de Delou rempli d'eau varie entre 3 à 6 litres. L'ouverture de la poche de cuire est attachée directement au cercle de bois, l'ouverture devient rigide et permet à l'eau de remplir le seau rapidement. L'ensemble : la poche de cuire et le cercle de bois sont attachés par trois fils de 30 cm de long équidistants pour former une pyramide dont le sommet est relié à l'extrémité de la flèche par l'intermédiaire d'une corde de 10 m de longueur environ. Les quatre éléments (la poche de cuire, la corde, le fléau et montant constituent le système de puisage mécanique simplifié appelé la Khottara de la Saoura.

### **Types de Khottara**

Dans les oasis :Igli, Beni Ikhlef, El Ouata, Beni Abbes, Kerzaz, nous avons recensé trois types de Khottaras : Khottara à une perche, Khottara à double perches et Khottara à triple perches.

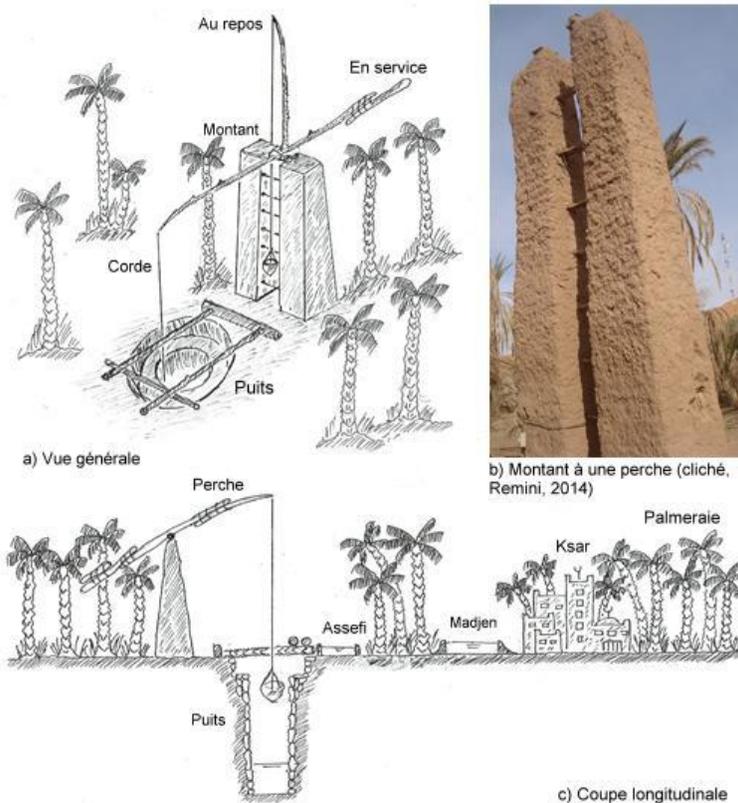
#### ***Khottara à une perche***

La majorité des khottaras existantes dans la région de la Saoura sont des khottaras simple équipée avec une perche (fig. 11). Il appartient à un agriculteur ou à la limite à deux. Le fonctionnement d'un appareil d'élévation d'eau à une perche est très simple et demande peu d'efforts. Au repos, la perche est positionnée verticalement. Une personne peut actionner la Khottara de la Saoura. Elle reste debout sur un tronc de palmier traversant le puits pour prendre en main la corde et permet de descendre et d'élever le balancier. Elle est peut être aidée par une personne qui reste derrière le montant pour élever le bras arrière du fléau et par conséquent l'abaissement du bras avant devient plus facile. Une fois le Delou (une poche de cuir) rempli d'eau est remontée à la surface, le puisatier la déverse dans un petit bassin appelé Assefi. La même opération se répète plusieurs fois durant la journée. Le scénario est multiplié par 1500 appareils de puisage dans les palmeraies de la Saoura, ce qui donne une

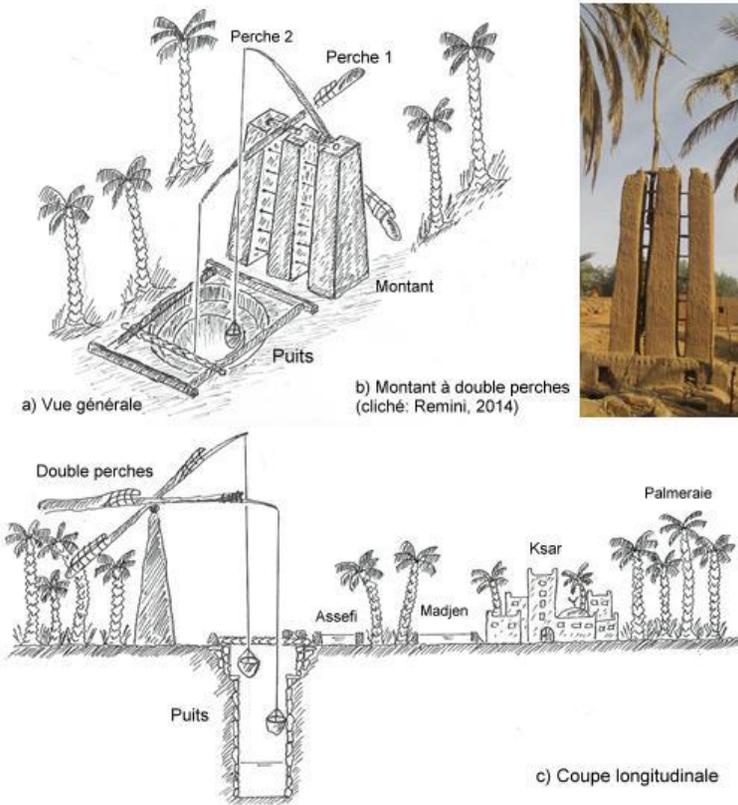
image exceptionnelle avec les mouvements rotationnels des balanciers au-dessus des palmiers.

### ***Khottara à double perche***

Généralement, la Khottara à double perches est un système de puisage collectif qui appartient à une ou à deux familles (fig. 12). Dès fois l'accroissement de la superficie du jardin exige un débit d'irrigation beaucoup plus important. Pour ce genre d'ouvrage, le madjen devient indispensable pour stocker l'eau prélevée avant le partage.



**Figure 11 : Schéma synoptique d'une Khottara à une perche (Schéma Remini, 2017)**

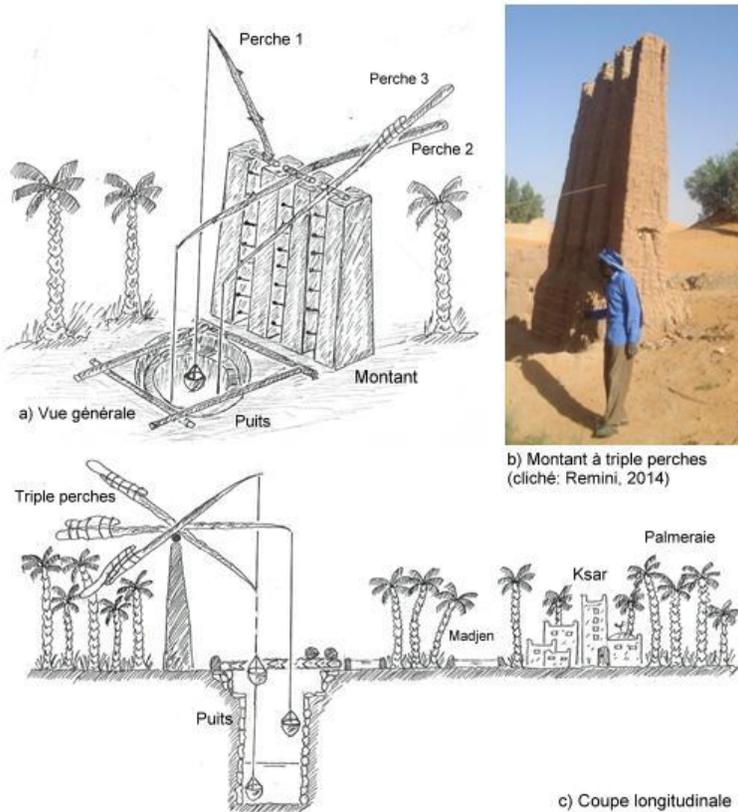


**Figure 12 : Schéma synoptique d'une Khottara à double perches (Schéma Remini, 2017)**

### ***Khottara à triple perche***

Dans l'oasis de Kerzaz nous avons trouvé des montants bâtis en terre de 4 poteaux qui permettent l'installation de trois perches. C'est énorme comme projet, que ce soit pour la réalisation du montant de plus de 6 m ou pour le creusement du puits de plus de 2 m du diamètre (fig. 13). C'est un ouvrage hydraulique qui appartient à un groupe d'agriculteurs. Le fonctionnement d'une Khottara à triples perches est beaucoup plus compliqué. Il exige une synchronisation entre le groupe qui gère l'appareil de puisage. Un tel appareil demande beaucoup de concentration et d'efforts. Descendre, le premier balancier, remonter le deuxième fléau et puis descendre la troisième perche et ainsi de suite pendant une à deux heures environ sans relâchement. Un tel travail permet d'obtenir un débit d'eau important égale à trois fois plus qu'à

celui d'une perche et par conséquent d'assurer une irrigation continue avec une superficie cultivable beaucoup plus importante. En plus, du petit bassin (Assefi), le système est équipé d'un madjen pour stocker l'eau de puisage.



**Figure 13 : Schéma synoptique d'une Khottara à triple perches (Schéma Remini, 2017)**

### ***Khottara à quatre perches***

Sur la base des informations des agriculteurs de l'oasis de Kerzaz, il existait des khottaras à quatre perches dans le village de Boumahouaed. Située à environ 80 km au sud-ouest de Beni Abbes, La petite oasis de Boumahouaed est localisée entre un massif rocheux et les dunes de l'Erg Erraoui (fig. 14). D'une superficie de 100 hectares, la palmeraie est irriguée par des puits à khottaras. Pour accroître le rendement du débit d'irrigation, certains puits sont équipés de quatre perches. Dans ce cas, le montant est bâti en terre et en enrochement avec 5 poteaux de hauteur de 4 à 5 m de hauteur (fig. 15).

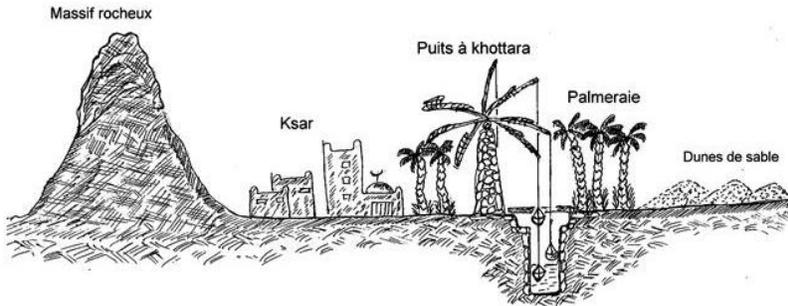


Figure 14 : Schéma synoptique de l'oasis de Boumahoued (Schéma Remini, 2017)

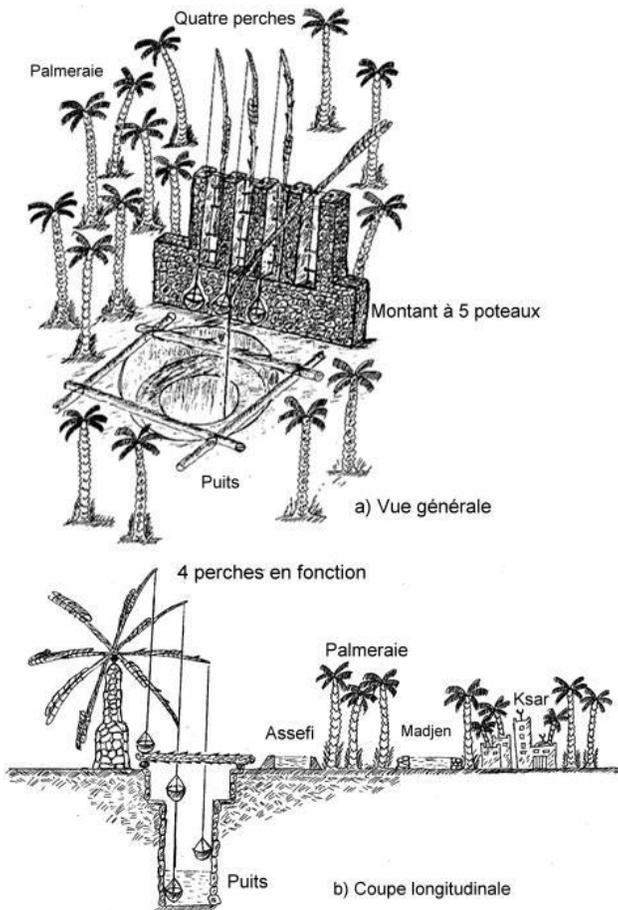


Figure 15 : Schéma synoptique d'une Khottara à quatre perches (Schéma Remini, 2017)

## **Fonctionnement des Khottaras dans la Saoura**

Trois parties composent le système Khottara : la première partie constitue le puits d'une creusé à une profondeur de 7 à 8m dans les oasis de Kerzaz, El Ouata, Beni Ikhlef et de 3 à 4 m dans les oasis d'Igli et de Beni Abbes (fig. 16). Pour ce type de puits (à balancier), c'est le niveau de la nappe qui détermine la profondeur, le diamètre du puits, la longueur du fléau et la hauteur du montant. Un tronc de palmier est disposé au milieu de l'ouverture du puits pour faciliter les manœuvres du balancier par puisatier (fig.17). La deuxième partie représente le système d'élévation d'eau composé d'un montant bâtis en terre ou en pierre, d'un fléau sous forme d'une perche avec un axe de rotation. Un Delou relié à une corde. La troisième partie est constituée par le réseau de distribution composé d'un petit bassin (Assefi) et des seguias en terre (fig. 18). Ce réseau est renforcé par un bassin en terre appelé Madjen pour les Khottaras à double ou à triple perches. Le Madjen est destiné à stocker les eaux en provenance du petit bassin Assefi. Une fois le Madjen est rempli d'eau, on procède à l'irrigation par la nouba, c'est-à-dire tour à tour. Réalisé en terre le Madjen facilite les infiltrations des eaux. Les agriculteurs implantent quelques palmiers à la frontière des réservoirs pour profiter de ces eaux (fig. 19).



**Figure 16 : Un puits dans l'oasis de Kerzaz (Cliché Remini, 2014)**



**Figure 17 : Des troncs d'arbres d'Arar et de palmiers placés sur le puits d'une Khottara de Kerzaz (Cliché Remini, 2014)**



**Figure 18 : Assefi dans l'oasis de Kerzaz (Cliché Remini, 2014)**



**Figure 19 : Un Madjen dans l'oasis de Kerzaz (Cliché Remini, 2014)**

### **Dimensionnement d'une Khottara**

La Khottara est l'un des plus grands ouvrages hydrauliques ancestraux les plus utilisés dans le Sahara Algérien. Si la foggara s'est développée dans la région de Touat et Gourara, par conséquent, la khottara a pris sa réussite dans la vallée de la Saoura. Elle est dotée d'un montant bâtis en terre d'une hauteur qui varie de 6 à 7m et d'un fléau en bois d'Arar d'une longueur moyenne de 10m. A titre d'exemple, pour construire une Khottara à une perche, il faut une quantité de 6,5 tonnes d'argile environ. Les dimensions moyennes relevées sur quelques khottaras de la Saoura (fig. 20 (a et b)).

Ces dimensions ne sont pas l'effet d'un hasard mais c'est le fruit d'un savoir-faire et du génie oasien. Les paramètres géométriques de la Khottara : hauteur du montant, la longueur du fléau, la profondeur et le diamètre du puits sont déterminés par l'hydrogéologie de la région. A partir de la profondeur du puits (déterminé comme la profondeur du niveau de la nappe plus 1 à 2m de sécurité), on détermine la longueur du fléau et le diamètre du puits. Sur la base des données collectées sur le terrain, nous avons illustré un exemple de dimensionnement d'une Khottara à une perche (fig. 21).

Dans l'oasis de Kerzaz, la profondeur du niveau de la nappe est à 6m, donc la profondeur à creuser est de 8m (plus 2m de sécurité). On prend la profondeur du puits  $H_0=8m$ . La descente du Delou du niveau du sol jusqu'à l'eau de la nappe engendre un angle  $\alpha$  entre la position initiale et finale (maximale) de la perche égal à  $90^\circ$  et  $100^\circ$ . Connaissant l'angle de rotation de la perche et la profondeur du Delou ( $h=6m$ ), on peut déduire la longueur du bras supérieur du fléau  $L$ , puisque la profondeur  $h$  n'est autre que la distance des de l'extrémité de la perche entre les positions initiale et finale. Dans ce cas :  $L = h / (2 \sin(\alpha/2)) = 5m$ . Dans ce cas on peut construire une perche de longueur de 10 m, l'axe de rotation sera placé au milieu et on ajout un contrepoids à l'extrémité du bras inférieur. Le montant sera bâti en terre d'une hauteur de 6m avec une quantité de 6,5 tonnes. Quant au diamètre du puits, il est déduit directement de la profondeur du Delou, c'est-à-dire :  $D = \text{fleche} + 2r$ . Avec la flèche =  $L(1 - \cos(\alpha/2))$ , le diamètre peut être pris égal à 2m. Pour une Khottara à triple perches avec un puits de faible profondeur (inferieur à 5m), il faut tenir compte de la longueur du Montant. Dans ce cas le diamètre du puits ne doit pas être inférieur à 1,5m.

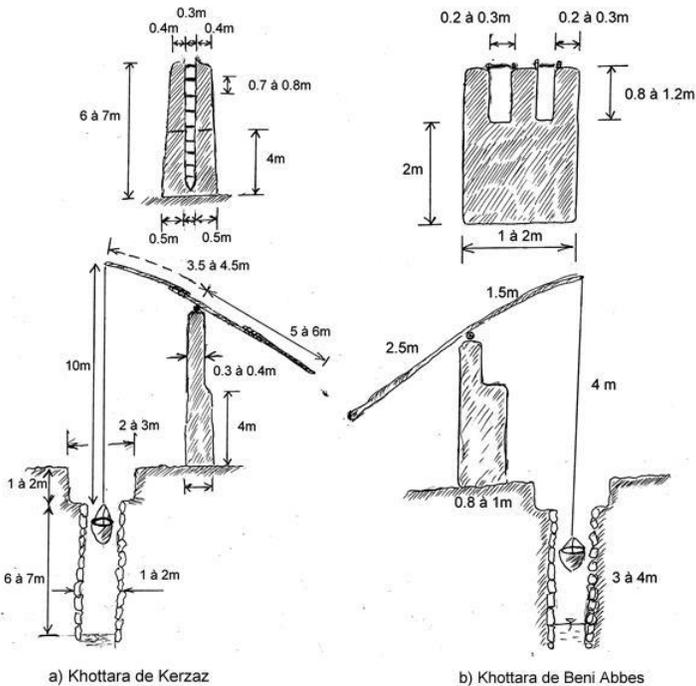


Figure 20 : Dimensions d'une Khottara de la Saoura (Schéma Remini, 2017)

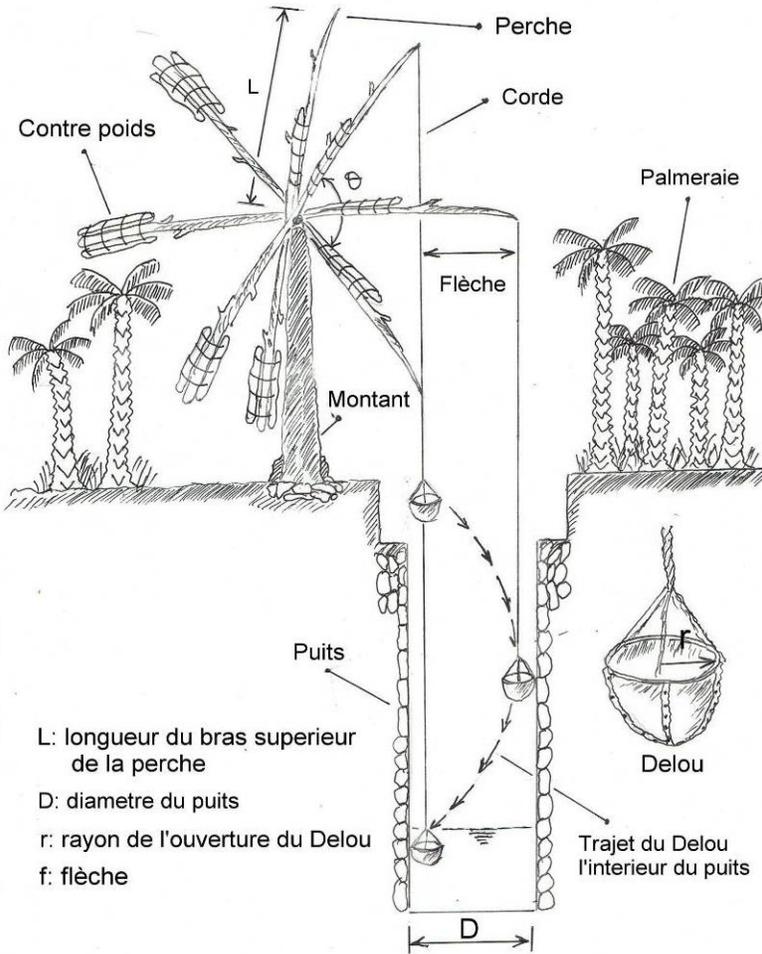


Figure 21 : Schéma simplifié d'une Khottara (Schéma Remini, 2017)

L'exécution d'un projet de Khottara n'est pas aussi simple puisqu'il demande plusieurs mois d'étude et de réalisation avec une participation de plusieurs ouvriers. Avant d'exécuter le projet d'une Khottara, par un groupe de 3 à 4 ouvriers, le lieu du creusement du puits est déterminé par un connaisseur en fonction du niveau piézométrique de la nappe. Une deuxième équipe de 2 à 3 ouvriers bâtissent le montant argileux après avoir récupéré un volume non négligeable de terre. Une troisième équipe de 1 à 2 ouvriers s'occupe de la réalisation du balancier. Pour la réalisation d'une Khottara à double ou à triple perches, le nombre d'ouvriers est multiplié par deux ou trois.

## Problèmes rencontrés par la Khottara

Aujourd'hui, nous assistons à la disparition totale de système hydraulique ancestral puisqu'il ne reste pratiquement aucune Khottara en service. L'effondrement des Khottaras est un phénomène courant. A chaque crue et inondation, on assiste à la disparition d'une dizaine de Khottaras. A titre d'exemple, la crue de 2008 a provoqué d'énormes dégâts, notamment le nombre des khottaras effondrées (fig. 22 et 23). L'entretien de ce système est une opération longue et pénible. C'est pour cette raison qu'il est impossible d'avoir une idée sur le nombre exact des khottaras réalisés dans la vallée de la Saouara. La dynamique éolienne du Grand Erg occidental engendre l'ensablement des palmeraies et plus particulièrement les Khottaras (fig.24). La lutte contre les dépôts sableux est devenue un travail quotidien. L'apport des motopompes dans la vallée de la Saoura a engendré l'abondant du balancier au détriment de la pompe (fig. 25). Durant les années quatre-vingt, plusieurs khottaras ont été délaissées au détriment des motopompes. Selon les témoignages des agriculteurs, les dernières Khottaras ont survécus jusqu'au début des années deux mille.



Figure 22 : Effondrement d'un Puits lors de la crue de 2008 (Photo. Remini, 2014)



**Figure 23 : Effondrement du montant d'une Khottara de l'oasis de Kerzaz lors de la crue de 2008 (Photo. Remini, 2014)**



**Figure 24 : Ensablement des Khottaras dans l'oasis de l'Ouata (Photo. Remini, 2014)**



**Figure 25 : Khottara équipée par une motopompe (Photo. Remini, 2014)**

## CONCLUSION

Comme nous l'avons mentionné au début de cet article, la Khottara : le puits à balancier de la Saoura est unique et originale au vue de sa grandeur et la spécificité de son montant bâtis en argile. La khottara de la Saoura peut élever l'eau d'une profondeur de 6 à 7 mètres. Une particularité dans l'oasis de Beni Abbes et d'Igli, le montant de la Khottara ne dépasse pas les 3 mètres. Plus de 1500 Khotteras ont été construites dans les oasis situées sur l'axe de l'oued Saoura. Il s'agit des oasis de Beni Abbes, El Ouata, Beni Iklef, Kerzas, dont plus de 600 ont été réalisés uniquement au milieu des palmeraies de Kerzas. Trois types de Khottaras ont été utilisés dans ces oasis. Il s'agit des Khottara à une perche, à double perches et à triple perche. Aujourd'hui, les Khottaras fonctionnent toujours mais la pompe a remplacé le balancier à cause des problèmes environnementaux et sociaux. Dans les oasis de la Saoura, il ne reste que les vestiges des montants, un patrimoine hydraulique mondial qui s'en va.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIT SAADI H., REMINI B., FARHI A., 2015. Le ksar de tiout (Algérie) : la maitrise de la gestion de l'eau et de la protection de l'environnement. Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°24, Décembre, pp. 243-261
- GAST M, 2015. « Delou », in 15 Daphnitae – Djado, Aix-en-Provence, Edisud («Volumes », no 15), 1995 [En ligne], mis en ligne le 01 juin 2011, consulté le 23 juillet 2016. URL : <http://encyclopedieberbere.revues.org/2232>
- REMINI B., ACHOUR B., 2016. The water supply of oasis by albian foggara: an irrigation system in degradation. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°26, Juin, pp. 167-181
- REMINI B., ACHOUR B. ET 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., 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): 49–53