



LE PARTAGE DES EAUX DE LA FOGGARA D'IRSAN DE L'OASIS D'IN GHAR (IN SALAH-ALGERIE)

SHARING THE WATERS OF THE IRSAN FOGGARA OF IN GHAR OASIS (IN SALAH-ALGERIA)

REMINI B.¹, GHACHI M.²

¹Département des sciences de l'eau et environnement, Faculté de Technologie,
Université Blida1, Blida 9000, Algérie,

²Département d'Hydraulique, Faculté d'Architecture et de Génie Civil,
Université de Chlef, Chlef 2000, Algérie,

reminib@yahoo.fr

RESUME

Le présent article examine les méthodes traditionnelles de partage des eaux de la foggara d'Irsan. Les investigations et les enquêtes menées durant les années 2013 et 2016 auprès de la population locale et les copropriétaires de la foggara d'Irsan ont montré que la distribution des eaux s'effectue par unité de volume. Les actionnaires reçoivent leurs parts d'eau au même moment. La quantité d'eau est fonction de la contribution de chaque agriculteur dans l'entretien de la foggara. C'est ainsi qu'une organisation constituée d'un Kial El Ma, Chahed et Cheikh Zemmam est née depuis plus de 9 siècles dont la fonction est de veiller au partage de l'eau entre les agriculteurs. Elle est équipée d'un matériel composé d'une chegfa (Débitmètre), Kasrias (ouvrage de partage) et un registre (pour enregistrer les opérations parts d'eau).

Mots clés: Foggara – Irsan –Oasis In Ghar – Partage –Eau.

ABSTRACT

This article examines traditional water-sharing methods of the Irsan foggara. The investigations and surveys in the years 2013 and 2016 with the local

population and the owners of the foggaras of Irsan showed that water distribution is carried out by unit volume. Shareholders receive their shares of water at the same time. The amount of water depends on the contribution of each farmer in the maintenance of foggara. Thus an organization consisting of Kial El Ma, Chahed and Sheikh Zemmam was born since more than 9 centuries whose function is to ensure the sharing of water between farmers. It is equipped with a material consisting of a Chegfa (Flowmeter), Kasrias (sharing structure) and a register (to record operations water shares).

Keywords: Foggara - Irsan - Oasis In Ghar - Sharing - Water.

INTRODUCTION

L'une des caractéristiques de la population oasienne est le travail de groupe (Touiza). A titre d'exemple, c'est toute la population locale qui est concerné par les projets d'entretien ou de réalisation comme la construction des ksours, l'entretien des foggaras, le creusement des puits, la lutte contre l'ensablement. Peut-être, ce sont les conditions difficiles de vie des zones arides qui ont engendré ce mode de travail collectif. La foggara ; un système hydraulique composé d'une galerie souterraine légèrement inclinée qui permet à l'eau de la nappe de s'écouler lentement pour atteindre la surface du sol (Remini, 2018 ; Remini et al, 2011 ; Remini, 2018). Découverte dans l'ancien Iran (Perse) depuis plus 3000 ans (Goblot, 1969 ; Goblot, 1973), la foggara appelée Qanat s'est propagée dans plus de 50 pays de la planète (Remini et al, 2014a). Une fois l'eau du sous-sol arrive sur le sol, elle sera partagée entre les membres du projet selon des règles ancestrales bien définies par le groupe des sages (Djamaa).

Dans cette étude nous abordons l'art de partage des eaux de la foggara d'Irsan creusée dans l'oasis d'In Ghar. La foggara d'Irsan est considérée comme la plus grande foggara de la région d'In Salah (Ghachi et Remini, 2018). Plusieurs agriculteurs ont contribué au creusement de la foggara dès le début du projet. Aujourd'hui, l'ouvrage d'art est devenu une propriété de 400 familles. Dans ce cas, l'eau de la foggara est partagée entre les abonnés de telle façon à respecter la règle : la part d'eau de chaque propriétaire est une fonction de sa contribution dans la réalisation ou l'entretien de la foggara. En d'autre terme, chaque effort est récompensé par un équivalent en quantité d'eau, c'est le concept du mérite qui est adopté (Remini et al, 2014b).

REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Situation et caractéristiques de la région d'étude

In Ghar une petite oasis située dans la wilaya d'In Salah à 1300 km à vol d'oiseau au sud-ouest d'Alger (fig. 1). In Ghar appartient à une zone hyper aride caractérisée par des températures qui peuvent atteindre 50°C durant la saison d'été. Située à la périphérie du plateau de Tadmaït, l'oasis d'In Ghar est périodiquement envahi par le sable en provenance des Ergs qui les entourent (fig. 2). En plus de difficultés de captages des eaux, les agriculteurs déploient des efforts pour lutter contre l'ensablement des habitations et des jardins (fig. 3). Pauvre en eau de surface, l'oasis d'In Ghar est riche en eau souterraine. En plus d'une nappe située sous les ergs qui s'alimentent par les crues qui s'évanouissent dans le sable, l'oasis d'In Ghar est située à la périphérie sud du plateau de Tadmaït lequel est considéré comme un château d'eau qui alimente les régions de Tidkelt, Gourara et Touat.

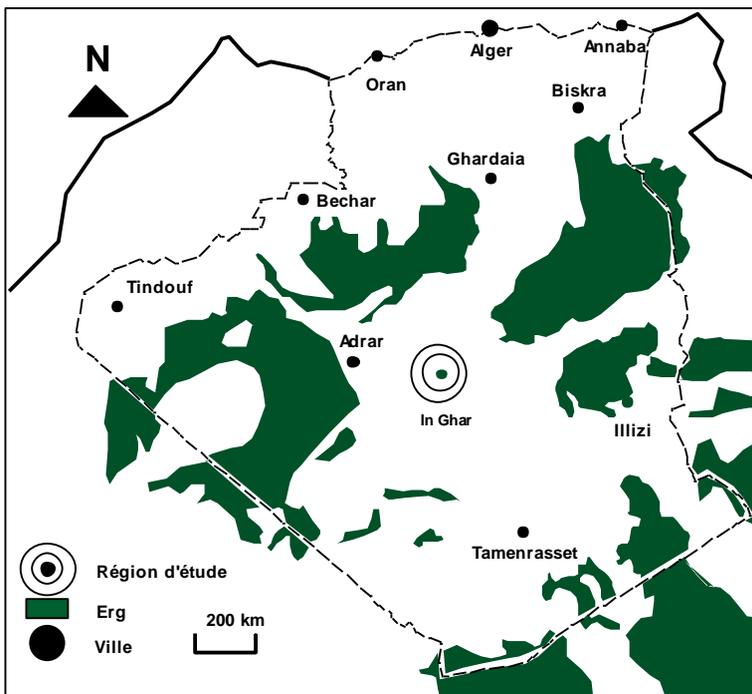


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude



Figure 2 : Vue générale de l'oasis d'In Ghar



Figure 3 : Segua couverte par des roches plates, un moyen de lutte contre l'ensablement

Enquêtes

Durant les années 2013 et 2016, nous avons mené deux missions de travail dans l'oasis d'In Ghar. Des investigations ont été menées sur les lieux de la foggara d'Irsan. Nous avons opéré des enquêtes auprès des copropriétaires de la foggara d'Irsan. Nous avons eu des réponses sur les questions du déroulement des opérations de partage et la mesure des parts d'eau. Des explications ont été données par le Kial El Ma sur l'utilité de la Chegfa lors d'une opération de

partage des eaux. Une démonstration de mesure de débit d'une foggara a été faite par le Kial El Ma.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Réseau de distribution

Un véritable méga projet ancestral, la foggara d'Irsan est considérée comme la plus grande foggara de la région de Tidikelt. D'une galerie de longueur de 9 km, équipé de plus de 600 puits d'aération et d'un canal principale d'une longueur de 200 m, est destinée à l'alimentation en eau du ksar et l'irrigation de la palmeraie (fig.4, 5 et 6). La foggara d'Irsan est muni d'un réseau de distribution constitué d'une multitude de kasriates de dimensions différentes (Kasria principale, secondaire, tertiaire et multiple) qui servent à partager l'eau (fig.7, 8 et 9). L'eau arrive aux Madjens individuels (bassins de stockage) des copropriétaires par l'intermédiaire des seguias, siphons et tube en U de dimensions différentes. L'eau parvient aux Geumouns à partir des Madjens (fig.10).

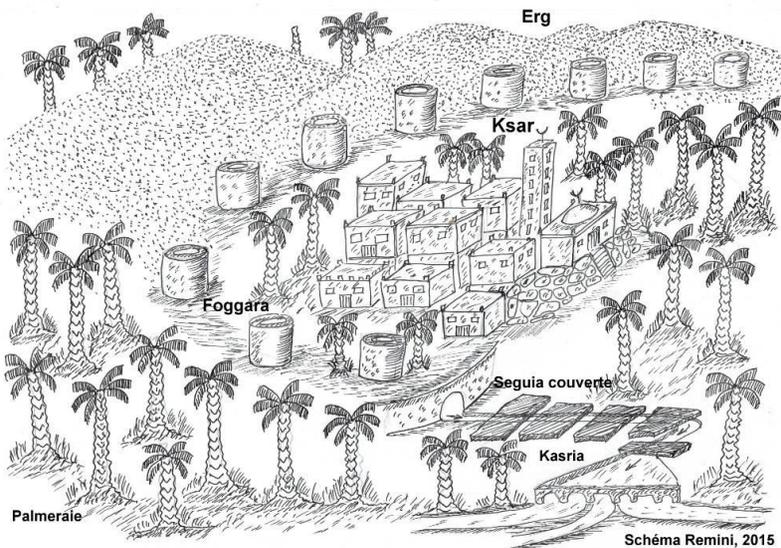


Figure 4 : Schéma synoptique d'une foggara de la région de Tidikelt

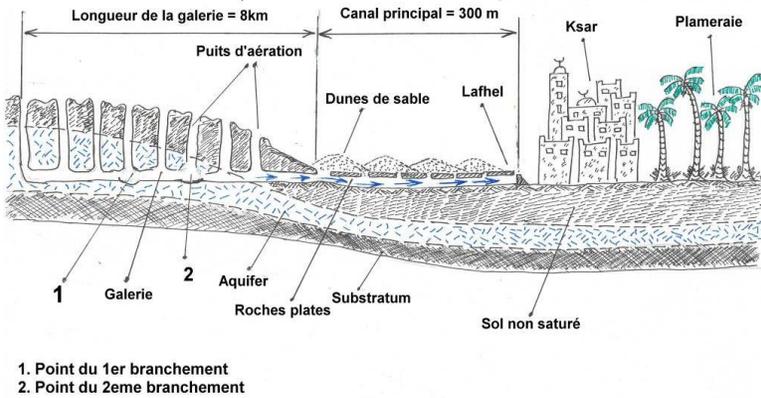


Figure 5 : Schéma synoptique de la foggara d'Irsan (Ghachi et Remini, 2018)



Figure 6 : Canal principale la foggara d'Irsan (photo. Auteurs, 2013)



Figure 7 : Kasria secondaire de la foggara d'Irsan



Figure 8 : Kasria Tertiaire de la foggara d'Irsan



Figure 9 : Kasria multiple de la foggara d'Irsan



Figure 10 : Un Guemoun (jardin) dans la palmeraie d'Irsan

Principe de mesure adopté dans l'oasis In Ghar

Principe de partage

Le principe de mesure de débit utilisé par les oasisiens d'In Ghar est basé sur la méthode volumétrique, elle est de même type utilisée dans les oasis de Touat et Gourara (Remini, 2011). Considéré comme la meilleure méthode de quantification, la méthode volumétrique est fondée sur l'unité de volume, les copropriétaires reçoivent leur part d'eau en même moment. Contrairement la méthode horaire, les copropriétaires reçoivent leur débit un après l'autre c'est à dire tour à tour, il est à noter la part de chaque participant une fonction de sa contributions dans la réalisation, ou l'entretien et le développement de la foggara (Remini, 2011).

Les principaux éléments d'une opération de partage des eaux

La foggara d'Irsan est un ouvrage d'art hydraulique collectif. Le creusement et l'entretien s'effectue par un groupe de copropriétaires. Une fois le projet est achevé et l'eau s'écoule sur la surface du sol, elle sera partagé entres les participants selon la règle : « La part d'eau est fonction de la contribution soit au creusement ou à l'entretien de la foggara ». Toute une organisation sociale a été constituée depuis plus de 9 siècles. Elle est composée d'un Kial El Ma, un ou deux témoins et Saheb Zemmam. Les oasisiens ont inventé leur débitmètre ancestral de mesure des parts d'eau, il s'agit de la Chegfa. Ils ont mis en évidence leurs propres unités de mesure.

- **La kasria : Un ouvrage de partage des eaux**

A la sortie de la galerie, l'eau est divisée entre les copropriétaires de la foggara. C'est la kasria qui le rôle de la répartition de l'eau. De forme d'un petit réservoir triangulaire dont le sommet coïncide avec l'entrée d'eau et dont la base est percée par des ouvertures non identiques sous forme d'un Machte (fig.11 et 12). D'origine le Machte est une roche plate très dure de forme rectangulaire percée par des ouvertures bien sculptées. A partir de ces ouvertures des seguias en argile prennent naissance vers d'autres kasriates et les madjens. C'est à la sortie des ouvertures qu'on mesure les débits et les parts d'eau.



Figure 11 : Kasria de forme triangulaire **Figure 12 : Machte d'une kasria**

- **Le Kiel El Ma : le cerveau du partage**

Le Kial El Ma ou le mesureur d'eau est le personnage le plus sollicité dans le ksar (fig. 13). Kial El Ma, un homme de confiance et un connaisseur qui maîtrise bien les calculs. Il intervient dans toutes les transactions telles que les achats et les ventes des parts d'eau. Après chaque opération d'entretien d'une foggara il refait la mesure de son débit. En cas d'une chute du débit de la foggara suite à un éboulement d'un puits ou d'une portion d'une galerie. Dans toute opération d'hydrométrie, un à deux témoins (Chahed) assistent à l'opération. C'est la djamaa (groupe de sages) qui choisissent le témoin en se basant sur le critère d'honnêteté. En général la Djamaa choisi l'imam de la Mosquée.

- **La Chegfa : le débitmètre de la foggara**

Pour quantifier le débit d'une foggara et les parts d'eau de chaque copropriétaire, les oasiens ont inventé un instrument de mesure (fig. 14). C'est une plaque en cuivre de forme rond percée des trous de différentes dimensions

qui diffère d'une oasis à une autre. La Chegfa qui a mesuré le débit de la foggara d'Irsan au niveau de Lefhal possède un diamètre de 56 cm. Elle présente 48 ouvertures de 15 mm de diamètre pour chaque trou (Fig. 14). Chaque ouverture est appelée Habba Zrig dont les sous-multiples sont :

- Deux tiers de habba (seize kirat) de diamètre 12 mm
- Demi de habba (douze kirat) de diamètre 10 mm
- Six kirats de diamètre 7 mm
- Quatre kirats de diamètre 6 mm
- Deux kirats de diamètre 5 mm
- Un kirat de diamètre 4 mm
- Un demi de kirat de diamètre 3 mm



Figure 13 : Guidaha Abdelkader, Kial El Ma de l'oasis In Ghar



Figure 14 : La Chegfa utilisée dans le ksar d'Irsan

- **Les unités de mesures utilisées**

Durant des siècles les oasiens ont adopté des mesures des débits, c'est ainsi, que la valeur de la foggara est évaluée avant sa mise en eau par une unité de mesure appelée "Habba Maaboud". C'est une valeur estimative des efforts déployés par des participants lors de la réalisation de la foggara. C'est une valeur qui ne tient pas compte du débit fourni par la foggara. Pour évaluer le débit d'eau du ksouriens utilisent Habba Z'rig comme unité principale, elle est considérée comme la quantité d'eau s'écoulant à travers une ouverture pendant 24 heures. Les dimensions de l'ouverture varient d'une région à l'autre. Dans l'oasis d'In Ghar, la section de l'ouverture et 15, les sous-multiples de Habba z'rig sont mentionnés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Les sous multiples de Habba Z'rig

Fraction d'el habba	Sous multiples		
	Nombre de Kirat	Nombre de Kirat-El-Kirat	Nombre de kirat -El-kirat-El-kirat
1/24	1	24	576
1/12	2	48	1152
1/8	3	72	1728
1/6	4	96	2304
1/4	6	144	3456
1/3	8	192	4608
1/2	12	288	6912
2/3	16	384	9216
1	24	576	13824

Dans l'enregistrement des parts de chaque copropriétaire sur la canne (lassa), il y a des symboles utilisés depuis l'apparition de la foggara et restants à ce jour utilisables, sont regroupés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Les symboles des mesures

Symbole	Lecture	Nombre de habba
O	Les Centaines	100
█	Les dizaines	10
•	Les Unités	1
—	Le quart	1/4

Pour mieux illustrer ces symboles,

- █ █ █ O = 131 habba
- █ █ █ O █ = 1132 habba et six kirats

• **Le Zemmam**

L'opération de mesure est assurée par un connaisseur appelé Kial El ma. Dans la région d'In Ghar, il reste en vie un seul Kial El Ma appelé Guidaha Mohammed Abdelkader, Un témoin (Chahed) assiste à chaque opération de mesures. Il est choisi par a Djamaa pour son honnêteté. En général, c'est l'Imam de la mosquée. Les résultats des mesures des débits ainsi que toutes les transactions des parts d'eau effectués pour une foggara sont mentionnés dans un registre appelé Zemmam (fig. 15).

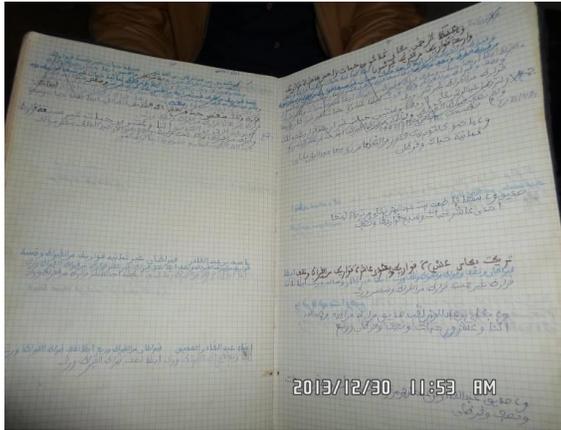


Figure 15 : Le Zemmam : toutes les valeurs de mesures sont mentionnées dans ce registre

La première valeur mesurée de chaque propriétaire est gravée sur une canne à base des racines du palmier (Lassa) par des symboles adoptés par la Djamaa du ksar (tableau 2 et fig. 16). S'il n'y a pas d'erreur, les symboles sont traduits en unités de mesures (haba) et reportés sur la tablette avec les noms des copropriétaires et leurs parts d'eau (fig. 17). Il a noté qu'il existe neuf Chegfa entre petite, moyenne et grande adoptés pour la foggara d'Irsan. Après vérification, les valeurs sont enregistrées définitivement dans la Zemmam (fig. 15).



Figure 16 : La valeur mesurée est gravée sur une canne



Figure 17 : Tablette en bois (Louha) utilisée pour reporter les valeurs de mesures

Déroulement d'une opération de mesure du débit

L'opération de mesure des débits est un événement exceptionnel pour les ksouriens. Dans la première étape, l'opération débute par la préparation d'une quantité appréciable en argile qui sera déposée près de la kasria ; le lieu du déroulement des mesures. Dans la deuxième étape qui concerne le début de l'opération en présence de Kial El Ma, le Chahed, les personnes concernées par les mesures ainsi que les outils de mesures ; la Chegfa et les moyens d'enregistrement, El louha, la canne et le Zemmam. La troisième partie est la préparation d'un canal en argile qui relie les ouvertures de la kasria à l'entrée de la Chegfa. Toute fuite est éliminée, A titre d'exemple, la mesure du débit d'une ouverture de la kasria, le canal argileux doit évacuer uniquement la quantité d'eau en provenance de l'ouverture (fig. 18). La quatrième étape est consacrée à la mesure du débit. Le principe de la chegfa est basé sur le principe des écoulements par orifice : $Q = Cd S_o (g h)^{1/2}$ (Remini, 2011 ;Remini et al, 2014 ; Remini, 2017). Chaque Chegfa possède un repère au-dessus des orifices pour marquer une hauteur fixe. Le Kial El Ma en procédant à la fermeture et à l'ouverture des orifices par l'argile jusqu'à l'obtention du plan d'eau stable au point de repère. Dans ce cas, on obtient un écoulement permanent. Le Kial El Ma fait le compte des orifices ouverts, chacun avec ses dimensions : A la fin le Kial El Ma somme les habba et les sous-multiples (kirat). Donc le débit d'une foggara, ou d'une seguia est la somme des orifices déversant.

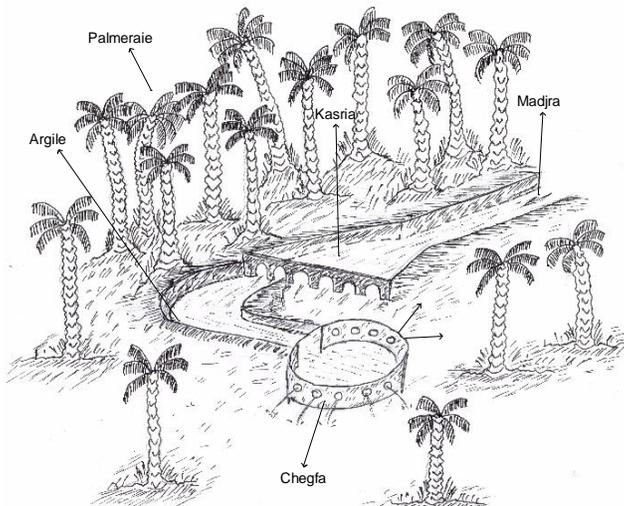


Figure 18 : Schéma synoptique de l'emplacement de la Chegfa auprès de la kasria

Quelques exemples de partage des eaux de la foggara

Pour bien comprendre les opérations de distribution et le calcul des partages d'eau entre les copropriétaires, nous traitons quelques exemples tirés du terrain :

Exemple 1

Une foggara réalisée dans la région d'In Ghar, par quatre propriétaires (fig. 19). La valeur de projet est estimée à 120 habba Maaboud. La foggara est mesurée à 80 habba zrig. La contribution de chaque participant a été évaluée selon les valeurs mentionnées sur le tableau 3.

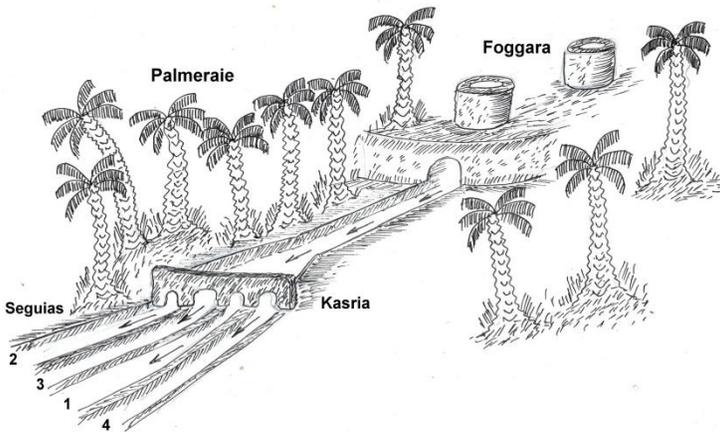


Figure 19 : Kasria à quatre ouvertures

Tableau 3 : La contribution de chaque participant

Nom de participant	Valeur de contribution (habba maaboud)
A	39
B	37
C	23
D	21

Quelle est la part d'eau de chaque participant ?

L'objectif revient à convertir l'effort de chaque participant en volume d'eau (part d'eau).

Pour cette foggara, habba maaboud coûte 80/120 c'est-à-dire :

80 habba Zrig \longrightarrow 120 Habba maaboud

? \longrightarrow 1 Habba maaboud

D'où $1H M = 2/3 HZ = 2/3 \times 24 K = 16 k$

Les parts de chaque participant sont mentionnés dans le tableau 4 :

Tableau 4 : Les parts d'eau de chaque propriétaire

Participant	Part d'eau
A	$39 \times 2/3 = 39 \times 16 = 624$ Kirat
B	$37 \times 2/3 = 37 \times 16 = 592$ kirat
C	$23 \times 2/3 = 37 \times 16 = 368$ kirat
D	$21 \times 2/3 = 37 \times 16 = 336$ kirat

On doit vérifier l'opération :

$$624 K + 592K + 386K + 336K = 1920 K$$

On doit convertir 1920 K en H Z :

$$1920 / 24 = 80 H Z$$

Exemple 2

Dans l'oasis d'In-Ghar six propriétaires ont participé à la réalisation d'une foggara (fig. 20). Après la mise en eau de l'ouvrage elle est estimée à 541 habba maaboud, la valeur de la contribution de chaque propriétaire est mentionnée dans le tableau 5.

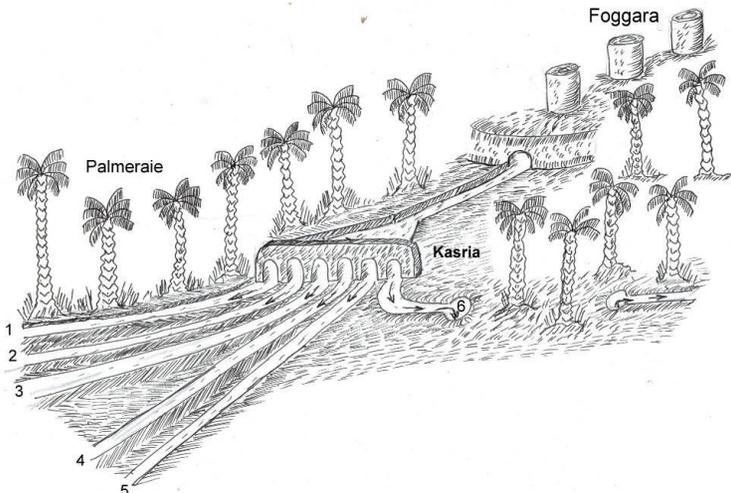


Figure 20 : Kasria à cinq ouvertures

Tableau 5 : La contribution de chaque participant

Participant	La valeur de contribution (habba maaboud)
1	103
2	98
3	76
4	88
5	128
6	448

Le débit de la foggara à la sortie de la galerie a été mesuré par le Kiel El Ma. La Chegfa a donné un débit de 352 habba zrig. Déterminer la part d'eau de chaque propriétaire ?

Correction :

1. La part juridique de chaque propriétaire :

Dans cette étape on doit convertir la valeur de l'effort de chaque propriétaire en débit liquide (eau). C'est-à-dire le paiement s'effectué par les parts d'eau est ne pas par l'argent, ceci explique bien la sacralité de l'eau dans les oasis du Sahara. La méthode de travail s'effectué somme suit :

Conversion habba zrig en kirat : $1 \text{ h Z} = 24 \text{ k}$

$352 \text{ H Z} \times 24 \text{ K} = 8448 \text{ k}$:

Donc $8448 \div 541 = 15 \text{ K} + 14 \text{ K} + 18 \text{ KKK} + 13 \text{ KKKK} + 1 \text{ KKKKK}$

Donc $\text{H M} = 15 \text{ k} + 14 \text{ KK} + 18 \text{ KKK}$

2. La valeur de la contribution de chaque propriétaire en eau est donnée dans le tableau 6.

Tableau 6 : La part d'eau de chaque propriétaire

Participant	Habba maaboud	Part d'eau
1	103	1545 K + 1442 K + 1854 KKK
2	98	1470 K + 1372 KK + 1764 KKK
3	76	1140 K + 1064 KK + 1368 KKK
4	88	1320 K + 1232 KK + 1584 KKK
5	128	1920 K + 1792 KK + 2304 KKK
6	48	720 K + 672 KK + 864 KKK
Totale	541 H M	8115 K + 7574 KK + 9738 KKK

Dans ce point on passe à la vérification des calculs.

$9738 / 24 = 405,75 \text{ KK} = 405 \text{ KK} + 0,75 \times 24 = 405 \text{ KK} + 18 \text{ KKK}$

$7574 \text{ KK} + 405 \text{ KK} = 7979 \text{ KK}$

$$7979 \text{ KK} / 24 = 332,458 \text{ K} = 332 \text{ k} + 0,458 \times 24 = 332 \text{ K} + 11 \text{ KK}$$

$$8115 \text{ K} + 332 \text{ K} = 8447 \text{ K}$$

$$8447 / 24 = 351,958 \text{ HZ} = 351 \text{ HZ} + 0,958 \times 24 = 892 \text{ HZ} + 23 \text{ K}$$

Alors on aura

$$351 \text{ HZ} + 23 \text{ K} + 11 \text{ KK} + 18 \text{ KKK}$$

Donc le calcul est vérifié : $352 \text{ HZ} \approx 351 \text{ HZ} + 23 \text{ K} + 11 \text{ KK} + 18 \text{ KKK}$

Exemple 3

Dans l'oasis d'In-Ghar une foggara a été réalisée par onze personnes (fig. 21). Une fois finalisé le projet a été évalué 1817 habba maaboud. On procède à l'hydrométrie de la foggara, le Kiel el ma avec sa chegfa mentionne dans le Zmâm un débit total de la foggara égale à 893 Habba zrig. Après avoir évalué l'effort de chaque participant (tableau 7), quelle est la part d'eau de chaque copropriétaire ?

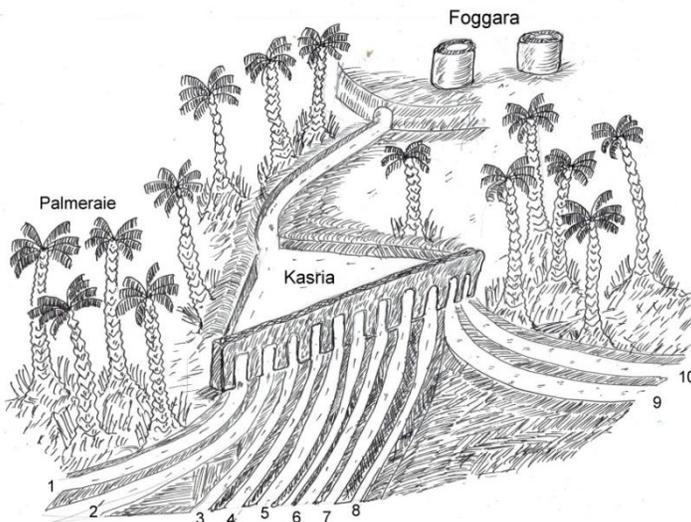


Figure 21 : Kasria à 11 ouvertures

Tableau 7 : La contribution de chaque participant

Participant	Habba maaboud	Participant	Habba maaboud
1	260	7	207
2	183	8	192
3	167	9	84
4	191	10	169
5	103	11	89
6	172		

Dans cette étape on doit convertir la valeur de la contribution de chaque participant en quantité d'eau. Pour cela, on cherche la valeur de l'unité habba maaboud en débit d'eau, on l'appelle la part juridique.

$$1 \text{ H M} = \frac{893}{1817}$$

$$1 \text{ H M} = 11 \text{ K} + 19 \text{ KK} + 2 \text{ KKK}$$

Dans la deuxième étape on détermine la part d'eau de chaque participant, laquelle est en relation directe avec les efforts concentrés dans la réalisation de l'ouvrage. Les calculs effectués sont mentionnés dans le tableau 8.

Tableau 8 : La part d'eau de chaque participant

Participant	Habba maaboud	Part d'eau
1	260	2860 K+ 4940 KK + 520 KKK
2	183	2013 K +3477 KK + 366 KKK
3	167	1837 K + 3173 KK + 334 KKK
4	191	2101 K + 3629 KK + 382 KKK
5	103	1133 K + 1957 KK +206 KKK
6	172	1892 K + 3268 KK + 344 KKK
7	207	2277 K + 3933 KK + 414 KKK
8	192	2112 K + 3648 KK + 384 KKK
9	84	924 K + 1596 KK + 168 KKK
10	169	1859 K + 3211 KK + 338 KKK
11	89	979 K + 1691 KK + 178 KKK
Total	1817	19987 K + 34523 KK + 3634 KKK

Troisième étape

Dans cette étape on passe à la vérification des calculs.

$$3634 / 24 = 151, 416 \text{ KK} = 151 \text{ KK} + 0,416 \times 24 = 151 \text{ KK} + 10 \text{ KKK}$$

$$34523 \text{ KK} + 151 \text{ KK} = 34674 \text{ KK}$$

$$34674 \text{ KK} / 24 = 1444,75 \text{ K} = 1444 \text{ k} + 0,75 \times 24 = 1444 \text{ K} + 18 \text{ KK}$$

$$19987 \text{ K} + 1444 \text{ K} = 21431 \text{ K}$$

$$21431 / 24 = 892, 958 \text{ H Z} = 892 \text{ HZ} + 0, 958 \times 24 = 892 \text{ HZ} + 23 \text{ K}$$

Alors on aura

$$892 \text{ HZ} + 23 \text{ K} + 18 \text{ KK} + 10 \text{ KKK}$$

Exemple 4

Sept personnes sont associées dans la réalisation d'une foggara dans l'oasis In-Ghar (fig. 22). Une fois achevé, le projet a été estimé 913 habba maaboud. Le mesure du débit effectué par le kiel el ma à l'entrée de la kasria principale ont donné un débit réel de la foggara à 652 habba zrig. La contribution dans le projet de chaque participant a été évaluée suivant le tableau 9.

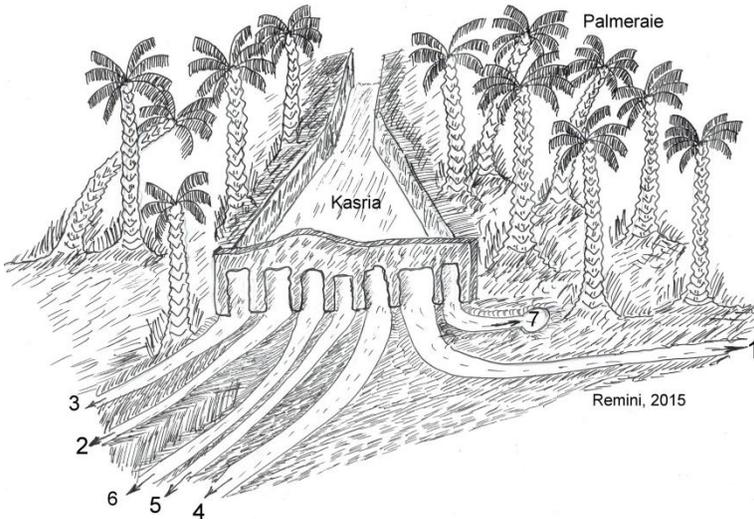


Figure 22 : Kasria à cinq ouvertures

Tableau 9 : La contribution de chaque associé

Participant	La contribution (habba maaboud)
1	202
2	183
3	171
4	154
5	112
6	52
7	39

Déterminer le débit de chaque participant ?

Correction :

Dans la première étape, on doit évaluer la valeur du projet "foggara" en quantité d'eau, on parle sur la part juridique. On détermine la valeur de l'unité de habba maaboud

$$1 \text{ H M} = \frac{652}{913} \text{ HZ}$$

$$1 \text{ H M} = 17 \text{ K} + 3\text{KK} + 8 \text{ KKK}$$

Dans la deuxième partie on détermine la part d'eau de chaque participant. On se base sur la contribution dans le projet de chaque élément. Les calculs effectués sont résumés dans le tableau 10:

Tableau 10 : La part d'eau de chaque participant

1	Habba maaboud	Part d'eau
1	202	3434 K + 606 KK + 1616 KKK
2	183	3111 K + 549 KK + 1464 KKK
3	171	2907 K + 513 KK + 1368 KKK
4	154	2618 K + 462 KK + 1232 KKK
5	112	1904 K + 336 KK + 896 KKK
6	52	884 K + 156 KK + 416 KKK
7	39	663 K + 117 KK + 312 KKK
Total	913	15521 K + 2739 KK + 7304 KKK

Une fois le calcul des parts d'eau est finalisée on passe à la vérification des calculs :

$$7304 / 24 = 304,33 \text{ KK} = 304 \text{ KK} + 0,33 \times 24 = 304 \text{ KK} + 8 \text{ KKK}$$

$$304 \text{ KK} + 2739 \text{ KK} = 3043 \text{ KK}$$

$$3043 / 24 = 126,791 \text{ K} = 126 \text{ K} + 0,791 \times 24 = 126 \text{ K} + 19 \text{ KK}$$

$$126 \text{ K} + 15521 \text{ K} = 15647 \text{ K}$$

$$15647 / 24 = 651,958 \text{ HZ} = 651 \text{ HZ} + 0,958 \times 24 = 651 \text{ HZ} + 23 \text{ K}$$

Donc le total égale à : 651 HZ + 23 K + 19 KK + 8 KKK

Le calcul des parts d'eau est vérifié.

Exemple 5

Dans l'oasis d'In -Ghar, le cout d'une foggara a été évalué à 728 habba maaboud. La foggara est le bien de cinq associés (fig. 23). Le débit mesuré à la sortie de la galerie par le Kiel El Ma est égale à 473 habba zrig. Quelle est la part d'eau de chaque associé pour l'irrigation de son jardin. Il est à signalé que la djemaa a évalué la contribution de chaque associé dans le projet. Les valeurs de chaque contribution sont mentionnées dans le tableau 11.

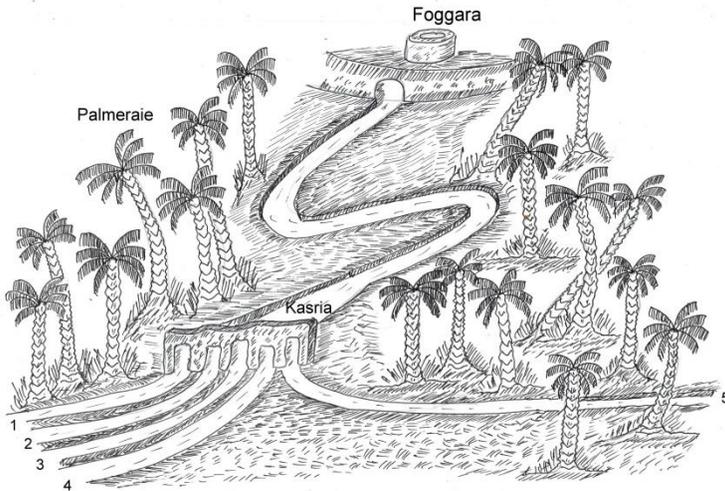


Figure 23 : Kasria à cinq ouvertures

Tableau 11 : La contribution de chaque associé

Associé	Habba maaboud
1	212
2	173
3	89
4	105
5	149

Correction :

Partant de l'évaluation du projet (728 habba maaboud) le coût du projet estimé en quantité d'eau est :

$$1 \text{ HM} = \frac{473}{728} = HZ$$

$$1 \text{ HM} = 15 \text{ K} + 14 \text{ KK} + 5 \text{ KKK}$$

Les valeurs des parts d'eau des associés sont énumérées dans le tableau 12.

Tableau 12 : La part d'eau de chaque associé

Associé	Habba maaboud	Part d'eau
1	212	3180 K + 2968 KK + 1060 KKK
2	173	2595 K + 2422 KK + 865 KKK
3	89	1335 K + 1246 KK + 445 KKK
4	105	1575 K + 1470 KK + 525 KKK
5	149	2235 K + 2086 KK + 745 KKK
Total	728	10920 K + 10192 KK + 3640 KKK

A la fin on passe à la vérification des calculs des parts d'eau.

$$3640 / 24 = 151,666 \text{ KK} = 151 \text{ KK} + 0,666 \times 24 \text{ KKK} + 151 \text{ KK} + 16 \text{ KKK}$$

$$151 \text{ KK} + 10192 \text{ KK} = 10343 \text{ KK}$$

$$10343 / 24 = 430,958 \text{ K} = 430 \text{ k} + 0,958 \times 24 \text{ KK} = 430 \text{ K} + 23 \text{ KK}$$

$$430 \text{ K} + 10920 \text{ K} = 11350 \text{ K}$$

$$11350 / 24 = 472,916 \text{ HZ} = 472 \text{ HZ} + 0,916 \times 24 \text{ K} = 472 \text{ HZ} + 22 \text{ K}$$

Donc le total est égal à $472 \text{ HZ} + 22 \text{ K} + 23 \text{ KK} + 16 \text{ KKK}$

Le calcul est vérifié, les associés en présence de Kiel el ma peuvent procéder à l'irrigation de leur jardin en fonction du débit octroyé par le mesureur.

CONCLUSION

Comme nous l'avons montré au début de cette étude, que l'oasis d'In Ghar, la population locale s'attache toujours aux techniques traditionnelles de captage des eaux souterraines. Malgré l'apport des techniques modernes, comme les motopompes et les forages, les foggaras détiennent une place privilégiée dans l'oasis d'In Ghar. C'est ainsi que depuis siècles on a enregistré une perte d'une foggara seulement sur 11 foggaras creusées, ils restent actuellement 10 foggaras fonctionnelles, certes le débit a beaucoup diminué durant le temps. L'oasis d'In Ghar est symbolisé par la foggara d'Irsan, considéré comme l'une des plus grands foggaras du Sahara. Elle représente la fierté de la population, la foggara d'Irsan, peut être classée comme un ouvrage d'art ancestral. D'une longueur de 8 Km et de plus de 500 puits d'aérations, la foggara d'Irsan satisfait le besoin en eau de plus de 400 familles. Elle irrigue aussi les jardins et la palmeraie d'une superficie de 60 hectares. Les 11 foggaras creusées par la population est le fruit d'un travail achevé entamé des années par tous les populations, c'est ainsi qu'une galerie d'une longueur de 36,5 Km et 2,6 Km le largeur total des puits ont été creusés. Un tel projet de grande envergure qui, s'est traduit par l'extraction d'une quantité de 95 millions de tonnes lors du creusement des galeries des foggaras. Plus de 6500 de tonnes de débris ont enlevés lors du creusement des puits d'aérations. Ces chiffres démontrent bien l'envergure du projet des foggaras. Génie oasien d'In Ghar a été démontré dans le réseau de distributions. C'est ainsi que plusieurs Kilomètres de seguias et 36 Kasrites ont été aménagés dans le réseau de distribution de la foggara d'Irsan. L'eau peut attendre les Madjenes et jardins de 400 propriétaires au même au moment grâce à une gestion efficace et rigoureuse. Malgré des moyens matériels traditionnels

la population n'a jamais connue une pénurie d'eau. Dès qu'il y a un déficit d'eau la population entame une opération d'entretien ou rallongement de la galerie afin d'accroître le débit. Il est temps que les services compétents protestent sérieusement sur la protection et la sauvegarde de système. La foggara d'Irsan mérite d'être reconnue comme patrimoine culturel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GHACHI M., REMINI B. (2018). Irsan: the largest foggara of Tidikelt (Algeria) in decline. *Journal of Water Sciences & Environment Technologies. JOWSET*, 2018 (03), n°01, 279-284.
- GOBLOT H., 1979. *Les qanats : Une technique d'acquisition de l'eau* Edition Mouton, Paris, p.231.
- GOBLOT H., 1963. Dans l'ancien Iran, les techniques de l'eau et la grande histoire. *Annales*, vol. 18, n° 3, pp. 499-520.
- REMINI B. (2017). La foggara de Tadmait : Sans énergie, de l'eau sous-sol à la surface du sol. *Larhyss Journal*, n°32, Dec, pp. 301-325.
- 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., KECHAD R. (2014). The collecting of groundwater by the qanats: a millennium technique decaying. *Larhyss Journal*, n°20, Décembre, pp. 259-277.
- REMINI B., ACHOUR B., KECHAD R. (2014). The sharing of water in the oases of Timimoun heritage cultural declining. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n°18, Juin 2014, pp. 7-17.
- REMINI B. (2011). *Les foggaras de la ceinture oasienne du Sahara : passé, présent et futur*. Doctorat sciences, Janvier, Université de Biskra (Algérie).
- REMINI B. (2018). The foggaras of the oasis of Ghardaia (Algeria): The sharing of flood waters, *Larhyss Journal*, n°36, pp. 157-178.