

REPUBLIQUE ALGERIENE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT NATIONAL DES SOLS DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE



**ESSAI DE PRESENTATION D'UNE TECHNIQUE  
D'IRRIGATION TRADITIONNELLE DANS LA WILAYA  
D'ADRAR : LA « FOGGARA »**

# SOMMAIRE

## Introduction

### CHAPITRE -I-

1-1/ Définition d'une foggara

1-2/ Historique

### CHAPITRE -II-

2-1/ Situation géographique

2-2/ Caractères généraux

2-2-1/ Climatologie

i/ température

ii/ les vents

iii/ la pluviométrie

2-2-2/ Géologie

2-2-3/ Hydrogéologie

2-2-4/ Végétation

### CHAPITRE -III-

3-1/ Inventaire des foggaras tarées

3-2/ Les causes du tarissement des foggaras

3-2-1/ Les problèmes liés à la foggara

3-2-2/ Les problèmes liés à l'exploitation des foggaras.

## Conclusion

## Recommandations

## Bibliographie

- 1- « Mobilisation de la ressource par le système des foggaras ». Par Hammadi Ahmed El Hadj KOBORI Iwao.1993.
- 2- «Irrigation et Structure agraire à Tamentit (Touat) » Travaux de l'Institut de Recherches Sahariennes Tome XXI.1962.
- 3-« Une Oasis à foggaras 'Tamentit) » Par J. Vallet 1968
- 4- Inventaires des foggaras (ANRH de la wilaya d'Adrar).2001
- 5- Etude du tarissement des foggaras dans la wilaya d'Adrar ANRH2003.
- 6- Les villes du sud, vision du développement durable, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Équipement, Alger, 1998, page 46
- 7- « Les foggaras du Touat » par M. Combés

## Introduction :

*Issue du découpage administratif de 1974, la Wilaya d'Adrar s'étend sur la partie Nord du Sud Ouest Algérien, couvrant ainsi une superficie de 427.968 km<sup>2</sup> soit 17,97% du territoire national. D'un point de vue géographique la Wilaya d'Adrar comprend trois régions qui sont le Gourrara (Timimoun) le Touat (Adrar) et le Tidikelt (Aoulef).*

*Zone à vocation hydro agricole, la Wilaya d'Adrar recèle des potentialités valorisables dans le domaine de l'agriculture.*

*Les oasis de cette zone d'étude se distinguent des autres oasis du pays par un système de distribution d'eau creusé dans des formations hydrogéologiques du continental intercalaire.*

*Cette immense réserve d'eau occupe presque la totalité du Sahara septentrional et c'est grâce à la création de cet ingénieux système, la « foggara », qu'un chapelet d'oasis a permis, pendant des siècles, le développement d'une agriculture de subsistance et le maintien des populations dans des espaces désertiques rudes et assez hostiles.*

*« Il ne pleut pour ainsi dire jamais au pays des fgaguir, et cependant depuis plus de dix siècles, à chaque heure, la moindre foggara soutire plusieurs mètres cubes d'eau souterraine dont le remplacement pluviométrique est manifestement impossible ». (J. Savorin) d'où l'importance de ce système ingénieux qui mérite une grande considération quand à sa préservation.*

## CHAPITRE -I-

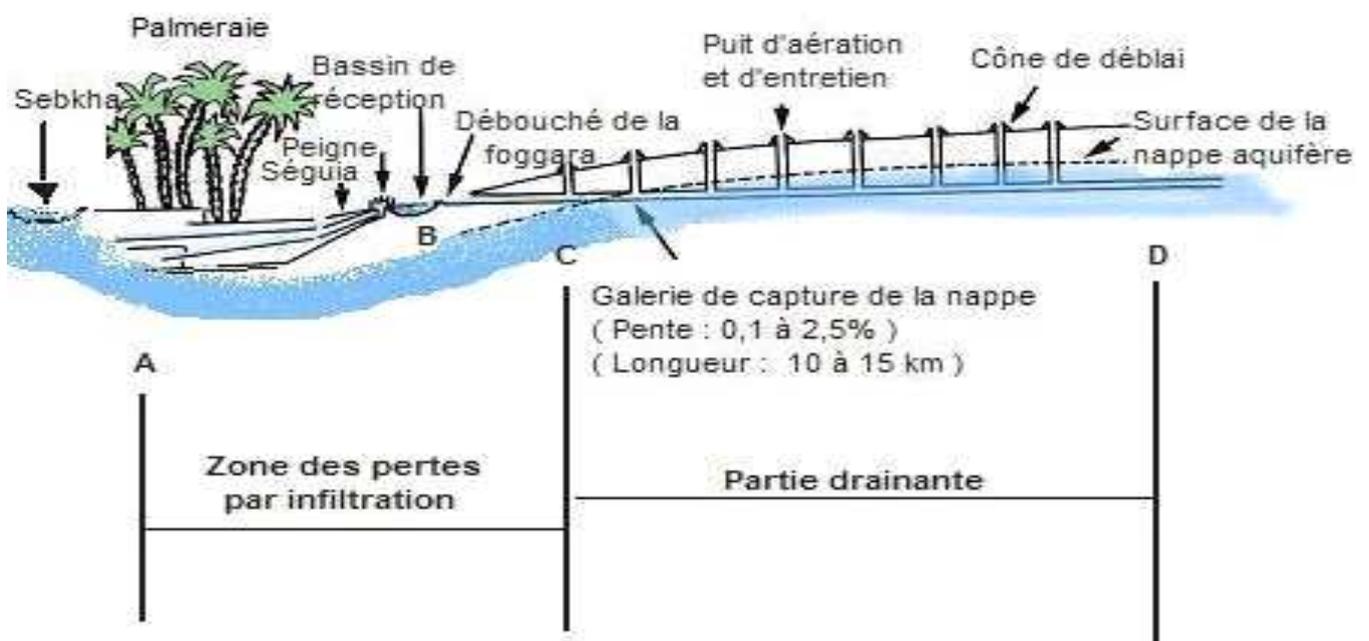
### 1-1/ Définition d'une foggara :

La foggara (voir schéma) est une canalisation souterraine creusée dans la zone de l'exutoire naturel de la nappe du continental intercalaire, elle est constituée de plusieurs puits communiquant successifs de profondeurs variables, réunis à la base par une galerie drainante appelée couramment « N'fad ».

Les eaux mobilisées par les canalisations qui suivent une légère pente sont par la suite drainées par des seguias secondaires pour irriguer les palmeraies.

La distance respectée entre deux foggaras ne doit pas être inférieure à deux cents mètres environ sur terrain.

Les puits sont séparés l'un de l'autre de six à douze mètres et même plus, une foggara peut atteindre 500 à 600 puits, sa longueur varie de 1 à 15 km, la distance entre les puits n'est pas forcément respectée, l'intervalle qui sépare deux puits s'appelle « N'fad » ou galerie drainante.



Le drainage est d'autant plus important que la foggara étire sa longueur vers le plateau, ce système de drainage souterrain permet un écoulement d'eau continu ; les puits profonds de trois à quatre mètres au départ du village atteignent trente à trente cinq mètres sur les hauteurs de certaines foggaras.

La répartition se fait à travers un genre de peigne en pierre tendre et facile à gratter, c'est la « kasria » ou répartiteur. Pour faciliter la mesure et éviter un gros débit à la fois la « kasria » doit avoir un nombre suffisant d'ouvertures par lesquelles l'eau s'échappe facilement sans faire retour en arrière ; ces ouvertures permettent à l'eau de couler dans les rigoles qui ne sont pas obligatoirement égales. Il arrive même d'avoir plusieurs ouvertures qui déversent à la fois l'eau dans le même majra (voir photos ci-après).



Canal d'amenée d'eau



Répartiteur d'eau principal

*Photos prises dans une palmeraie à Tamentit (Adrar).*



Répartiteurs d'eau secondaires

La foggara est une propriété collective son principe de fonctionnement ressemble presque à une société par action, plus l'investissement est important plus le nombre de habbas (part d'eau) est important.

### 1-2/ Historique

L'histoire de la foggara remonte à plusieurs siècles, la plus ancienne se trouve à Tamentit c'est une foggara unique en son genre. Appellée « Hennou », elle se caractérise des autres foggaras par l'inexistence du système de distribution traditionnel ou système de partage, par son orientation qui est « sud nord » et par son passage sous le Ksar de Tamentit à une profondeur considérable. Selon plusieurs interprétations la réalisation de cet ouvrage revient à El Malik El Mansour Ben Youcef Tafsit El Korichi, cette hypothèse peut être fondée si on se réfère aux nombreux Ksours du Touat qui font référence aux noms d'El Mansour tel que Ksar El Mansour, Ksar El Ménacir, El Mansouria et c'est peut être grâce aux Barmaka musulmans convertis, anciens bouddhistes venus de plateau iranien, et chassés de leur village El Kouine de la régence égyptienne, qui vinrent s'installer à Tamentit après sa fondation au 7<sup>ème</sup> siècle.

Ce système de captage par galeries drainantes est connu un peu partout dans le monde sous plusieurs noms :

- ✓ En Iran, au Yémen, et en Jordanie : « Qanat ».
- ✓ En Italie : « Ingruttati ».
- ✓ En Espagne : « Madjirat ».
- ✓ En Sultanat Oman : « Falag ».
- ✓ En Maroc : « Khattara ».
- ✓ En Japon : « Manbo ».
- ✓ En Amérique Latine : « Hoyas ».
- ✓ En Chine : « Jing-quen ».
- ✓ En Algérie : « Foggara ».
- ✓ En Tunisie et plus exactement dans la région de Lortos et El Guettar, elle est connue sous le nom de « Ain ou Mkoula ». Mkoula c'est une composante de la foggara elle désigne le pluriel de mkayel. La galerie drainante est appelée « sguifa » en Algérie on l'appelle « Nfad ».

Il est vrai que le système de galeries drainantes existe un peu partout à travers le monde mais le mode de distribution ou de partage tel que usité par le biais des foggaras (notamment à Adrar) n'existe qu'en Algérie.

Quand on compare par exemple le mode de partage développé en Tunisie nous remarquons que c'est presque le même principe que celui de la foggara Hennou, la première réalisée en Algérie sauf que l'unité de base en Tunisie correspond à l'allongement ou le rétrécissement de l'ombre avec un « pas humain » la journée et sur les horaires de prières la nuit, l'unité de partage est de deux (02) heures elle correspond à peu près à 6 pas d'ombre durant le jour.

## **CHAPITRE-II- : Données du milieu physique**

### **2-1/ Situation géographique**

Issue du découpage administratif de 1974, la wilaya d'Adrar s'étend sur une bonne partie du sud-ouest algérien et couvre une superficie globale de 427.968 km<sup>2</sup> soit 17,97% du territoire national, l'espace utile demeurant toute fois réduit.

La wilaya compte onze (11) Daira et (28) vingt huit communes ; sa population est estimée à 320.390 habitants soit 0,75% hab./km<sup>2</sup> répartie à travers un chapelet de 294 Ksours (localités) éparpillées au niveau de trois régions : le Gourara (Timimoun), le Touat (Adrar) et le Tidikelt (Aoulef).

La Wilaya d'Adrar est limité par :

- ✓ La Wilaya d'El-Bayedh : au Nord.
- ✓ La Wilaya de Bechar : au Nord -Ouest.
- ✓ La Wilaya de Tindouf : à l'Ouest
- ✓ Le Mali : au Sud
- ✓ La Mauritanie : au Sud-Ouest
- ✓ La Wilaya de Tamanrasset : au Sud-Est
- ✓ La Wilaya de Ghardaia : au Nord-Est

### **2-1/ Caractères généraux**

#### **2-2-1/Climatologie:**

La Wilaya d'Adrar est scindée en deux zones climatiques distinctes :

- ✓ une zone semi désertique qui part de Timimoun vers Béchar.
- ✓ une zone désertique partant de Timimoun vers Timiaouine.

#### **i/ Températures :**

Des écarts de températures considérables ; la température maximale est de plus 45°c en Juin, Juillet et en Août. En saison hivernale les températures sont souvent basses et peuvent atteindre 0°c en Décembre et Janvier.

## **ii/ les vents :**

La fréquence des vents est très élevée durant toute l'année notamment le sirocco dont la vitesse peut atteindre les 100 km/h. C'est durant la période de printemps (Mars- Avril) que se manifestent le plus souvent les vents de sable.

## **iii/ La pluviométrie :**

Elle se caractérise par sa faiblesse et son extrême irrégularité, le total annuel est souvent inférieur à 20 mm.

## **2-2-2/ Géologie :**

### **\* Structure Générale du Touat**

C'est une région allongée, orientée Nord limitée à l'est par le plateau du Tademaït, au nord par le grand erg occidental à l'ouest par l'Erg Echech au sud par le plateau du Tanezrouft, situé sur le rebord sud occidental du vaste bassin secondaire, s'étend de l'atlas saharien à la Hamada du Tinhert et du Touat Gourara au Golf de Gabès du Tidikelt au Gourara les terrains de cet ensemble affleurent des formations gréseuses du Continental Intercalaire (Albien) où des formations marines du crétacé supérieur ou des terrains mio pliocènes continentaux.

## **2-2-3/ Hydrogéologie :**

Le Sahara septentrional renferme un grand bassin sédimentaire d'âge mésozoïque dit le Continental Intercalaire (Albien) constituant une immense unité hydrogéologie avec une superficie de 780.000 km<sup>2</sup>.

La dorsale méridionale du M'zab divise le bassin en deux sous bassins :

Un sous bassin oriental avec une superficie de 500.000 km<sup>2</sup>, occupé dans sa grande partie par l'Erg Ooriental et drainé vers le nord.

Les formations désertiques du continental intercalaires reposent en discordance angulaire sur un substratum d'âge primaire qui affleure dans la dépression de la vallée de la Saoura (Oued Messaoud) à l'ouest. A l'est, elles sont recouvertes par des formations argilo

gypseuse de la transgression du cénomanién surmontée par une dalle calcaire du Turonien et sénonien.

**- Constitution du Continental Intercalaire :**

Le Continental Intercalaire est constitué de dépôts continentaux, des argiles, des argiles sableuses et des grés. C'est un système multicouche qui s'étend sur une superficie de l'ordre de 780.000 km<sup>2</sup>, son réservoir total (en théorie) est estimé 6.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> soit un débit fictif de 1000 m<sup>3</sup>/s durant 2 000 ans (UNESCO 1970).

**- Puissance utile du réservoir du CI**

L'épaisseur de la formation du continental intercalaire varie du nord vers le sud et de l'est vers l'ouest, selon les données des forages semis profonds. Son épaisseur est de l'ordre de 150 à 400 m.

Notant que l'épaisseur diminue progressivement de l'est vers l'ouest et du nord vers le sud et échoue en biseau sur le substratum du primaire.

**- Niveau statique de la nappe aquifère du CI :**

Le niveau statique de la nappe aquifère du CI oscille entre 13 et 30 m par rapport à la surface du sol et peut atteindre 100 m au niveau du plateau du Tadmait (forage de Ain Belbel).

**Sens d'écoulement des eaux de la nappe :**

Les axes d'écoulement des eaux de la nappe aquifère du CI sont généralement :

- Nord-sud.
- Nord est.
- Sud ouest.

Alimentation du système aquifère du CI : Les apports du système aquifère du CI s'effectuent selon différentes manières :

- Infiltration des eaux de ruissellement sur relief aux bordures du bassin.
- Infiltrations directes des eaux de précipitations.

#### **2-2-4/ Végétation :**

La végétation de cette région, hors périmètres irrigués, est extrêmement réduite, suite aux conditions climatiques très sévères. Sur les plateaux et les terrasses d'érosion (zones des foggaras) elle est pratiquement inexistante sauf dans quelques oueds ou ravins de ruissellement à remplissage éolien ou éocolluvial, où se trouve quelques palmiers parfois quelques tamarix (principalement à la limite des terrasses d'érosion).

Dans la zone d'accumulation sableuse correspondant à la rupture des pentes entre les terrasses d'érosion et la sebkha, (zones de palmeraies) la végétation est relativement plus abondante, formée de palmiers plus ou moins dispersés subsistant sans irrigation ; grâce à la faible profondeur de la nappe dans cette zone (souvent < 2m) et un enracinement profond, on trouve aussi quelques végétaux fixateurs de sable, formant de petite buttes sableuses (*zygophyllum*) appelé « Agaia » et « Salsola ».

A la bordure de la sebkha on rencontre encore quelques palmiers, à état végétatif très médiocre non productifs et quelques halophytes (Tamarix, *Salsola foetida*, *Salsola vermiculata*).

La sebkha est complètement dénudée de végétation, anciens lits d'oued les quatre grandes sebkhas sont celles de Timimoun, de Tamentit, d'Azelmatti au sud de Reggane et Makerghane au Tidikelt.

## CHAPITRE -III-

### 3-1/ Inventaire des foggaras tariés :

La seule ressource en eau qui existe dans cette région est celle du continental intercalaire, son orientation est de l'ouest vers l'est ce qui signifie que tout excès de pompage entraînera un rabattement de la nappe ; l'étude élaborée par l'ERESS en 1972 sur les ressources en eau au Sahara septentrional a permis de déterminer les conséquences d'une exploitation irrationnelle de cet aquifère (voir tableau n°2) :

Touat et Tidikelt : pour 2471 l/s un rabattement de 49m à Adrar et 16m à Aoulef.

Gourara : pour 12710 l/s un rabattement de 37m à Tiberghamine.

Tableau n°2 *Inventaire des foggaras tariés* :

Année	Nom de la palmeraie	Nom de la foggara	Observations
Avant 1925	Beni-thameur Beni-thameur Beni-thameur Beni-thameur	Djifa Sidi kadi ladja Oufiane Ba moussa	Causes inconnues
1925-1935	Mimoune El Mansour Ben Draou	Djennane etail Abenkour Sidi El arbi	Manque d'entretien
1935-1945	Mimoune Ighostène	Djeddid Mesaillel	
1945-1955	El barka Koussane Metarfa Metarfa Mimoune El mansour Zaouiet Echeikh	El abed Kandafa Sidi abdellah Redjila Ouled Taleb Youcef Yakbine	

<p>1955-1965</p>	<p>Taberkant  Zaouiet Kounta  Zaouiet Kounta  Taberkant  Koussane  Ben Draou  Ben Yelou  Aariane Errasse  Ouled Mahmoud  Melouka  Bouzane  El Oujda  Ben Draou</p>	<p>Bellal  Boussour  Sidi mokhtar Cheikh  Takaraft  Ba Omar  Ouled Abderrahmane  Ammeuceur  Belahmeur  Mokhtar  Sahel  El ramel  Ahmed Belarbi  M'birika</p>	
<p>1965-1975</p>	<p>Tazoult  El Keciba  Zaglou Merrabtine  Zaouiet Kounta  Ouaina  Ouled Mahmoud  Ouled El Hadj  Oufrane</p>	<p>Guenamer  Sidi Said  Malha  Ouarzila  Batahir  Hadj Moussa  Harazia  Ba yahia</p>	

<p>1975-1980</p>	<p>Adrour Ouled Mahmoud Bouali Bouali Bouali Ouled mahmoud Tazoult Bouyahia Bouyahia Ouaina Bouzène El guesba Ouaina Zaouiet Kounta Zaouiet Kounta Mansouria Admeur Tazoult Bouali Aghamara Mellal Ouaina Mansouria Zaouiet Kounta Ouled El Hadj</p>	<p>Messaoud Bermil Amar Ben youcef Rahil Ajerjir  Taghjemt Tamagount Tlalet Sahel Berrika Farbah Dahou Bouirda Aich El Ghazi Ouled Ahmed Kaki Aouina T'cosa Ouled Aissa Boushil Bahali Malha</p>	
<p>1982-1995</p>			

1995- 1998	Zaglou Merrabtine Bou Zegdad Zaouiet Egheikh Bouali Mansouria Ouled Abdessamad Zaouiet El Hadh Belkacem Aariane Errasse Oufrane Oufrane Zaouiet Kounta Zaouiet Cheikj Aariane Errasse  Sahla Zaouiet Hadj Belkacem Zaouiet Hadj Belkacem Mekkid Badriane Tlalet El Gasba Zaouiet Cheikh	Ba Boughi Merdous Fogani Makhoukh Oufiane El Ksaieb El Mansour Ataier Ba Mselem Mahmoudia Azzi Mokhtar Sidi Brik  Arouarou Ares Aouci Tchah Kerkaj Tiflilit Ouali ouali Saetout Mansour	
<b>Total des fogaras taries</b>		241	

Source ANRH

### **Remarque :**

En comparant les données des tableaux n°2 et n°3, nous remarquons que l'endroit où a été signalé le tarissement est à Igostène (Aougrout) et Beni Thameur (Adrar) pour causes inconnues. Par contre il y a lieu de signaler que c'est au cours de la décennie 1985/1995 que le nombre de foggaras tarées a fortement évolué en raison notamment des effets liés à la promulgation de la loi 83/18 relative à l'accession à la propriété foncière (A.P.F.A). En effet, et durant cette période 535 forages destinés uniquement à l'irrigation pour les grands périmètres de mise en valeur ont été réalisés.

## **II/ Les causes du tarissement des foggaras :**

Les causes de tarissement des foggaras sont de trois types.

### **1/ les problèmes liés à la foggaras**

- Le taux de pertes des eaux drainées par infiltration.
- Manque d'entretien périodique.
- La position de la galerie drainante par rapport au sens d'écoulement de la nappe.

2/ Les problèmes liés à la nature de la nappe d'eau drainée, le faible débit qui peut caractériser la majorité des foggaras revient essentiellement à la nature peu perméable du réservoir.

### **3/ Les problèmes liés à l'exploitation des forages :**

L'exploitation permanente des forages d'eau influe sur le débit global drainé par les foggaras et peut conduire au tarissement total de ce système de captage.

## 1/ Les problèmes liés à la foggara

### *A/ le taux de pertes des eaux drainés par infiltration :*

Les formules pour calculer la quantité d'eau perdue par infiltration sont :

- La formule de VERDERNIKOV  
 $q = k (B + hk C1)$  où  
q : le débit unitaire en  $m^3/24h$   
k : la perméabilité des couches sous-jacentes en  $m/24h$   
hk : la hauteur de la lame d'eau dans la conduite.  
C1 : coefficient reliant coefficient angulaire m et le rapport  $B/hk$  (évalué d'un graphe).

### *Les conditions d'application de cette formule*

- Une couche homogène localisée sous la conduite d'eau.
- Le niveau statique de la nappe aquifère d'eau est profond.
- Formule de ZUNKER (1930) :

La condition d'application : la charge hydraulique est constante au-dessus du sol.

La vitesse d'écoulement  $V_a = k (h+X)/X$  ou

H : la hauteur de la tranche en m

X : la longueur de la trajectoire en m (Entre la lame d'eau et le NS)

K : perméabilité verticale en m/s

S : superficie en  $m^2$  (superficie de la galerie).

$K_a = k/2$  en raison que la couche du sol est non saturée et contient des bulles d'air.

$$Q = K^* [(h+ X) / X] * S$$

## Les résultats des deux formules

Tableau n° volume d'eau par infiltration.

Formule	Débit mesuré au niveau de la kasria en l/s	Volume perdu par infiltration en l/s	Débit total drainé en l/s	Pourcentage du volume d'eau perdu
VERDERNIKOV	2,2	4,847	7,047	22
ZUNKER (1930)	2,2	4,237	6,437	19,26

Source ANRH Adrar.

Les résultats obtenus montrent l'importance du volume perdu par infiltration au niveau de la partie avale de la foggara (inactive) le débit qui arrive à la kasria (au répartiteur) ne constitue que 45,38 à 51,9% du volume perdu.

### 2/ Les problèmes liés à l'exploitation des forages :

L'influence des forages d'eau sur la foggara ou l'interférence réciproque sera déterminée par :

#### **A/ Zone d'appel et zone d'influence**

Si un forage pompe un débit (Q) il produit autour de lui un cône ou une zone d'abaissement de pression mais plus on s'éloigne de l'axe du forage plus la pression sera faible.

- Zone d'appel : c'est la partie de convergence des filets liquides vers l'axe du forage appelée encore zone de captage.
- Zone d'influence : c'est la partie de divergence des filets liquides qui délimite la zone d'appel et qui s'échappent de l'influence du pompage.
- Rayon d'action (rayon fictif) : le rayon d'appel est rayon qui donnera un débit  $Q$  avec un rabattement ( $\Delta h$ ) de deux puits ou deux forages dans une même nappe d'eau.
- L'interférence réciproque : lorsque plusieurs forages ou puits pompent l'eau d'une même nappe, leurs zones d'appel se superposent, par conséquent, il y'a une interférence entre les ouvrages qui va modifier les caractères de la zone d'appel et le rayon fictif de chacun d'eux.

3/ Calcul de l'interférence réciproque : (forage - foggara) :

La zone d'étude est la commune de l'Ahmer Daira de Tamest, les foggaras touchées sont :

- Foggara d'Ikiss
- Foggara de Macharaa
- Foggara de Naama

Les forages sont (l'ahmer 1) (Titaf 9) et (l'ahmer 3).

La formule utilisée est celle de Theis (1935-1950), sa condition d'application est la suivante :

- Formation homogène et isotrope
- Extension de la nappe d'eau infinie

- Puits complet
- Transmissivité constante en tout lieu et en tout moment
- Rayon de puits petit

L'eau quitte immédiatement l'aquifère dans la partie rabattue :  $+ \infty$

$$\Delta = \frac{Q}{4\pi T} \int_0^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

$$\left( \frac{R^2 S}{4Tt} \right)$$

Dans la quelle  $U = (R^2 S) / 4Tt$

### 2.1/ Etapes de calcul :

Calcul de la variable (U) pour les différentes périodes de pompage.

Un jour, un mois et six mois (fréquence du pompage des forages d'irrigation).

$$U = (0.00289 R^2 * S) / Tt$$

#### Le rabattement égale

$$\Delta = (0.0797 Q) / T W(u) \text{ où}$$

T = Transmissivité moyenne du champ de captage en l/s

T = Temps du pompage en jour

S = coefficient d'emmagasinement (porosité efficace pour la nappe libre).

R = distance entre le forage considéré et le forage qui influe.

La distance entre le forage et le foggara est très variable pour cela la distance prise est celle des deux points extrêmes de la galerie drainante à condition qu'elle sera égale à la moitié de la longueur

totale de la foggara. La coupure sera calculée au niveau de ces points pour voir l'influence du pompage sur la foggara.

$W(u)$  : fonction du puits.

$Q$  : le débit extrait mobilisé de chaque forage.

Les paramètres hydrodynamiques utilisés sont :

$T$  moyenne =  $1.938 * 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$  (calculé à partir des résultats des essais de pompage)

$S = 10^{-3}$

### **Résultats :**

Il a été constaté ce qui suit : pour un essai de pompage d'une journée la hauteur de l'influence du premier forage l'ahmer3 est de 0,027 m  
Titaf 9 est 1,165 m.

Par contre au niveau des foggaras les valeurs maximums se localisent dans la zone d'Ikkis surtout pour la foggara de Macharaa où la hauteur de l'interférence est de 1,403 m et 2,17 m (dans la condition de l'exploitation du forage de l'ahmer 1).

Pour la foggara de Naâma les valeurs de l'interférence varient entre 0,6 et 1,37 m et ceci entre les deux points extrêmes de la foggara, en effet l'exploitation du forage l'ahmer 1 dans les conditions mentionnées ci-dessus (temps de pompage = 1 jour,  $Q$  extrait = débit mobilisé) nous conduit au tarissement total des deux foggaras et leur réhabilitation est presque impossible.

Pour la foggara de Macharaa les résultats de calcul de l'influence des forages sur la galerie drainante de la foggara est comme suit :

- Point amont  $\Delta h = 2,172$  m
- Point aval  $\Delta h = 1,40$  m
- La pente moyenne dans la galerie est  $I = 0,547 * 10^3$
- La pente moyenne dans la partie avale de galerie =  $0,547 * 10^3$

Dans ce cas la réhabilitation de la foggara se traduit par deux solutions :

**Première solution :**

Approfondir le lit de la galerie drainante tout en gardant une pente homogène.

Jusqu'à émergence de la foggara.

**Deuxième solution :**

Prolonger la galerie drainante vers l'amont en gardant une pente homogène pour atteindre le niveau rabattu de la nappe.

Les deux solutions se font par les Ksouriens traditionnellement.

## **Conclusion :**

Le devenir des palmeraies dans la wilaya d'Adrar est lié essentiellement au bon fonctionnement du système d'irrigation traditionnel qu'est la « foggara ». Ceci étant, tout tarissement risque d'engendrer le dépérissement total de la palmeraie se traduisant par une avancée de la sebkha et l'abandon total des parcelles.

L'exemple de la région de Tamest reflète l'état actuel de la foggara, et permet de cerner les causes du tarissement des foggaras dont, le taux de pertes par infiltration dans la partie inactive de la foggara, le manque d'entretien (curage) et les problèmes liés à l'exploitation des forages d'eau.

Sur la base des éléments développés ci-dessus il peut être proposé les recommandations suivantes :

Afin de pouvoir réhabiliter de manière durable les foggaras il y a lieu de :

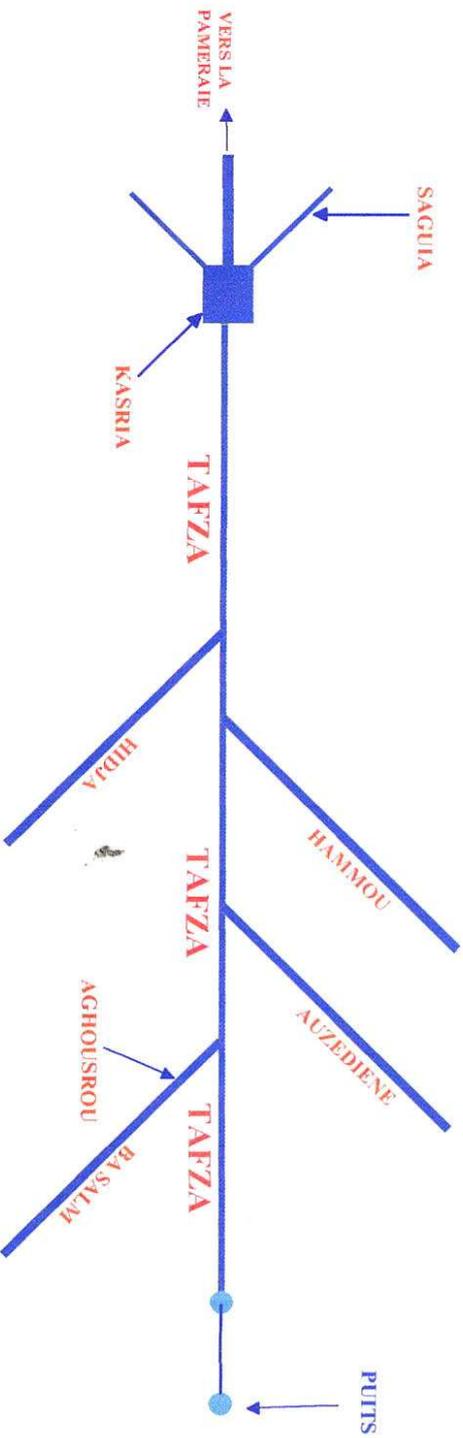
- Réorganiser le champ de captage par la correction des débits de forages qui permettra de réduire l'interférence réciproque entre les différents ouvrages de captages.
- Procéder à l'extension de la galerie drainante pour réduire l'influence du forage de façon quelle soit parallèle au sens d'écoulement de la nappe d'eau.
- De rendre imperméables les parties inactives de la foggara pour éliminer les pertes par infiltration.

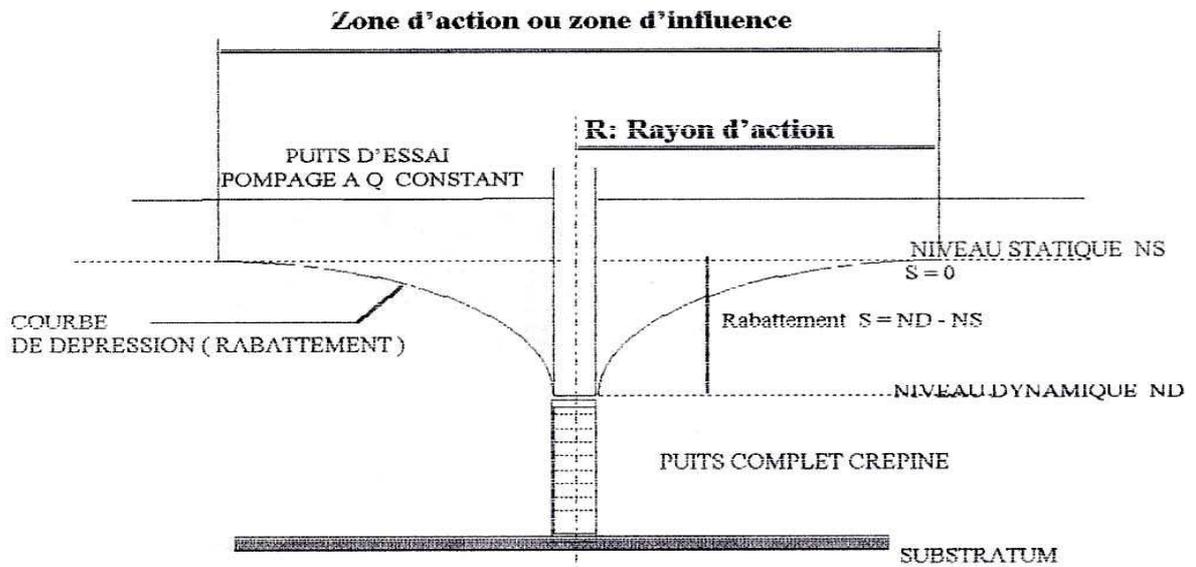
- Réhabiliter le réseau d'irrigation traditionnel (Majen et séguia) pour réduire au maximum les pertes d'eau par évaporation et par infiltration.

# ANNEXE

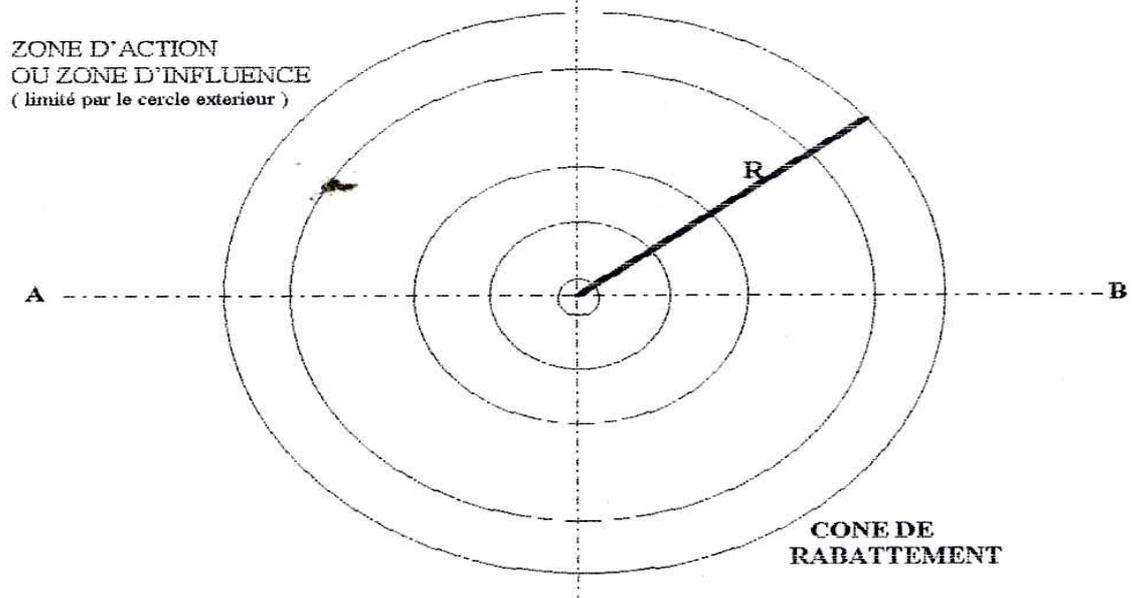
**CINQ FOGGARAS ASSOCIEES DANS UN SEUL AGHOUSROU  
FOGGARA TAFZA : COMMUNE DE OULES SAID**

pour une raison économique les ksoriens dans la région de gourara regroupent plusieurs foggaras dans un seul aghousrou le débit de chaque foggaras est jaugé avant le point de regroupement dans le kasria les foggaras se divisent





1- VUE EN COUPE AB



2 -VUE EN PLAN

**INFLUENCE DE POMPAGE EN NAPPE LIBRE**  
**LE CONE DE RABATTEMENT**

*I/ Inventaire des foggaras années 1932-1960*

Tableau n°1

<i>Dairas</i>	<i>Nombre des foggaras</i>	<i>Superficies irriguées (ha)</i>	<i>Débit exploité</i>
Reggane	69	552,2	22 804 l/mn
Zaouiet Kounta	160	1024	17 773 l/mn
Fenoughil	140	902	22 954 l/mn
Adrar	89	1023	34 539 l/mn
Tsabit	62	491	17 624 l/mn
Aougrouit	73	940	41 260 l/mn
Timimoun	131	727	22 978 l/m,
Charouine	09	38	1720 l/mn

**Source** : Les foggaras du Touat par M. Combés.

**NB** : les palmerais du Touat s'étirent sur une bande de 200 km de longueur de Reggane vers Tsabit et de 140 km d'Oufrane vers Ouled said.

## II/ Forages réalisés par la DHW d'Adrar entre 1952 / 1987

Tableau n° 3

Année	Destination APE	Destination Irrigation
1952 / 1982	23	07
1982/ 1987	34	43
Total	57	47

Source : DHW Adrar

NB/ Dans certaines régions l'eau est chargée :

Reggane forage réalisé en 1960 (AEP) 31 85 mg/l

Timmi forage réalisé en 1979 2140 mg/l

Tinerkouk forage réalisé en 1979 520 mg/l

Fenoughil forage réalisé en 1979 1700 mg/l

Sbaa forage réalisé en 1974 862 mg/l