



MICROFICHE N°

09808

République Tunisienne

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

F 1

**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**

**RECHARGE ARTIFICIELLE
DES NAPPES DU SYNCLINAL DE NADHOUR-SAOUAF**

JUILLET 1997

M. AYADI

CSA 9008

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU

RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES DU SYNCLINAL
DE NADHOUR-SAOUAF

JUILLET 1997

M. AYADI

1- INTRODUCTION :

Le synclinal de Nadhour-Saouaf se situe sur le versant Sud de la dorsale tunisienne. Le climat de cette région est semi-aride avec une pluviométrie variant de 300 à 350 mm. Le relief est accentué sur les bordures Est et Ouest au niveau des affleurements géologiques calcaires et gréseux. Par contre, les marnes de l'Eocène supérieur et les marnes sableuses du Plio-quaternaire couvrent les plaines.

Dans le synclinal de Nadhour-Saouaf, on distingue trois niveaux aquifères qui sont les grès de Miocène, les grès de l'Oligocène et le remplissage mio-plio-quaternaire.

L'alimentation de ces nappes se fait soit par l'infiltration directe des eaux de pluies au niveau des affleurements des bordures, soit par infiltration des eaux des crues le long des lits des oueds.

Dans le cadre du programme décennal de mobilisation des eaux de surface (1991-2000), Cinq barrages collinaires ont été programmés dans le synclinal de Nadhour-Saouaf sur les oueds el Oglia, Essahel, El Haddada, El Ksab et Saadine. Les trois premiers sont déjà réalisés et ont été fonctionnels depuis 1993. Le barrage el Ksab est en cours de réalisation ; quant à celui de oued Saadine, il est encore au stade d'étude.

Les caractéristiques des bassins versants et de ces barrages d'après une étude préliminaire faite par l'E.G.T.H. sont résumées dans le tableau suivant :

Oueds	Superficie de B.V Km ²	Volume d'eau ruisselé Mm ³ /an	Capacité du barrage Mm ³ /an	Volume d'eau régularisé Mm ³ /an
El Oglia	82.5	2.0	5.3	1.2
Essahel	36.0	1.0	2.6	0.5
Saadine	96.0	2.0	5.6	1.0
Oued Hodada	29.5	0.9	2.3	0.5
Ksab	15.2	0.9	1.3	0.64
TOTAL	259.2	6.8	17.1	3.84

La rétention des apports en eaux de ruissellement de tous ces oueds est estimée à $7 \cdot 10^6$ m³/an. Elle prive ainsi les nappes d'eau souterraines situées en aval, d'un apport estimé à 3 ou 4 Mm³/an.

Afin de remédier à cette situation et dans le but de mieux profiter des eaux de surface, il a été programmé la recharge de la nappe de Nadhour-Saouaf par les eaux retenues par les barrages collinaires. Cette opération a pour but de développer le volume d'eau infiltré en augmentant le taux d'infiltration et ceci en multipliant les travaux de C.E.S. sur les bassins de ces oueds et en maîtrisant le débit d'écoulement en aval des retenues collinaires mentionnées ci-dessus.

II- HYDROGEOLOGIE DU SYNCLINAL DE NADHOUR-SAOUAF :

Au niveau du synclinal Nadhour-Saouaf, on distingue trois niveaux aquifères :

1) L'aquifère du remplissage du Segui :

Cet aquifère est constitué par les formations argilo-sableuses du Mio-Plio-Quaternaires. La nappe qui est logée, est captée par des puits de surface et quelques forages dont les débits spécifiques varient de 0.1 à 1 l/s/m indiquant ainsi une faible perméabilité.

Le développement de l'exploitation de cette nappe se traduit par un dépassement des prélèvements des apports en une baisse piézométrique.

2) L'aquifère gréseux de l'Oligocène :

Les grès de l'Oligocène reconnus également comme étant aquifères, affleurent sur les reliefs de bordure du synclinal mais ils s'approfondissent au coeur de la structure. Cet aquifère a été reconnu par 35 forages dont les débits spécifiques varient de 1 à 3 l/s/m. La salinité de l'eau y est par tout inférieure à 1 g/l.

3) L'aquifère gréseux du Miocène :

Les grès du Miocène affleurant au niveau des reliefs de bordure sont aussi aquifères. Ils s'approfondissent au centre du synclinal où leur épaisseur pourraient dépasser 300 m. Cet aquifère est exploitée par 34 forages dont les valeurs du débit spécifique varient de 0.5 à 1 l/s/m. La salinité de l'eau y est généralement inférieure à 1 g/l.

4) Les ressources et l'exploitation de ces nappes :

Les ressources dynamiques exploitables à partir de ces nappes, correspondant à l'écoulement souterrain c'est à dire à la quantité d'eau passant par une section normale aux lignes de courant.

Les nappes du synclinal de Nadhour-Saouaf sont en communication hydraulique verticale entre elles, les ressources exploitables de la nappe logée dans le remplissage mio-plio-quaternaire, sont évaluées à 120 l/s soit 3.7 Mm³ (M. HAMZA, 1990). Cette nappe est exploitée par puits de surface dont le nombre est évalué à 266 puits (167 puits équipés) et par 4 forages (Nadhour 3 et 4, Sidi Abdelkader, Chabchoub).

L'exploitation de cette nappe est de 1.2 Mm³/an par puits et 0.6 Mm³/an par forages. Ceci donne une exploitation globale de 1.8 Mm³/an. L'écoulement souterrain de cette nappe contribue à l'alimentation de la nappe de Sisseb qui est un stade de surexploitation avancée. Cette alimentation est estimée à 42 l/s ; soit 1.3 Mm³/an. Le bilan de cette nappe traduit des ressources disponibles évaluées à 0.6 Mm³/an soit 32 l/s. Les ressources dynamiques de la nappe logée dans les grès

de l'oligocène sont évaluées à $8.5 \text{ Mm}^3/\text{an}$ (M. HAMZA, 1990). Son exploitation faite par forages publics et privés est évaluée à $2.8 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

En maintenant un débit souterrain destiné à l'alimentation de la nappe de Sisseb de l'ordre de 60 l/s (1.9 Mm^3), l'aquifère des grès de l'oligocène présente encore des disponibilités qui sont de l'ordre de $3.8 \text{ Mm}^3/\text{an}$. Ces ressources seront mobilisées par l'exploitation des nouveaux forages publics et privés réalisés durant ces dernières années.

La nappe logée dans les grès du Miocène (Vindobonien) est reconnue par 9 forages dont deux négatifs. La piézométrie de cette nappe montre un écoulement du Nord-Ouest vers le Sud-Est. L'isopièze 120 m permet de calculer le débit élémentaire passant à travers cette section et qui est évalué à 66 l/s environ soit $2 \text{ Mm}^3/\text{an}$ (Fig.1). L'exploitation de cette nappe par l'intermédiaire de 4 forages a été en 1996, de 19 l/s ($0.6 \text{ Mm}^3/\text{an}$). Par conséquent, les ressources encore disponibles au niveau de cette nappe sont de l'ordre de 44 l/s ($1.4 \text{ Mm}^3/\text{an}$).

Bilan de l'aquifère du synclinal de Nadhour-Saouaf

Nappes	Ressources Mm^3/an	Exploitation Mm^3/an	Ressources disponibles
Mio-plio-quaternaire	3.80	1.80	2.00
Miocène	2.0	0.60	1.40
Oligocène	8.5	2.80	5.70
TOTAL	14.3	5.20	9.10

Vu l'écoulement souterrain de la nappe qui s'effectue du SW vers le Nord-Est et du NW vers le SE (Fig.2), ces ressources contribuent à l'alimentation des nappes de Sisseb situées en aval qui souffrent déjà d'une surexploitation entraînant une baisse moyenne continue du niveau piézométrique qui est de 2 m/an environ. En conséquence, toute l'augmentation de l'exploitation des nappes du synclinal de Nadhour-Saouaf est de nature à affecter directement les apports souterrains des nappes de Sisseb et à aggraver les effets de leur surexploitation qui se traduisent par une baisse du niveau piézométrique, le dénoyage de l'aquifère et l'augmentation de la salinité de l'eau.

L'alimentation actuelle de la nappe de Sisseb est estimée à $3.2 \text{ Mm}^3/\text{an}$ soit 102 l/s qui se répartissent comme suit :

- Nappe du Mio-Plio-Quaternaire $1.3 \text{ Mm}^3/\text{an}$ soit 42 l/s
- Nappe de l'Oligocène $1.9 \text{ Mm}^3/\text{an}$ soit 60 l/s .

En conséquence, les ressources disponibles au niveau de l'aquifère multicouche du synclinal de Nadhour-Saouaf et en allouant à la nappe du Sisseb. Son alimentation naturelle sont de l'ordre de 5.9 Mm^3 , soit ($1.9 \text{ Mm}^3/\text{an}$).

Ces ressources seront exploitées par l'équipement et la mise en service des forages réalisés dans le cadre des programmes IRH ainsi que par des sondages privés réalisés et par l'équipement et l'aménagement d'autres puits de surface. Les

Carte planimétrique de la nappe
profonde de gradient Nantaise - Suresnef

LEGENDE

- Orléans Miroches 71g. 1
- Ferme existant avec N° LR.H
- Courbe hypsométriques
- ↗ Sans d'encastrement de la nappe
- Fuite

Echelle : 1:50 000

111422

111RJS

187454

148.58

18746

109.6

18749

111.18

3777/2

1233/2

130

1173/2

11182/2

113.91

11173/2

120.89

1081/2

136.11

ouvrages de recharge réalisés jusqu'à ce jour dans la région de Nadhour, sont au nombre de 18. Ces ouvrages ont pour objectif d'optimiser l'infiltration des eaux de ruissellement des différents oueds de la région.

III- RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES :

La première expérimentation de recharge des nappes de Nadhour a été réalisée par des lâchés à partir du barrage collinaire d'el Oglia en 1990/91. Le volume total de ces lâchers était de $2,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$. Il a été estimé que $1,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ se sont écoulés dans l'oued au delà du dernier point de jaugeage, $0,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ se sont évaporés et $1,4 \text{ Mm}^3/\text{an}$ se sont infiltrés jusqu'à la nappe (R.KHANFIR, 1991). Au niveau de l'unique piézomètre situé sur le bord de l'oued on a enregistré une remontée de 1,4 m (Fig.3).

Au cours de l'année 1993, deux opérations de recharge ont été pratiquées à partir des barrages Essahel (du 10 au 26/4/1993) et el Oglia (du 28/06/1993 au 27/07/1993).

Le volume total des lâchers est de $417 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. Le volume infiltré dans toute la zone surveillée durant la période d'observation est estimée à $392,5 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

L'effet de la recharge de la nappe de Nadhour-Saouaf à partir des eaux du barrage Essahel a été suivi à l'aide d'un limnigraphe installé sur le piézomètre Oued Sahel qui a enregistré une remontée de 2,62 m dont 2 m enregistrés après les lâchers à partir du barrage el Oglia et 0,62 m après celle du barrage Essahel (Fig.4) (M. AYADI, 1991).

Durant l'année 1994, l'activité de recharge de la nappe de Nadhour n'a pas été poursuivie à cause du manque de réserves d'eau dans les deux barrages. Durant l'année 1995, la période de recharge de la nappe a été 237,6 mm (62 % de la moyenne annuelle de la région).

Le volume total des lâchers en aval du barrage est 1026 418 m^3 . Le volume d'eau qui passe au delà du dernier point de jaugeage de Oued el Oglia est évalué à $200,243 \text{ m}^3$ par conséquent le volume d'eau infiltré est évaporé est de $825,334 \text{ m}^3$.

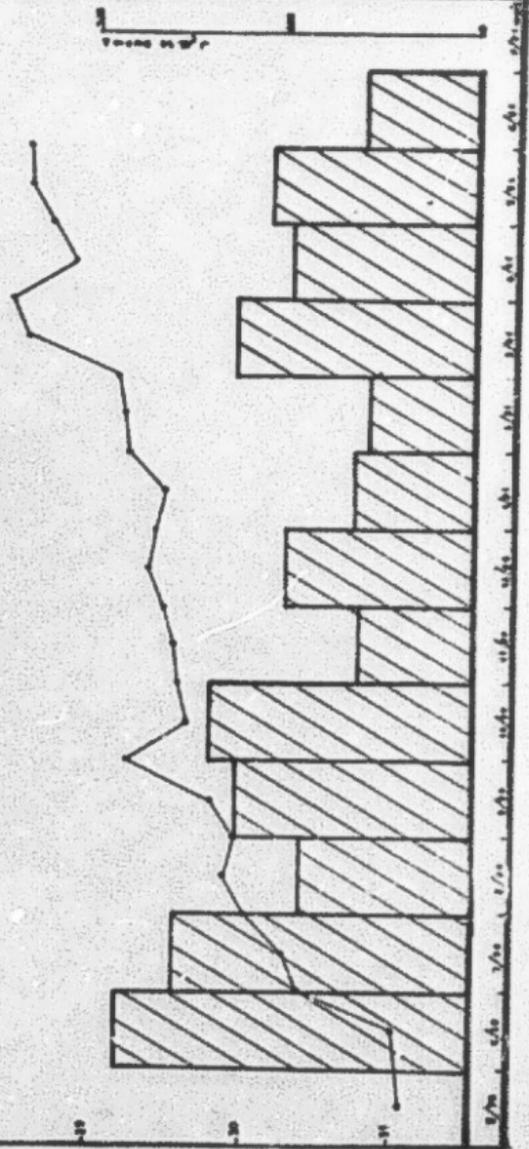
En considérant que l'évaporation s'exerce à son maximum sur une bande de 10 m de large et 12 km de long du lit de l'oued en aval du barrage et pour une valeur de l'évapotranspiration potentielle de 1 m/an, l'évaporation serait estimée à $120,000 \text{ m}^3/\text{an}$. La quantité d'eau évaporée durant les trois mois de recharge mentionnés précédemment, est évaluée à $40,000 \text{ m}^3$ environ. Par conséquent, la quantité d'eau infiltrée dans la zone surveillée durant la période d'observation est $785,334 \text{ m}^3$, soit un débit en fictif continue de 25 l/s environ soit 2 l/s/km.

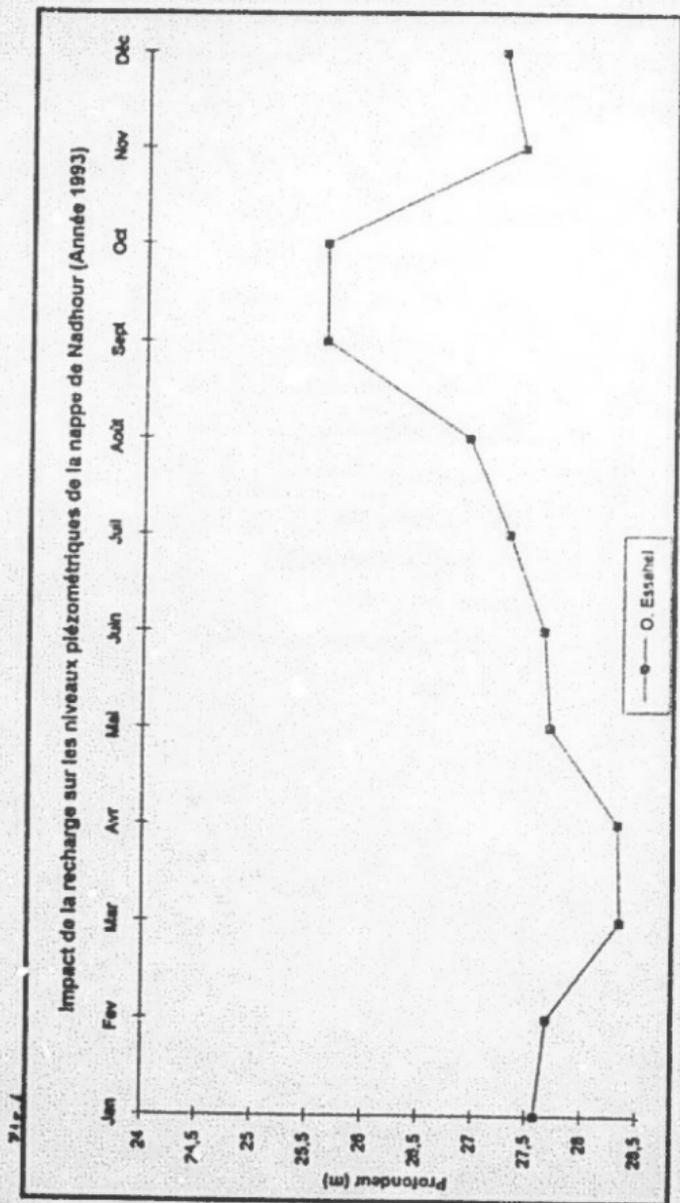
L'effet de cette recharge sur la nappe de Nadhour durant cette période a été suivi à l'aide du piézomètre Oued Essahel (10431/2) installé sur le bord de l'oued où l'infiltration est maximale. Ce piézomètre a enregistré une remontée de 1,36 m entre le mois d'Octobre et le mois de Décembre 1995 (Fig.5).

Blanc d'été dans le puits n°10431/2

EVOLUTION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE DANS LE PIEZOMETRE DE OUED SAHEL N°1RH 10431/2

Fig-3





IMPACT DE LA RECHARGE SUR LA NAPPE DE NADHOUR (1995- 1996)

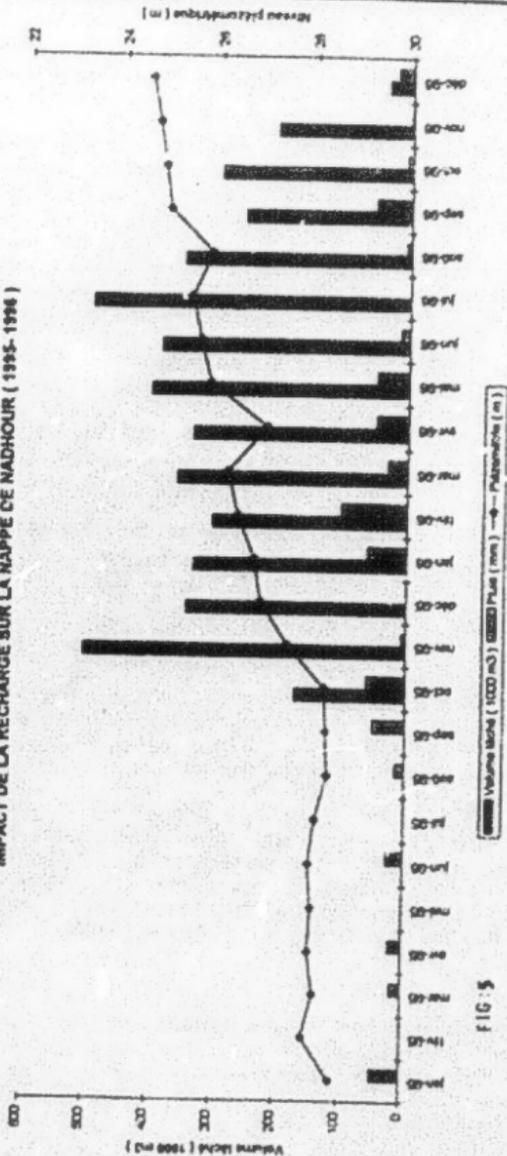


FIG. 5

Durant l'année 1996 la pluviométrie enregistrée sur le bassin versant des barrages collinaires el Oglia et Essahel est 396.7 mm. Elle représente 104 % du total des moyennes mensuelles.

La recharge de la nappe de Nadhour est pratiquée depuis le mois de Janvier 1996 à partir du barrage el Oglia a été effective au cours des périodes 21/05/1996 au 30/06/1996 et à partir du barrage Essahel du 15/11/1996 au 10/12/1996. Le volume total des lâchers en aval de deux barrages de 3 784.911 m³.

Le volume d'eau qui passe au delà du dernier point de jaugeage et qui rejoint la plaine de Sisseb est évalué à 700 521 m³. Par conséquent, le volume d'eau infiltré et évaporé dans la zone d'observation est 3 084.390 m³.

En considérant que l'évaporation est de 120.000 m³/an, comme il a été mentionné précédemment, la quantité d'eau infiltrée dans la zone surveillée durant l'année 1996, est de 2 964.390 m³, soit un débit fictif continu de 94 l/s environ soit 7.8 l/s/km. L'effet de cette recharge sur la nappe de Nadhour enregistré depuis le mois Janvier 1996, se traduit par une remontée de 2.25 m (Fig.5).

La salinité de l'eau a évolué depuis le mois de Janvier 96 au niveau du barrage el Oglia, de 0.65 à 1.316 g/l et au niveau du barrage Essahel de 0.65 à 1.022 g/l. Cette augmentation est due à l'évaporation de l'eau au niveau de la retenue.

IV- CONCLUSION :

En résumé, de 1990 à 1996, les travaux de recharge de la nappe de Nadhour ont engendré une infiltration dans la zone surveillée d'un volume de 5.54 Mm³ soit 174 l/s. Ce volume qui rejoint la nappe de Nadhour dans la zone environnante de Qued el Oglia a entraîné une remontée du niveau piézométrique qui a varié entre 1.4 et 2.6 m.

Ce volume d'eau infiltré permet de préserver la nappe de Nadhour actuellement très sollicitée par les puits de surface et sondages privés dans les zones de Bir Chaouech, Chaalil et Zouagha. Cette recharge pratiquée à partir des barrages collinaires, permet également de soulager la nappe de Sisseb située en aval et de rétablir sa piézométrie ou de moins maintenir sa surexploitation dans ses limites actuelles.

La surveillance des opérations de recharge, nécessite d'autres piézomètres afin de permettre d'optimiser l'estimation l'infiltration jusqu'à la nappe et de quantifier les ressources renouvelables supplémentaires dont bénéficient les nappes de Nadhour et de Sisseb.

M. AYADI

BIBLIOGRAPHIE

R. KHANFIR (1992) : Recharge artificielle des nappes d'eau souterraines du synclinal de Nadhour-Sacouaf à partir du barrage collinaire de l'oued el Oglia. DGRE-Tunis, Mars 1992, 9 p. 3 cartes.

MF. AYADI (1994) : Recharge artificielle des nappes du synclinal du Nadhour-Sacouaf à partir des barrages collinaires du Sahel et d'el Oglia.

H. HAMZA (1990) : Hydrogéologie du synclinal de Nadhour-Sacouaf. DGRE-Tunis, Janvier 1990, 150 p.

DGRE-Tunis (1993) : Recharge artificielle des nappes de Tunisie

DGRE-Tunis (1994) : Recharge artificielle des nappes de Tunisie

DGRE-Tunis (1995) : Recharge artificielle des nappes de Tunisie

FIN

13

VUES