

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
DIRECTION DES RESSOURCES  
EN EAU ET EN SOL  
BUREAU DE L'INVENTAIRE ET  
DES RECHERCHES HYDROLOGIQUES

--- ooo ---

CARTE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

DE LA TUNISIE

A L'ECHELLE : 1/200.000

FEUILLE DE KAIROUAN N° 11

FEVRIER 1983

Par Mekki HAMZA\*

# CARTE DES RESSOURCES EN EAU DE LA TUNISIE

A L'ECHELLE 1/200.000

FEUILLE DE KAIROUAN N° 11

## S O M M A I R E

----- oOo -----

- 1 . Cadre Général.
- 2 . Définition des éléments constitutifs de la légende.
- 3 . Les ressources en eau des principaux aquifères.
  - 3.1 Le bassin sédimentaire de Kairouan.
  - 3.2 La nappe du synclinal d'Aïn Beïdha.
  - 3.3 La nappe du synclinal d'Ousseltia.
  - 3.4 Les aquifères de Haffouz.
  - 3.5 La nappe de Sbeitla.
  - 3.6 La nappe de Hadjeb El Aïoun.
  - 3.7 Le système hydraulique de Sbiba.
  - 3.8 La nappe de la plaine de Rohia.
  - 3.9 Les formations hydrogéologiques de la cuvette de Sebkhet El Behira.
  - 3.10 Le système hydrologique de Serdja.
  - 3.11 La nappe phréatique d'El Alaa.
  - 3.12 Le système hydraulique de Chougafia.
  - 3.13 Le Karst de la Kessera.
  - 3.14 La nappe phréatique du Bled Hebabsa.
- 4 . Références bibliographiques.
5. Annexes : Etat des forages caractéristiques exploitant les différents aquifères.

Planche : Carte des Ressources en eau de Kairouan n° 11  
au 1/200.000 établie par Mustapha BESBES à l'aide  
des données existantes au 1<sup>o</sup> Juin 1971, révisée et  
complétée à l'aide des données existantes au  
31 Décembre 1982 au BIRH par Mekki HAMZA.

## I N T R O D U C T I O N :

La carte des ressources en eau de Kairouan :  
feuille n° 11 à l'échelle 1/200.000 a été établie  
par Mustapha BESBES ; jadis hydrogéologue au BIRH et  
actuellement maître de conférences à l'Ecole Nationale  
des Ingénieurs de Tunis ; à l'aide des données existantes  
au 1<sup>er</sup> Juin 1971 au Bureau de l'Inventaire et des Recherches  
Hydrologiques.

Nous nous proposons compte tenu des informations  
supplémentaires recueillies au cours de ces dix dernières  
années ; de reviser, de compléter et d'actualiser cette carte.  
De même nous avons jugé indispensable de lui adjoindre une  
notice explicative permettant d'une part une meilleure inter-  
pretation et d'autres parts une utilisation plus rationnelle  
de cette carte.

# CARTE DES RESSOURCES EN EAU DE LA TUNISIE

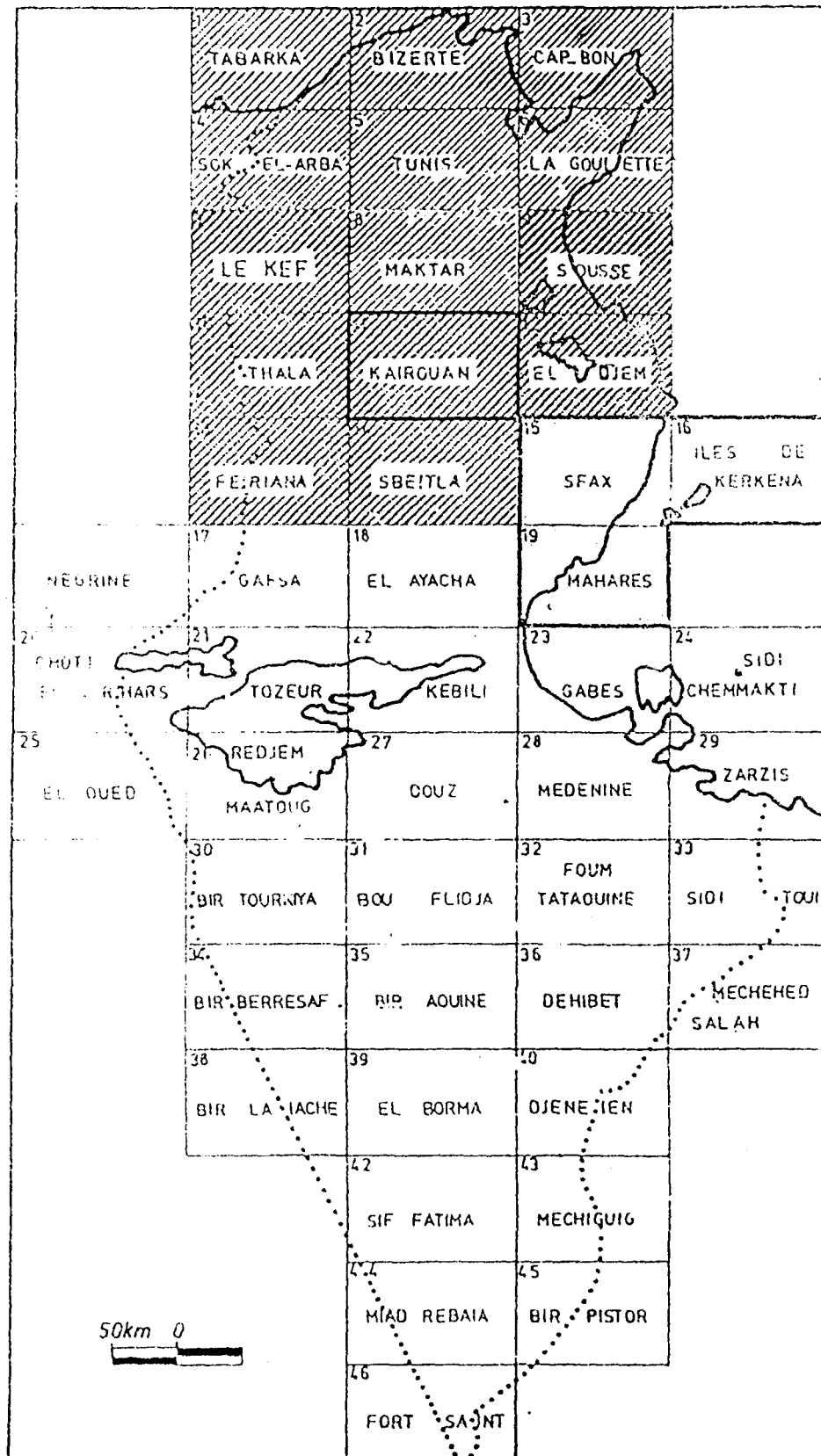
Etat d'avancement des travaux



Cartes des ressources en eaux éditées.



Situation de la feuille de Kairouan n°11 au 1/200.000



# 1 - CADRE GENERAL :

Le territoire concerné par cette carte des ressources en eau couvre la feuille de Kairouan n° 11 au 1/200.000 . Il s'agit d'un rectangle de 60 X 96 Km de dimensions et de 5760 Km<sup>2</sup> de superficie.

La carte est comprise entre les coordonnées suivantes :

Latitude Nord : 39° 12' 75" et 39° 79' 60"  
Longitude Sud : 7° 43' 00" et 8° 66' 00"

L'altitude maxima de la carte est de 1378 m NGT au signal du Djebel Mrhilla. Les points les plus bas sont à 40 m NGT à Oglat El Fahaia (N.E de la feuille) ; les feuilles limitrophes sont :

au Nord	:	Makhtar	N° 8
à l'Ouest	:	Thala	N° 10
à l'Est	:	El Djem	N° 12
au Sud	:	Sbeitla	N° 14

Administrativement la carte couvre totalement le Gouvernorat de Kairouan et partiellement les Gouvernorats de Siliana ( Sud ) ; de Sidi Bou Zid ( Nord ) et Kasserine ( Est ).

La carte est marquée par l'intersection de l'axe atlasique d'orientation SW - NE avec l'axe Nord-Sud ; au niveau du noeud tectonique d'El Haouareb.

L'axe Nord Sud sépare la Tunisie Centrale qui se caractérise par des aquifères occupés principalement par des formations miocènes sablo-gréseuses et le sahel où prédomine une séquence sédimentaire argilo-sableuse plio-quaternaire.

L'axe atlasique ( SW - NE ) coupe en écharpe la partie occidentale de la feuille et limite ainsi les synclinaux de Hadjeb El Afoun et d'Aïn Beïdha d'une part et les zones montagneuses et de reliefs de l'Ousselat, El Ala, Kessera, Dj. Barbrou et Skarna d'autres parts.

\* Les nappes de la Tunisie Centrale bien que de superficie relativement restreinte , se distinguent de celles du Sahel par l'importance de leurs ressources tant du point de vue quantitatif que du point de vue qualitatif.

Il s'agit essentiellement de la nappe Miocène qui couvre tout le bassin versant de la Sebkhia ~~Melbia~~. Ce bassin englobe le Nebhana ; le Merguellil et le Zeroud.

Prenant naissance dans le territoire Algérien au niveau d'Oum Ali Thelepte ; elle se développe sur toute la Tunisie Atlasique et parcourt les synclinaux, les cuvettes et les plaines de la Tunisie Centrale pour se déverser au Nord ~~Est~~ par l'intermédiaire des seuils hydrauliques de Sbeitla, Hadjeb El Afoun etc... dans les principaux tributaires de la Kelbia.

.../...

L'aquifère principal se développe dans les grès du Miocène qui s'étendent sur tout le bassin. Ce miocène repose en discordance sur les calcaires du Crétacé supérieur (Ile de Kasserine) jouant le rôle tantôt de drain tantôt de recharge de l'aquifère miocène.

Dans le Kairouannais le substratum de cette nappe est constitué de marnes et de marno-calcaires de l'Eocène.

Au dessus de ces grès peuvent se développer des nappes mio-pliocènes et quaternaires alluviales pouvant présenter des relations verticales et même horizontales avec l'aquifère miocène.

Au dessous du Miocène peuvent se développer des aquifères oliogènes locaux connus par de bonne caractéristiques hydrodynamiques et par une excellente qualité chimique des eaux ; ainsi que des aquifères calcaires (Eocène inférieur - Formation Metlaoui) fissurés ou Karstifiés notamment dans la partie septentrionale de la feuille.

Signalons enfin que compte tenu de l'extrême étendue du Miocène en Tunisie Centrale et de la disparité des unités aquifères miocènes ; des relais hydrogéologiques constitués soit par les calcaires du Crétacé supérieur soit par le remplissage plio-quaternaire et alluvial, peuvent se développer et permettre les liaisons et la continuité de l'écoulement de la nappe Miocène.

\* Les vastes plaines de Kairouan et du Sahel sont occupées par des sédiments détritiques continentaux très épais d'âge plio-quaternaire. La perméabilité de ces couches est nettement inférieure à celle des grès miocènes et oligocènes. La salinité est souvent excessive surtout dans la partie orientale de la plaine de Kairouan et dans la quasitotalité du Sahel. Elle a pour origine l'existence d'une chapelet de Sebkhas, qui drainent toutes les eaux de surface et souterraines, l'évaporation et une proportion d'argile et de gypse au sein des aquifères.

Le degré de connaissance des nappes figurées sur la présente carte est très variable.

Alors que les nappes de la plaine de Kairouan, de Bou Hafna, d'Aïn Beïdha, d'Hadjeb El Afoun et de Sbeitla sont relativement bien connues (étude au stade 2 ou 3) ; d'autres aquifères demeurent encore au niveau des études préliminaires (stade 1) : Rohia, Serdja, El Behira etc...

.../...

Nos connaissances sur des structures marginales telles que : Bled El Gounna ; Bled Hebabsa ; Bled Bayoudh etc... situés à l'Ouest et au Nord Ouest de la feuille dans des régions accidentées et topographiquement hautes ; sont très insuffisantes et notre carte ne prétend pas apporter une précision supplémentaire.

Les zones où on propose une reconnaissance supplémentaire par forages n'impliquent pas l'existence certaine d'une nappe mais reflètent un manque de données pouvant être comblé par la reconnaissance proposée.

Il est à signaler que la Direction des Ressources en Eau et en Sol (Bureau de l'Inventaire et des Recherches Hydrologiques) a entrepris un effort considérable dans l'inventaire des ressources en eau et la cartographie hydrogéologique notamment dans les régions de Chougafia, Serdja, El Behira, Ousseltia etc...

Remarquons enfin que la carte des Ressources en eaux souterraines de Kairouan n'est qu'un document provisoire qui reflète notre connaissance actuelle des systèmes hydrologiques et particulièrement des aquifères.

## 2 - DEFINITION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DE LA LEGENDE :

Pour la compréhension et l'interprétation des éléments figurant sur la carte, il est utile d'en donner les définitions ainsi que les explications y afférentes.

### 2.1 Différents types de nappes :

#### 2.1.1 Nappe phréatique et profonde :

La nappe phréatique est une nappe définie par une limite supérieure hydrodynamique avec fluctuations libres. Cette limite piézométrique se trouve toujours en équilibre avec la pression atmosphérique..

Par extension nous appellerons nappe phréatique ; les nappes qui sont exploitées par puits de surface et dont le plan d'eau se situe en deça de 50 m de profondeur par rapport au terrain naturel. Cette limite est arbitraire ; elle est toutefois conditionnée par l'équipement des puits. C'est ainsi que l'exploitation des nappes phréatiques en Tunisie Centrale et dans le Kairouannais par puits de surface équipés de groupe moto pompe (GMP) ou électrifiés s'arrête généralement à la profondeur de 40 m et ne dépasse que rarement les 50 m de profondeur.

Les nappes phréatiques : se distinguent nettement des nappes profondes sous-jacentes par le liseré les identifiant.

Elles sont limitées par la ligne - 50 m de profondeur du plan d'eau.

Les nappes profondes : sont des nappes dont la limite supérieure est une limite géologique imperméable. Elles sont ascendantes c'est-à-dire que leur niveau piézométrique est généralement plus élevé que le toit de l'aquifère capté. Par convention on considère dans ce qui suit que tout aquifère situé au delà de 50 m de profondeur et exploité par forage appartient à la nappe profonde.

.../...

### 2.1.2 Autres types de nappes :

#### - Les nappes d'underflow :

Il s'agit de nappes perchées liées aux cours d'eau. Elles se développent dans les alluvions et les sous écoulements d'oueds ; et reposent sur un substratum imperméable. Ces nappes sont généralement exploitées par des hassis , des puits filtrants ou drainants de gros diamètre et de faible profondeur.

Les ressources d'une telle nappe dépendent de l'alluvionnement de l'oued dont elle est tributaire ainsi que l'importance et la fréquence des crues.

#### - Les formations du Crétacé :

En affleurement ; elles donnent naissance à de nombreuses sources de bonne qualité chimique mais à faible débit , drainant de petits aquifères localisés. La plupart des sources ne sont pas aménagées et captées et l'on peut supposer que leur débit pourrait être augmenté par un réaménagement ou un captage approprié.

### 2.1.3 Importance des nappes :

L'importance des nappes s'évalue par ses ressources et de ses réserves.

La réserve est la quantité ou le volume d'eau gravitaire contenu à une date donnée, ou stocké au cours d'une période moyenne annuelle dans un système hydrologique. Elle est associée au concept de ressource en eau non renouvelable. Elle résulte de la fonction capacitive du réservoir des aquifères. Elle s'évalue en unités de volumes.

La ressource est la quantité ou le volume d'eau pouvant être extrait d'un domaine circonscrit pendant une période donnée, compte tenu de critères ou de contraintes techniques, socio-économiques ou politiques. L'expression ressource est toujours accompagnée d'un qualificatif précisant sa catégorie. L'évaluation de la ressource repose sur les comportements hydrodynamique et hydrochimique de l'aquifère. Elle est exprimée en termes de débit moyen.

L'évaluation de la réserve et de la ressource, repose sur les concepts suivants :

- L'évaluation des catégories de réserves est obtenue par le calcul du volume de la tranche de réservoir considérée à l'aide de cartes en courbes isopaches et par la porosité efficace ou le coefficient d'emmagasinement.

.../...



- La réserve est renouvelée par les apports à l'aquifère. Ce renouvellement est numérisé par le taux et la durée de renouvellement. A chaque système hydrologique correspond une catégorie de ressources.

L'évaluation de la ressource en eau souterraine exploitable ; respectant un certain nombre de contraintes, repose essentiellement sur la prévision de l'évolution des rabattements en fonction des débits et sur le coût de la production de l'eau.

#### 2.1.3.1 Ressources faibles :

Il s'agit de nappes où un ou plusieurs paramètres géométriques et hydrodynamiques sont faibles : superficie, puissance, aire d'alimentation, coefficient de perméabilité et transmissivité, gradient et charge hydrauliques, débit et vitesses de l'écoulement des eaux souterraines etc...

Les ressources annuelles renouvelables de l'ensemble de cette catégorie de nappe sont généralement inférieures à 50 l/s et les débits spécifiques des ouvrages de captage ne dépassent pas 1 l/s par mètre de rabattement.

#### 2.1.3.2 Ressources fortes :

C'est le cas des nappes pour lesquelles les paramètres géométriques et hydrodynamiques énumérés sont favorables.

Les ressources annuelles renouvelables dépassent dans ce cas 50 l/s et le débit spécifique des ouvrages de captage est supérieur à 1 l/s par mètre de rabattement.

#### 2.1.4 Exploitation des nappes :

##### 2.1.4.1 Nappes phréatiques :

La carte des Ressources en eau sous sa forme actuelle ne reflète pas l'exploitation des nappes phréatiques mais par contre donne une idée sur l'exploitabilité et les possibilités de ces aquifères.

Généralement les nappes phréatiques les plus sollicitées sont celles présentant de bonnes caractéristiques hydrodynamiques donc des ressources importantes et une qualité d'eau acceptable.

##### 2.1.4.2 Nappes profondes :

Le même raisonnement est valable pour les nappes profondes.

En annexes ; on donne un listing des forages exploités par unité hydrogéologique et de leur caractéristiques hydrogéologiques.

La répartition de ces forages dans les différentes nappes ; leur nombre ; leur rendement et leur espacement définissent le degré d'exploitation des aquifères profonds.

#### 2.1.5 Qualité des eaux souterraines :

L'utilisation de l'eau est intimement liée à sa qualité et particulièrement à sa potabilité.

C'est ainsi que la SONEDE organisme distributeur d'eau potable recherche des eaux de minéralisation totale inférieure à 1,5 g/l pour approvisionner leur réseau ; l'agriculture se contente des eaux dont la salinité oscille entre 1,5 et 3 g/l et tolère exceptionnellement des eaux de résidu sec dépassant 3 g/l notamment pour quelques cultures adaptées au sel dans quelques sols à contraintes pédologiques limitées.

Dans cet esprit trois plages de salinité ont été différenciées dans la carte.

##### Salinité inférieure à 1,5 g/l : (trame bleue)

Ce sont des eaux de bonne qualité généralement potables. Elles sont indiquées surtout pour l'alimentation humaine en eau potable. L'excédent peut être utilisé pour l'agriculture et l'industrie.

##### Salinité comprise entre 1,5 et 3 g/l : (trame jaune)

L'alimentation humaine est généralement exclue sauf cas particulier de mélange avec des eaux plus douces.

Ces eaux sont alors indiquées pour l'usage agricole et l'irrigation qui doit être précautionneuse et se faire dans des conditions pédologiques déterminées.

##### Salinité supérieure à 3 g/l : (trame rouge)

L'alimentation humaine est exclue. Ne sont possibles que les cultures tolérantes aux sels dans des conditions pédologiques très spéciales.

#### 2.1.6 Profondeur du niveau piézométrique :

Un figuré en trame pointillée indique une profondeur du niveau piézométrique supérieure à 50 m , aussi bien pour les nappes phréatiques que pour les nappes profondes.

Si le niveau piézométrique de 50 m se présente comme facteur limitant l'exploitation de la nappe phréatique ; celui de 100 m constitue la limite de refoulement pour les pompes mécaniques dont sont équipés la plupart des forages. Notons que les pompes électriques immergées ne connaissent pas une telle restriction.

.../...

## 2.2 Points d'eau :

Les points d'eau (sources et forages) figurés sur la carte portent des annotations qui reflètent leurs caractéristiques hydrogéologiques en particulier les débits d'exhaure naturel pour les sources ; les débits maximums de pompage et la position du sommet de la crépine pour les forage

### 2.2.1 Sources :

Seules les sources les plus importantes sont représentées sur la carte en particulier celles dont le débit excède 1 l/s.

### 2.2.2. Puits de surface :

Les puits de surface très nombreux au nombre de plusieurs milliers ne sont pas représentés sur cette carte.

### 2.2.3 Forages :

Seuls les forages exploités ou susceptibles d'être exploités ainsi que les forages artésiens sont représentés sur la carte. Les forages de reconnaissance ou endommagés n'y figurent pas.

## 2.3 Autres notions.:

Les limites des nappes sont étanches au niveau des affleurements crétacés. Les autres limites des nappes figurant sur la carte sont :

soit des lignes de partage des eaux souterraines.

soit des limites d'aquifères ou encore faute de mieux des limites supposées .

## 2.4 Etudes et recherches à entreprendre :

Nous avons indiqué sur la carte des zones où nous supposons l'existence de nappes phréatiques ou profondes susceptibles d'être exploitées, et où une étude préliminaire doit être programmée pour nous éclairer sur les possibilités présumées de ces nappes.

.../...

### 3 - LES RESSOURCES EN EAU DES PRINCIPAUX AQUIFERES :

Une synthèse hydrogéologique est présentée dans ce qui suit pour chaque unité hydrogéologique. Cette synthèse permettra la compréhension, l'interprétation ainsi que l'utilisation de la carte des ressources en eau souterraine. Cette synthèse intéresse notamment le fonctionnement hydraulique, la qualité de l'eau, les ressources exploitables et les aménagements futurs de la nappe.

#### 3.1 Le bassin sédimentaire de Kairouan :

La partie orientale de la nappe est représentée sur la carte des ressources en eau au 1/200.000 de la feuille d'El Djem N° 12.

##### a) Cadre hydrogéologique :

Par ses dimensions et l'étendue de son impluvium la plaine de Kairouan constitue le réservoir d'eau souterraine la plus important de la Tunisie Centrale.

Les nappes contenues dans ce bassin endoreïque sont principalement alimentées par les crues des oueds Zeroud et Merguellil et s'écoulent vers un système de Sebkhass dans lesquelles s'accumulent pour s'évaporer.

La plaine alluviale qui s'étend sur près de 3000 Km<sup>2</sup> occupe une cuvette d'effondrement.

La piézométrie rend compte des écoulements dans la nappe phréatique ; pour laquelle les lits des oueds Zeroud et Merguellil apparaissent comme des zones d'alimentation privilégiée. En effet les débits d'étiage de ces deux oueds s'infiltrant entièrement à leur entrée dans la plaine. De plus l'examen comparé des évolutions piézométriques et des épisodes de ruissellement sur plusieurs années met en évidence une participation importante des crues à l'alimentation des nappes.

La piézométrie rend compte également des relations hydrauliques existantes entre les aquifères phréatiques et profonds. Il semble clair que dans la zone amont la nappe profonde soit alimentée par l'horizon supérieur mais la communication semble bonne puisque la perte de charge entre les deux niveaux atteint rarement 5 m. Par contre à l'Est et au Nord, après un passage par une zone de transition et d'équilibre des niveaux, l'aquifère profond se met en charge et percole dans la nappe phréatique. La perte de charge entre les deux horizons dépasse alors 10 m au Nord de Kairouan, zone d'artésianisme des niveaux profonds, lesquels seraient donc, là, mieux isolés de la nappe phréatique.

La nappe phréatique contenue dans le niveau perméable supérieur renferme 2000 puits dont plus de 1300 sont équipés.

La nappe profonde est exploitée par 65 forages profonds.

b) Ressources en eau :

Le bilan du réservoir souterrain s'établit comme suit :

<u>E N T R E E S</u>	<u>S O R T I E S</u>
Infiltration dans le lit du Merguellil = 395 l/s	Prélèvement dans la nappe phréatique = 750 l/s
Infiltration dans le lit du Zeroud = 670 l/s	Prélèvement dans la nappe profonde = 500 l/s
Autres sources d'apport = 485 l/s	Evaporation dans les Sebkhass = 300 l/s
<hr/>	<hr/>
T O T A L = 1550 l/s	T O T A L = 1550 l/s

Ce bilan fait ressortir une perte de 300 l/s à l'aval ; qu'il faudrait essayer de récupérer pour les besoins agricoles de la région.

Cette exploitation supplémentaire se fera en tenant compte de la qualité de l'eau et de la productivité ( T ; Q /  $\Delta$  ; etc ... ) de la nappe.

c) Contexte hydrochimique :

L'étude de la qualité des eaux confirme les mécanismes hydrogéologiques inhérents à la plaine de Kairouan.

- eau douce ( R.S < 1,5 g/l ) dans la zone d'alimentation par l'Oued Merguellil en relation avec la salinité des eaux de ce dernier.
- eau à salinité moyenne (1,5 à 3 g/l) dans la zone d'alimentation par les crues du Zeroud ; également en relation avec la salinité de cet oued ; tandis qu'au débouché de ce cours d'eau dans la plaine, une poche de salinité plus élevée rend compte de l'infiltration des débits d'étiage à forte concentration.
- Gradients de salinité amont - aval beaucoup plus élevé dans la nappe phréatique (où l'on passe de 1 à plus de 7 g/l) que dans la nappe profonde (gradient très faible 1,5 à 3 g/l) conforme aux gradients piézométriques en rendant bien compte du sens et de la qualité des échanges verticaux entre les 2 nappes : alors qu'à l'amont, la bonne liaison permet une quasi-conservation de la qualité des eaux dans leur percolation de haut en bas ; à l'aval, la séparation par des couches très peu perméables provoque un gradient vertical de salinité élevé.

.../...

- Enfin une zone à forte salinité ( 3 à 5 g/l ) au Nord de Draa Affène est peut être due à l'infiltration des eaux de ruissellement aux piedmonts de cette colline formée de sédiments gypseux.

d) Développement de l'exploitation :

L'aménagement futur de la nappe doit tenir compte : des ressources exploitables disponibles : 300 l/s.

L'utilisation de la capacité des forages existants et la création d'autres ouvrages (10 à 15 forages de 250 à 300 m de profondeur ) permettront de résorber cet excédent et par conséquent d'utiliser les eaux qui se perdent aux exutoires.

D'autres parts une surexploitation de la nappe sera possible, à partir du moment où des lâchures d'eau seront pratiquées et injectées dans la nappe à partir du barrage de Sidi Saad par le biais du lit d'oued Zeroud.

Cette surexploitation pourrait atteindre 12.10.<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an.

3.2 La nappe du synclinal d'Aïn Beïdha :

a) Le réservoir :

Le bassin est limité au Nord par le lit de l'Oued Merguellil, à l'Ouest par le Djebel Trozza, au Sud Est par le Djebel Touila et au Sud par la ligne de séparation des bassins versants du Zeroud et du Merguellil. Les principales formations aquifères sont :

- L'oligocène supérieur gréseux ; réduit en affleurements ; les grès prennent une extension en profondeur reconnue par géophysique. Ils sont captés par quelques forages où la formation est très perméable et l'eau d'excellente qualité.
- Le Vindobonien moyen sableux ; très étendu et à surface libre au Sud, il se met en charge vers le Nord. Il communique largement avec l'oligocène et est capté par quelques forages.
- Le Quaternaire : Il renferme la nappe phréatique qui s'étend sur 200 Km<sup>2</sup>. Les zones de piedmonts (Trozza, Touila) possèdent une bonne perméabilité, attestée par la grande profondeur de la surface de la nappe à cet endroit.

L'alimentation des nappes est assurée par ces zones de piedmonts ainsi que par les crues des oueds Ben Zitoun et El Hammam, affluents du Merguellil.

L'exutoire principal du système est le seuil d'El Haouareb à travers lequel une grande partie du débit souterrain rejoint les nappes de la plaine de Kairouan, le reste émerge et s'évapore au niveau d'El Haouareb.

.../...

b) Qualité de l'eau :

La qualité de l'eau est bonne partout. La minéralisation totale varie de 1,5 à 2 g/l. Toutefois elle peut dépasser les 3 g/l dans les zones d'évaporation, d'extension du salifère et à proximité des exutoires.

c) Les ressources en eau :

Les ressources dynamiques s'élèvent à  $7,5 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/an. Les prélèvements actuels sont de  $3 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/an et se font par le biais d'une dizaine de forages profonds et de 60 puits de surface, dont 10 sont équipés par GMP.

d) Développement de l'exploitation :

Un développement de l'exploitation future peut être envisagé par :

- l'utilisation des forages délaissés : Oued Khechem etc...
- la création de 4 nouveaux forages de 300 m de profondeur chacun.
- l'exploitation supplémentaire de la nappe phréatique par l'aménagement de 30 nouveaux puits de surface.

3.3 Nappe du synclinal d'Ousseltia :

Seule la partie Sud du synclinal d'Ousseltia figure sur la carte :

a) Le réservoir :

Analogues aux structures de Bou Hafna, Cherichira et Bou Mourra ; le synclinal d'Ousseltia renferme l'un des importants réservoirs de grès oligocènes de Tunisie Centrale.

L'impluvium de la plaine, limité à l'Est par le Djebel Boudabbous et à l'Ouest par les hauteurs du Serdj et de la Kessera, atteint 400 Km<sup>2</sup>. Les affleurements de grès s'étendent sur près de 150 Km<sup>2</sup> ; parfois sous une mince couverture d'alluvions perméables.

Isolée des grès par une épaisse série argileuse, une nappe d'importance secondaire, renfermée dans les calcaires Eocènes, se manifeste par des sources à faible débit (Aïn Jenoua, Aïn Faouar etc...).

Seul le réservoir oligocène a fait l'objet d'une étude hydrogéologique détaillée.

Il est constitué principalement de grès oligocènes ; dessinant un synclinal dissymétrique à flanc occidental redressé. L'alimentation du système aquifère est assurée par les affleurements gréseux et par l'eau de crue et d'étiage d'Oued Djilf.

Il est drainé au Nord par l'Oued Maarouf y assurant un débit pérenne de 70 l/s. Il est probable qu'un certain débit soit évacué à l'aval sous forme de sous-écoulement d'oued.

.../...

b) Ressources en eau :

Les ressources dynamiques s'élèvent à  $3,0.10^6$  m<sup>3</sup>/an. L'exploitation est toujours dérisoire.

Les points d'eau exploités produisent en totalité  $0,2.10^6$  m<sup>3</sup>/an.

La nappe phréatique alluviale est exploitée par un ensemble de 50 puits de surface dont 15 sont équipés.

La nappe des grès oligocènes est exploitée actuellement par 2 forages.

La nappe des calcaires Eocènes est aussi exploitée par 2 forages.

c) Qualité de l'eau :

L'eau présente généralement une excellente qualité chimique. Elle titre de 0,5 à 0,8 g/l de minéralisation totale pour l'aquifère oligocène et l'aquifère Eocène. La salinité peut être légèrement plus élevée dans l'aquifère phréatique alluvionnaire.

d) Développement de l'exploitation :

Les ressources en eau mobilisables du synclinal d'Ousseltia demeurent encore importantes. Une exploitation supplémentaire peut être envisagée par :

- La création de 4 forages de production.
- La mise en production des forages fermés.
- L'aménagement de 30 nouveaux puits pour l'exploitation de la nappe superficielle.

En raison des profondeurs excessives du plan d'eau au Sud du synclinal d'Ousseltia ; l'exploitation supplémentaire de cette ressource disponible sera limitée à la limite Nord de la plaine et aux piedmonts de la chaîne du Djebel Serdj notamment à sa limite méridionale.

3.4 Les aquifères de la région de Haffouz :

1) Description du réservoir :

Enfermée entre les 2 synclinaux Oligocènes de Cherichira, et de Bou Hafna ; la cuvette de Haffouz est limitée au Nord par le Dj. Ousselat, et au Sud par le Dj. Trozza.

Les calcaires Eocènes de l'Ousselat que l'on retrouve en profondeur sous la plaine, constituent l'un des aquifères du bassin.

Le remplissage mio-pliocène continental de la cuvette en constitue un autre, mais le réservoir le plus important est sans doute le synclinal gréseux Oligocène de Bou Hafna.

.../...



Alimenté par les affleurements gréseaux qui s'étendent sur 135 Km<sup>2</sup>, cet aquifère est drainé par le Mio-Pliocène lequel possède l'Oued Merguellil comme exutoire. Cet oued qui constitue entre Haffouz et El Haouareb le niveau de base de tous les écoulements du bassin, alimente en crue les grès de Bou Hafna par l'amont.

L'évaporation est aussi notable à l'aval de Haffouz, à El Haouareb, et le meilleur moyen de récupérer l'ensemble des pertes, tout en mettant à profit les excellents débits unitaires des forages aux grès Oligocènes est de surexploiter le réservoir de Bou Hafna afin de provoquer des rabattements généralisés importants.

## 2) Ressources en eau :

Différents procédés de calcul dont la simulation analogique sur modèle Résistance - Capacité ont permis de définir l'alimentation des nappes et un programme d'exploitation ; permettant une amélioration à long terme du bilan en eau du bassin.

Définies par entité aquifère et tenant compte des échanges entre les différents réservoirs les ressources exploitables dans l'hypothèse d'un équilibrage du bilan, sont les suivantes :

- grès Oligocènes de Bou Hafna	= 300 l/s
- grès Oligocènes de Cherichira	= 100 l/s
- Nappes profondes de Haffouz	= 100 l/s
- (Calcaire Eocène et Mio-pliocène)	
- Nappe phréatique de Haffouz	= 65 l/s
<hr/>	
total	= 565 l/s.

Les calculs concernant la surexploitation de Bou Hafna montrent qu'à un taux de production de 400 l/s dans ce réservoir ; l'annulation des fuites à partir de cette nappe serait obtenue dans un délai de 5 à 10 ans après le début du pompage. Mais en contre partie, ce délai correspond à un rabattement exagéré des niveaux piézométriques dont la stabilisation nécessite le retour à une production égale à l'alimentation.

Il y a donc 2 régimes de production prévus à partir des nappes du bassin :

1° Phase = Exploitation à 665 l/s pendant 5 à 10 ans  
(  $21.10^6$  m<sup>3</sup>/an ).

2° Phase = Exploitation ramenée à 565 l/s après ce délai  
(  $17,8.10^6$  m<sup>3</sup>/an ).

.../...

La ressource de substitution pour combler le déficit appelé à se créer sera fournie par l'alimentation induite des crues du Merguellil sous l'effet du rabattement des niveaux à Bou Hafna, ce qui permettra de maintenir la production à son niveau initial de 650 l/s.

Les caractéristiques du lit du Merguellil à la traversée des affleurements Oligocènes de Bou Hafna permettent d'y prévoir une infiltration de  $3,0 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/an en moyenne.

Dans une phase ultérieure, une amélioration des apports compte tenu de l'accroissement de la production ; est envisageable par alimentation artificielle à partir d'ouvrages collinaires sur l'Oued Chara et l'Oued Rejela ou à partir du Merguellil lui même au moyen d'un barrage sur le site de Bou Kriss.

### 3. Qualité de l'eau :

La nappe de Bou Hafna renferme des eaux de bonne qualité et de bonne potabilité à minéralisation totale réduite. Les sondages captant l'Oligocène supérieur titrent de 300 à 900 mg/l.

Les eaux du remplissage de surface mio-pliocène sont légèrement plus minéralisées.

### 4. Utilisation des ressources :

L'exploitation actuelle dans le bassin est la suivante :

- Nappe profonde de Bou Hafna	=	$18,2 \cdot 10^6$ m <sup>3</sup> /an
- Nappe profonde de Haffouz	=	$1,0 \cdot 10^6$ m <sup>3</sup> /an
- Nappe profonde de Cherichira	=	$2,1 \cdot 10^6$ m <sup>3</sup> /an
- Nappe phréatique de Haffouz	=	$1,0 \cdot 10^6$ m <sup>3</sup> /an.

---

T O T A L      =     $22,3 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/an.

ce qui laisse supposer une surexploitation excessive excédant de 100 l/s les ressources renouvelables du bassin.

.../...

.../...

### 3.5 La nappe de Sbeitla :

Seule la partie Nord Est de la nappe est représentée sur la carte. Elle correspond aux zones d'alimentation des eaux souterraines.

#### a) Le réservoir : configuration et structure.

Le bassin versant couvre une superficie<sup>de</sup> de 557 Km<sup>2</sup>. Il est occupé par deux aquifères superposés :

- Les calcaires fissurés du Crétacé supérieur (Sénonien) épais de 160 m.
- Les grès Miocènes épais de 150 m.

Ces deux réservoirs ne sont pas séparés par un imperméable et communiquent par conséquent entre eux par drainance.

Ce bassin reçoit une pluviométrie moyenne annuelle de 340 mm. L'infiltration a lieu surtout le bassin mais est prépondérante à partir des eaux des surface des oueds.

#### b) Fonctionnement hydraulique :

Les limites du bassin sont étanches au niveau des reliefs de bordure. Un apport d'eau souterraine provenant des nappes adjacentes est donc à exclure.

L'écoulement général est dirigé vers le seul exutoire de la nappe ; situé au droit de la faille de Sbeitla.

On note selon R. KOSCHEL 1978 deux anomalies liées à la tectonique.

- sur l'ensellement axial de l'anticlinal du Djebel Mrhila, les grès Miocènes sont largement érodés. L'eau emmagasinée dans cette structure s'échappe et se trouve ainsi drainée par Oued Cheraïa et Oued El Melah qui traversent la structure. Cette eau se réinfiltré à l'aval dans le compartiment isolé des grès miocènes situés en amont de la faille de Sbeitla.

Dans la région de l'Oued Sbeitla qui traverse également la structure, une faille met en contact les grès du synclinal de Sbeitla avec les calcaires karstifiés du Sénonien. L'eau transite ainsi d'un aquifère à un autre et réapparaît au jour par la grande source de Sbeitla débitant en moyenne 190 l/s et est captée pour l'alimentation en eau de Sfax.

.../...

.../...

- La faille de Sbeitla bien qu'ayant un rejet insignifiant, constitue un écran hautement imperméable.

La faille provoque une chute brutale de niveau du plan d'eau qui s'élève à 150 à 180 m entre les deux compartiments.

L'analyse chimique et isotopique ainsi que les pompages d'essai montrent que les eaux souterraines sont stagnantes en amont de cette faille et les fuites à travers la faille sont négligeables. <sup>que</sup>

De même une communication entre les différents horizons aquifères du seuil de Sbeitla existe. En régime permanent cette percolation va de la nappe artésienne du Sénonien à travers les étages intermédiaires du Miocène jusqu'à la nappe phréatique, seul secteur pour lequel la faille paraît perméable.

#### c) Ressources en eau :

Les ressources naturelles en régime permanent ont été évaluées comme étant la somme des débits des émergences naturelles du bassin, plus la quantité de l'eau souterraine qui sort du bassin déduction faite de la partie du débit de sortie provenant de la réinfiltration des émergences.

La valeur moyenne s'élève à 300 l/s.

La totalité des réserves de la nappe s'élève à  $830.10^6 \text{ m}^3$ /an environ ; dont la majeure partie se trouve stockée dans les grès miocènes du synclinal de Sbeitla.

#### d) Développement de l'exploitation :

La production 1976 de la nappe s'élève à 405 l/s ; elle se répartit comme suit sur les différents points d'eau :

Sources	=	2 8 7	l/s
Forages	=	1 0 7	l/s
Puits	=	1 1	l/s
<hr/>			
Total	=	4 0 5	l/s

85 l/s environ du débit fourni par gravité, se réinfiltrer ou s'évapore. L'exhaure utile s'élève à 320 l/s environ. La majeure partie du débit prélevé 300 l/s est exploitée aux environs de l'agglomération de Sbeitla. Ce déséquilibre régional des prélèvements a provoqué des rabattements de la nappe et une augmentation de la salinité. La zone affectée est située en amont du seuil de Sbeitla.

Un modèle simplifié d'une surexploitation future de la nappe a été calculé. Il en découle qu'une exploitation supplémentaire par forage de la nappe se repercute inévitablement sur le débit gravitaire du bassin.

.../...

.../...

Une mobilisation d'une partie des réserves à l'exploitation engendre un rabattement exagéré qui se présente comme une contrainte majeure limitant la surexploitation.

Cette exploitation globale compte tenu des prélèvements supplémentaires sur les réserves ne doit pas dépasser en premier abord 450 à 500 l/s. Toutefois une vérification préalable par un modèle mathématique serait nécessaire avant toute planification rigoureuse de surexploitation et d'utilisation optimale des eaux souterraines.

### 3.6 Nappe de Hadjeb El Aïoun - Djilma - Ouled Asker :

La nappe de Hadjeb El Aïoun - Djilma - Ouled Asker est certainement une des plus puissantes nappes de la Tunisie Centrale. Sa partie septentrionale figure sur la carte.

#### 3.6.1. Hadjeb El Aïoun :

Le synclinal est limité par des structures anticlinales périphériques ainsi que par la faille d'Hadjeb El Aïoun au Nord Est et les failles satellites du graben de Kasserine au Sud Ouest.

Ce synclinal est doté de flancs assez raides.

L'axe de la cuvette, d'abord facile à localiser, s'efface en s'approchant des limites faillées Nord Est et Sud Ouest.

L'épaisseur des couches du " complexe terminal " dépasse les 1000 m au centre du synclinal.

La prospection électrique et sismique ainsi que les coupes des forages montrent une réduction de l'épaisseur des strates y compris le Crétacé supérieur, du centre vers les bords du synclinal, surtout en direction du Djebel Zaouiâ - Roua qui était probablement émergé durant l'ère Tertiaire et Quaternaire.

#### Configuration du réservoir :

La faille d'Hadjeb El Aïoun sépare le synclinal Miocène d'Hadjeb El Aïoun au Sud de la plaine d'Oued Hatob. Au Nord, elle définit un seuil hydraulique formé par le contact de deux compartiments à perméabilité différente au sein du Miocène : L'écoulement profond de direction Sud-Nord dans le compartiment amont vient buter contre les sédiments moins perméables du compartiment aval. Il en résulte une perte de charge importante mise en évidence par la piézométrie du système et la ligne de sources jalonnant la falaise d'Hadjeb El Aïoun.

.../...

.../...

Dans le compartiment amont, la nappe profonde des grès Miocènes est alimentée par les infiltrations aux affleurements des Dj. Labaïed et Mrilla au Nord et à l'Ouest ainsi que le Dj. Zaouia à l'Est. Elle est séparée de l'aquifère phréatique, niveau perché de moindre importance par la série marneuse du Miocène supérieur.

A l'amont du seuil, les eaux profondes en charge percolent dans la nappe phréatique drainée par l'Oued Abdelkader et quelques sources. Le reste des écoulements profonds alimente les sources thermales de la falaise ou rejoint les niveaux perméables du compartiment aval : plaine d'Oued Hatob drainé par l'Oued Zerga;

### 3.6.2 Djilma - Ouled Asker :

- L'importance de la nappe phréatique de Djilma - Ouled Asker augmente de l'Ouest vers l'Est, avec l'épaississement de la roche magasin, formée par les dépôts plio-quaternaires.

L'exploitation se concentre dans la zone où la salinité est faible et intéresse actuellement plus de 200 puits équipés dont l'exhaure totale dépasse 200 l/s f;c. La nappe qui reçoit outre une alimentation directe, un apport considérable de la part de la nappe profonde, n'a pas réagi d'une façon perceptible aux prélèvements. L'exploitation future qui sera intensifiée de l'ensemble du système (nappe phréatique et nappe profonde) nous amène à recommander de ne plus encourager par crédit étatique l'aménagement de puits de surface.

- L'aquifère profond des grès miocènes épais de 250 m en moyenne occupe tout le synclinal qui s'étend du Dj. Mrhilla à l'Ouest ; à l'anticlinal souterrain reliant les Djebel Roua et Hamra à l'Est. Cet aquifère n'est exploité que dans la région de Djilma (artésien) ; sur les zones de bordures le niveau piézométrique étant à plus de 100 m de profondeur.

.../...

.../...

Les sables grossiers situés à la base du complexe plio-quaternaire forment l'aquifère de la région d'Ouled Asker.

La partie sommitale de ces dépôts renferme la nappe phréatique locale. Le plio-quaternaire communique par discordance d'érosion aussi bien avec les grès Miocènes qu'avec les calcaires du Crétacé et constitue ainsi l'exutoire privilégié de ces deux nappes. En plus il reçoit une alimentation directe provenant des infiltrations sur les piedmonts des Djebels Hamra et Koumine.

Cet ensemble de nappes paraîtrait très prometteur pour une forte exploitation s'il n'y avait pas un problème de contamination par de l'eau salée. L'étude a démontré que les calcaires Crétacés recèlent une eau chargée dépassant 2 g/l de minéralisation totale. La contamination semble augmenter du Nord vers le Sud.

### 3.6.3 Ressources en eau :

Dans le système hydrogéologique d'Hadjeb El Aïoun, Djilma, Ouled Asker ; les différents horizons aquifères sont en communication de sorte que la majeure partie de l'alimentation de la nappe phréatique provient de la nappe profonde.

L'exhaure par puits de surface (1000 puits) représente en conséquences une partie d'exploitation globale c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de différencier entre ressources des aquifères phréatique et profond.

Il est important de signaler que l'évolution de l'exploitation globale n'a pas encore eu d'impact perceptible sur le débit aux exutoires.

Le bilan d'exhaure de la nappe est établi donc comme suit : (année 1976 . Débit en l/s f.c).

Exhaure par sources, puits et forage	571 l/s f.c
Débit aux exutoires mesurés	310 l/s f.c
Débit supposé de l'exutoire d'Ouled Asker	150 l/s f.c
	<hr/>
	1031 l/s f.c
	= $32,5.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$

L'exhaure de ce volume d'eau de la nappe n'a provoqué qu'un léger rabattement accompagné d'une légère augmentation de salinité. Cette réaction modérée semble indiquer que l'exhaure ne dépasse pas encore considérablement les ressources naturelles qui ont été évalués à 600 - 700 l/s f.c pour l'ensemble de la nappe en période pluvieuse.

Par rapport à l'alimentation le volume des réserves régulatrices ne paraît pas être énorme puisque la nappe n'est pas en mesure d'amortir les perturbations artificielles et naturelles.

.../...

.../...

Cette réserve est cependant suffisamment élevée pour permettre une surexploitation locale à court terme sans réaction néfaste sur la nappe. Il est évident que la nappe se trouve en régime transitoire sans que le déséquilibre ait déjà atteint les limites du bassin.

La progression de l'exploitation va donc accentuer le rabattement et par voie de conséquence augmenter la salinité jusqu'au moment où l'exédent de l'exploitation sera équilibré par l'interception des fuites aux exutoires. Malgré la situation géographique favorable du réseau d'exploitation c'est-à-dire proche par rapport aux exutoires de la nappe, la réduction du débit de sortie nécessitera un rabattement très sensible qui sacrifiera tout le réseau de puits de surface.

### 3.7 Système hydraulique de Sbiba :

#### 3.7.1 Le réservoir : configuration et structure :

Il se compose de 4 compartiments séparés par des failles :

D'amont en aval :

#### - Le synclinal de Sidi Merzoug :

Affleurant sur 100 Km<sup>2</sup> les grès Miocènes reposent sur les calcaires Campaniens Karstifiés, affleurant eux mêmes sur 80 Km<sup>2</sup>.

L'alimentation est assurée par les précipitations efficaces et par le ruissellement sur les affleurements perméables.

Ce bassin est drainé par une série de sources fourissant près de la moitié du débit pérenne de l'Oued Sbiba à l'aval ; mais une partie du débit souterrain s'écoule en profondeur à travers une faille en direction du Campanien affaissé ; lui même aquifère.

#### - Le compartiment du barrage :

Il comprend une alternance de grès, marnes et calcaires de l'Eocène moyen surmontant les calcaires Campaniens : lithologie peu favorable à l'émergence de sources. Toutefois la faille du barrage ; représentant une limite étanche, provoque la remontée sous pression d'un débit important (110 l/s), trop plein de la nappe des calcaires campaniens et des grès Eocènes.

Deux niveaux calcaires aquifères superposés ont été reconnus dans l'Eocène.

.../...



- Le compartiment de Sbiba :

Isolé du compartiment précédent par les argiles de l'Aquitaniens ; il contient un aquifère de grès Miocènes avec forages à gros débits. Ces grès affleurent sur 15 Km<sup>2</sup> et le réservoir est fermé au Nord par l'Aquitaniens. A l'Est la nappe s'écoule vers la plaine de l'Oued Hatob par les alluvions de l'Oued Sbiba (la faille de Sbiba étant étanche) et peut être vers le Sud en direction du synclinal de Bled El Gounna.

L'ensemble du débit pérenne de l'Oued Sbiba est capté au barrage (  $Q = 225 \text{ l/s}$  ) ; A l'aval les émergences sont de faible importance.

En profondeur les grès Oligocènes ont été reconnus aquifères.

- La plaine de l'Oued Hatob :

C'est une plaine d'effondrement à remplissage plio-quaternaire reconnu sur 700 m d'épaisseur ; à dominante argileuse avec deux niveaux perméables à grande profondeur.

La source d'Aïn Saboun (30 l/s) serait une résurgence de sous écoulement de l'Oued Sbiba alimenté par le compartiment de Sbiba.

3.7.2 Les ressources en eau :

Si l'on admet l'étanchéité de la faille du barrage, les ressources renouvelables des deux premiers compartiments se retrouvent dans le débit pérenne de l'Oued Sbiba au barrage ; évalué à  $7,2.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ .

Dans le compartiment de Sbiba, l'alimentation des grès Miocènes et Oligocènes est estimée à  $2,2.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  soit un apport total de  $9,4.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  pour l'ensemble du système.

En plus du barrage l'exploitation actuelle s'établit à  $3,5.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  par forages et  $0,5.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  pour Aïn Saboun, soit un total de  $11,2.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ .

3.7.3 Exploitation :

Compte tenu des apports totaux au système de Sbiba on se rend compte qu'en se trouve déjà en régime de surexploitation,

Cette surexploitation permet d'ores et déjà un accroissement des ressources mobilisables par :

- diminution des pertes : pertes par évaporation dans le lit de l'Oued, les berges et dans les zones où la surface de la nappe est à faible profondeur, et pertes en profondeur à l'aval du compartiment de Sbiba si l'hypothèse d'étanchéité n'était pas vérifiée.
- recharge par les crues, induite sous l'effet du rabattement.
- Infiltration artificielle des crues dans le lit de l'Oued au niveau des grès Miocènes.

Cette surexploitation du complexe de Sbiba permettrait de porter les ressources du bassin de  $9,4.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  à  $14 . 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ .

A cela peut s'ajouter un gain qu'entraînera la régularisation du débit pérenne de l'oued , ainsi que les possibilités de recharge induite par les crues dans le synclinal et d'alimentation artificielle.

### 3.8 La nappe de la plaine de Rohia :

#### 3.8.1 Le réservoir : Configuration et structure :

La plaine de Rohia s'étend sur  $50 \text{ Km}^2$ . Elle possède un bassin versant de  $500 \text{ Km}^2$  et occupe un fossé d'effondrement à remplissage quaternaire.

La nappe phréatique est localisée dans des horizons quaternaires grossiers aux piedmonts ; fins et argileux avec intercalations de niveaux gravelleux au centre de la plaine.

Les nappes profondes ne sont pas encore reconnues mais les sondages électriques réalisés révèlent la présence de formations résistantes susceptibles d'être aquifères, en bordure de la plaine.

Outre l'alimentation par les précipitations efficaces ; ces nappes puisent leurs ressources des écoulements des oueds Babouche et Sguiffa.

Au Sud de la plaine le réservoir disparaît en raison de la prédominance des éléments argileux et l'exutoire naturel du système est constitué par les zones marécageuses des environs de Rohia ; drainés par l'Oued Hatob.

La qualité des eaux souterraines est bonne aux piedmonts ; elle se dégrade au centre de la plaine par évaporation et par contamination par les eaux salées de l'Oued Sguiffa.

L'équipement hydraulique de la plaine de Rohia consiste en 200 puits de surface dont 30 % équipés de pompe. Leur exploitation est estimée à plus de  $1,0.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ .

### 3.8.2 Les ressources en eau :

Certains éléments du bilan des nappes sont connus d'une manière satisfaisante , d'autres restent à préciser.

Le tableau suivant résume la situation :

<u>E N T R E E S</u>		<u>S O R T I E S</u>	
Infiltration	=	!	Exploitation
directe	= $0,9.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$	!	= $1 . 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$
Débit de base des		!	Débit de base d'oued
oueds	= $0,1.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$	!	Hatob
		!	= $0,16.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$
Apport de crue	=	!	Ecoulement souterrain
	?	!	à l'aval
		!	=
Apport aux piedmonts	=	!	?
	?	!	Evaporation
		!	=
		!	?

Du fait que la nappe affleure dans les zones marécageuses et que sa surface à une profondeur inférieure à 10 m sur plus de 40 Km<sup>2</sup> ; un débit important s'évapore dans la plaine.

Un rabattement généralisé des niveaux piézométriques permettrait de récupérer ces pertes et d'accroître simultanément les apports par les crues , lesquelles contribuent probablement assez peu à l'alimentation des nappes ; celles ci étant subaffleurantes. On peut penser que cet accroissement sera substantiel , compte tenu de la dimension et des caractéristiques des bassins versants.

On devra toutefois préciser dans quelle mesure la salinité de l'Oued Sguiffa peut constituer un facteur limitant dans l'amélioration du bilan.

### 3.8.3 Mobilisation des eaux souterraines :

La mobilisation de quantités d'eau supplémentaires à Rohia ne semble donc pas être limitée par les ressources potentielles. Cependant l'abaissement préconisé ne peut être réalisé à l'aide des seuls puits de surface en raison de leur faible rendement et surtout de la faible diffusivité de la nappe phréatique.

Le drainage de la nappe libre devra donc s'effectuer à l'aide de forages profonds restant à créer.

.../...

### 3.9 Les formations hydrogéologiques de la cuvette de Sebkhet Behira :

Cette unité est limitée au Nord par la chaîne de DJ. Touila (décrochement dans l'axe NS) ; à l'Ouest par l'axe NS lui même ; à l'Est et au NE par la ride du Djebel Cherahile et au Sud par la structure atlasique de la chaîne Gobrar - Khechem El Artsouma.

La présente carte ne couvre que la partie septentrionale des formations hydrogéologiques constituant la nappe de la plaine de Sebkhet Behira.

La roche magasin se compose de sable, de sable argileux, d'argile et d'argile sableuse, reconnue par forages sur plus de 600 m. Le substratum est formé d'argiles gypseuses du Vindobonien supérieur qui constituent une source de contamination des eaux souterraines. La nappe phréatique peu exploitée semble être en relation avec la Sebkhet El Behir qui constitue une limite à potentiel constant. Ses horizons profonds sont peu productifs en raison de leurs très faibles caractéristiques hydrodynamiques et de l'épaisseur réduite des horizons perméables par rapport aux aquitards.

Pourtant cette nappe bénéficie d'un apport provenant des précipitations efficaces ; des crues de l'Oued Zeroud qui joue le rôle d'un axe d'alimentation privilégié ; des eaux de Garaat Medjoul et des déversements de la plaine de Sidi Bou Zid.

Toutefois et bien que l'exploitation demeure dérisoire ; divers exutoires naturels contribuent à la décharge de cette nappe ; notamment l'évaporation intense et l'abouchement hydraulique d'Ouled Haffouz ; par lequel la nappe se déverse dans le bassin sédimentaire méridional de la plaine de Kairouan.

En dehors des auréoles d'eau douce qui ceinturent les reliefs , la salinité mesurée demeure excessive ; ce qui semble indiquer une contamination de la quasi-totalité des horizons aquifères.

Bien qu'une étude hydrogéologique préliminaire fût menée dans la région ; plusieurs problèmes restent non abordés notamment au niveau de la connaissance des ressources ; de leur mobilisation et de l'aménagement futur de cette unité hydrogéologique.

.../...

### 3.10 Système hydrologique de Serdja :

Le système hydrologique de Bled Serdja chevauche sur deux bassins versants :

- au Nord , bassin versant d'Oued Merguelli.
- au Sud , bassin versant d'Oued Hatob.

Il couvre une superficie de l'ordre de 300 Km<sup>2</sup>, à pluviométrie moyenne de 365 mm et à évaporation intense.

- Du point de vue géologique, le système de Serdja se présente en un synclinal dissymétrique effondré orienté sensiblement NNW - SSE à remplissage mio-plio-quaternaire et ceinturé d'anticlinaux périphériques constitués par des formations secondaires (dôme d'Er Rbaïba) et tertiaires (Dj. Labaïed).
- Les conditions lithologiques et tectoniques telles qu'elles ont été définies par l'environnement géologique et l'interprétation géophysique sont dans l'ensemble favorables à l'emmagasinement des ressources hydrauliques. Les formations secondaires constituant les anticlinaux périphériques paraissent par contre peu aquifères et leurs résurgences sont rares.

Les formations plus récentes à savoir : Oligocène , Miocène et Plio-quaternaire constituent par contre des réservoirs plus ou moins importants.

- Les différentes méthodes d'investigation et notamment la prospection électrique ont permis de :
  - \* confirmer l'épaisseur énorme des accumulations plio-quaternaires de la cuvette d'Oued Hatob et de suivre l'extension de ce remplissage.
  - \* localiser les emplacements les plus favorables pour la création de forages de reconnaissance.
- L'étude hydrogéologique du système a permis de définir
  - \* les conditions aux limites ; la délimitation des bassins hydrologiques, l'identification des aquifères, des aires d'alimentation et de drainage.
  - \* la piézométrie , les axes d'écoulement préférentiel, les gradients hydrauliques etc...
- L'étude hydrochimique a mis en évidence l'évolution de la minéralisation en fonction des eaux souterraines ; l'étroite liaison entre la qualité des eaux et la nature géologique des terrains qui les contient et enfin l'appartenance des eaux issues des mêmes nappes à des mêmes familles hydrochimiques.

D'une succession stratigraphique allant du Crétacé au Quaternaire, une multitude d'horizons perméables et imperméables se superposent.

Les assises les plus productives sont apparentées à

- l'Oligocène supérieur constitué par des grès massifs continentaux.
- le Miocène gréseux (Vindobonien).
- le plio-quaternaire continental.

Enfin l'étude des caractéristiques hydrodynamiques de ces horizons productifs par l'exécution et l'interprétation d'un grand nombre de pompage d'essai sur les puits de surface ; combinés à une cartographie de l'évolution de la minéralisation ; a permis de localiser les zones qui se prêtent le mieux pour l'exploitation à partir de puits de surface ou encore par sondages mécaniques.

Notons que l'exploitation que ce soit par puits de surface ou encore par forages demeure insignifiante ; et que de nouveaux espoirs sont permis pour la réalisation des forages proposés pour la prospection électrique.

### 3.11 La nappe phréatique d'El Ala :

La région d'El Ala se situe dans le prolongement méridional du synclinal de Bou Hafna. Cette structure en cuvette se trouve pincée au Nord entre les axes synclinaux du Djebile et de l'Ouasselat ; et au Sud entre les axes du Er Rbeïba et du Trozza.

Le gisement géologique est constitué par des limons quaternaires et les alluvions détritiques plio-quaternaires.

Sa présence est limitée aux plaines d'El Ala, Oued Guettar, Trozza Nord et Trozza Sud. Ailleurs et sur les plateaux la roche mère est à nu.

- Cet horizon renferme une nappe phréatique à ressources limitées ; mais de bonne qualité par endroits. Cette nappe est actuellement intensivement exploitée par une multitude de puits de surface.

Le plan d'eau est très variable d'un endroit à un autre, il dépasse rarement 30 m. La salinité est partout acceptable ; elle ne dépasse qu'exceptionnellement 3 g/l. Les rendements de ces puits sont faibles.

- Sur les plateaux et les zones d'affleurement ; la nappe superficielle est inaccessible voire même inexistante. Les quelques puits existants à Messaid, Messiouta et Sayada captent des underflows d'oueds qui dévalent les pentes et sont soumis aux aléas des écoulements superficiels.

L'Oued Djebbes constitue le drain de cette nappe superficielle. En effet sur la berge sud de l'oued ; prennent naissance au contact du substratum mio-pliocène plusieurs sources dont les principales sont : Aïn Safsaf et Aïn Farekh.

### 3.12 Le bassin hydrogéologique de Chougafia :

Il s'agit d'un aquifère compartimenté composé d'un horizon perméable à sédimentation détritique mio-plio-quaternaire surmontant par endroits une autre formation hydrogéologique perméable renfermée dans les calcaires fissurés du Crétacé supérieur. Ce deuxième aquifère quoique discontinu a été reconnu au niveau de Rouissat par le dernier forage pétrolier foré dans la région. Il laisse espérer des possibilités aquifères nouvelles mais rien ne permet de quantifier ces indices ni d'évaluer la qualité de l'eau.

D'autres parts les gradients hydrauliques extrêmement faibles dans le sud de la plaine et les côtes piézométriques des niveaux superficiels semblent indiquer un drainage important des nappes profondes du bassin sédimentaire de Kairouan en direction du Nord ; à travers le Dj. Gountasse, et par conséquent un débit important devrait s'écouler en profondeur vers le Nord et alimenter la partie méridionale de la cuvette de Chougafia.

La nappe phréatique de Chougafia est actuellement intensivement exploitée par plus de 800 puits de surface dont 500 équipés ou électrifiés.

Les zones les plus sollicitées sont :  
la zone de Dkhila au Nord (Sidi Mahmoud, Rouissat etc...) et  
la zone de Sidi Abdallah Belhadj au Sud.

La production actuelle de ce réseau de puits dépasse  $15.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  ; cette production a engendré une baisse du plan d'eau dans la presque totalité de la cuvette de Chougafia ; accompagnée d'une invasion d'eau salée de Sebket El Haria notamment à Rouissat.

On peut en conclure que la production actuelle dépasse les ressources renouvelables de l'aquifère phréatique et l'instauration de périmètres de sauvegarde s'impose dans les zones déprimées par cette surexploitation.

Notons enfin que de grandes possibilités semblent s'offrir dans les aquifères profonds : calcaires crétacés au Nord ; mio-pliocène au Sud du bassin où deux forages de reconnaissance ont capté une formation perméable à eau de très bonne qualité chimique et à minéralisation très faible =  $0,3 \text{ g/l}$  ; mais la prospection par forage ; surtout dans la partie septentrionale nécessaire à l'évaluation des ressources profondes ; reste à faire.

Cependant la principale richesse de la région est constituée par les nappes phréatiques alluviales et une exploitation non contrôlée par forages peut peser lourd sur l'infrastructure hydraulique existante.

.../...

### 3.13 Le Karst de la Kessera :

Il s'agit d'un vaste plateau pierreux de 25 Km<sup>2</sup> environ de superficie évoquant une structure calcaire presque horizontale. En réalité les bords sont légèrement rebroussés à la suite de phénomènes d'extrusion dans les marnes du Santonien.

La pellicule résistante du Dj. Kessera est constituée d'un ensemble comprenant des calcaires d'âge Campanien et Eocène inférieur séparés par quelques mètres d'argiles phosphatées.

En période pluvieuse, le système karstique évacue une partie de ses eaux par certaines sources principales mais aussi sous forme de multiples suintements locaux au contact des niveaux marneux.

Les rebroussements des bords de la Kessera ne sont nets qu'à l'Ouest et au Nord où ils sont dus en particulier au voisinage du Balouta, néanmoins dans le détail le plateau est traversé par un faisceau de cassures parallèles de direction W 20° S ; E 20° N dont les rejets ne dépassent pas 15 à 20 m. Les moins importants bien que décelables en surface, n'affectent pas les calcaires de l'Abiod ; il y a donc une légère disharmonie liée au coussin d'argiles phosphatées qui pourtant ne dépasse jamais 14 m.

Du point de vue structural, le Dj. Kessera serait un élément morphologique d'une surface infra-Miocène.

La surface du plateau de la Kessera soumise aux actions chimiques depuis que sa couverture argileuse a été totalement érodée ; présente un paysage caractéristique d'érosion en pays calcaire. Mais la faible puissance des calcaires à Nummulites n'a pas permis l'évolution d'un réseau profond et c'est un pays de lapiez qui s'est développé à partir des diaclases ou des cassures plus importantes.

Localement à la faveur d'un léger décrochement par failles ; la lèvre supérieure a été totalement nettoyée de son colmatage d'argiles résiduelles et des lapiez de 2 à 3 m de profondeur ; sont dégagés. On trouve également des entonnoirs de dissolution et des dolines, certaines sont localisées le long des failles avec une forme allongée.

La principale est la Garaat Kessera qui s'appuie à l'Ouest ; sur une cassure transversale ; elle fonctionne rarement comme un lac, mais en 1957 et en 1959 elle fût noyée sous plus d'un mètre d'eau, son fond est occupé par des colluvions d'argiles Eocènes et d'argiles de décalcification : l'ensemble est transformé en un sol noir fortement hydromorphe.

.../...



.../...

En résumé la structure géologique apparente en surface montre un calcaire (Eocène inférieur) extrêmement fissuré ; tandis que les réseaux de failles et de diaclases, expliquent l'hydrologie de surface et permettent surtout de pressentir ce que pourrait être l'hydrologie souterraine.

Le plateau de Kessera renferme un système hydrologique complexe comprenant un ensemble de bassins versants endoreïques et exoreïques. Une multitude de sources s'échappent de ce plateau calcaire :

- Il s'agit d'Aïn Soltane : qui sort d'une fissure située au Sud d'une excavation perpendiculaire à une falaise. Son régime est assez soutenu en période pluvieuse ; mais elle tombe rapidement. Le débit maximum observé est de 128 l/s le 16.2.1971. Le débit minimum observé est 1,2 l/s le 16.12.1970. En été la source peut tarir complètement. La minéralisation totale est de l'ordre de 0,4 g/l.
- Aïn Mizeb : Le griffon de cette source se situe à une altitude légèrement supérieure à celle d'Aïn Soltane , juste au dessous de la cascade de l'Oued B'hira. Le débit est peu important mais régulier. L'écart va de 0,26 l/s minimum le 04.1.1971 à 3 l/s le 16.2.1971.
- Aïn Meklaoui : Les caractéristiques de l'écoulement de cette source sont les suivantes :
  - une dépendance relativement très atténuée des débits de la source envers l'abondance pluviométrique.
  - une faible variabilité relative des débits.
  - un apport annuel correspondant à un module de 3,45 l/s.
  - un tarissement relativement lent des débits de cette source prouvant une certaine capacité de résistance du réservoir à des périodes plus ou moins longues sans réalimentation.

Plusieurs autres sources d'importance moindre sourdent tout autour du plateau du Kessera : Aïn Haouid ; Aïn Abdelkaoui ; Aïn Marjet Salem ; Aïn Guettar ; Aïn Faouar ; Aïn Souk ; Aïn Senia ; Aïn Aghin etc...

L'établissement de la courbe de décrue des principales sources ainsi que celle de l'écoulement d'Oued Errahba indique que les ressources renouvelables en eau de la Kessera s'épuisent très rapidement en absence d'une réalimentation.

Une étude plus fine de la karstification du plateau de la Kessera et des dépendances permettra d'évaluer les réserves en eau mobilisables à court et moyen terme.

.../...

.../...

### 3.14 La nappe phréatique du Bled Hebabsa :

Elle vient de faire l'objet d'une étude préliminaire. Cette étude a permis d'inventorier une cinquantaine de sources sourdant à l'intérieur et dans la limite du Bled Hebabsa et une centaine de puits de surface dont la majorité est située dans les underflows d'oueds notamment Oued Kouky.

Un seul forage profond a été exécuté en vue de reconnaître les structures les plus profondes. Il s'est avéré négatif.

Les formations hydrogéologiques susceptibles d'être aquifères sont :

- l'oligocène supérieur constitué de grés massifs à dragées de quartz. Cette formation ceinture la terminaison périclinale du dôme d'Er Rbeïba. Elle couvre localement d'importantes superficies.
- le plio-quaternaire continental occupant les dépressions du fossé d'effondrement d'Oued El Hatab. Cette formation hydrogéologique est composée :
  - d'une série basale à granulométrie hétérogène et variée avec de bonnes caractéristiques hydrogéologiques.
  - d'une série sommitale à granulométrie plus homogène avec de bons rendements.
- les alluvions quaternaires et récents essentiellement sablo-limoneux longeant les lits des principaux oueds et renfermant des nappes superficielles perchées en relation certaine avec ces oueds.
- l'exploitation est actuellement axée sur ces underflows d'oueds où la concentration des puits est la plus dense et la qualité la plus acceptable.

Un programme de reconnaissance des structures hydrogéologiques de Hebabsa est envisagé afin de prospector puis de valoriser les ressources en eau de la région.

.../...



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

----- oOo -----

- 1 - M. ANDRIEU &  
M. HALZA  
Prospection électrique au Sud du  
Dj. Es Siouf ( Ouled Haffouz ) -.  
Tunis - D.R.E.S - 1974
- 2 - M. BESBES  
Contribution à l'étude des ressources  
en eaux souterraines de la région de  
Haffouz -.  
1 9 6 7 -..
- 3 - A. BEN GSIM  
Etude hydrogéologique préliminaire  
du Bled Hbabsa -.  
D.R.E - Tunis - Mai 1983
- 4 - M. BESBES  
Etude hydrogéologique de la plaine de  
Kairouan sur modèle mathématique.  
IHEM/RD/75/16
- 5 - S. BOUZAIENNE  
Les écoulements de la source Aïn  
Meklaoui du plateau de la Kessera -.  
D.R.E.S - Tunis - Février 1980-.
- 6 - P. CLARY  
Plaine de Rohira -  
Prospection électrique.  
1970 - 5061009
- 7 - D.R.E  
Situation de l'exploitation des nappes  
phréatiques -.  
1 9 8 0 -..
- 8 - ROCHE DUVAL J.M  
Les écoulements du massif de la Kessera  
Bilan des cinq années de mesures 65-71  
D.R.E - Tunis - Septembre 1971
- 9 - F.A.O  
Projet de planification rurale de  
la Tunisie Centrale. - Annexe 1 -  
Région de Sbeitla : Etude hydrogé-  
ologique -.  
1 9 6 4 -..
- 10 - FRANLAB  
Etude de la nappe de Bou Hafna sur  
modèles analogiques -.  
1 9 6 9 -..
- 11 - A. HAJJEM  
Contribution à l'étude hydrogéologique  
du synclinal d'Ousseltia -.  
D.R.E - Tunis - Mars 78 -..
- 12 - M. HALZA  
Contribution à l'étude hydrogéologique  
du synclinal d'Aïn Beïdha -.  
D.R.E - Tunis - Avril 76 -..
- 13 - M. HALZA  
Nappe des grès oligocènes de Bou Hafna  
Surexploitation - Suralimentation  
artificielle -.  
D.R.E - Septembre 1980 -..

# N N E X E S

ETAT DES FORAGES CARACTERISTIQUES  
EXPLOITANT LES DIFFERENTS AQUIFERES

-----

.../...

- 14 - M. HAMZA &  
M. BOUSSETTA      Compte rendu de fin de travaux du  
forage Siouf à Ouled Haffouz  
N° BIRH 16753/4 -.  
D.R.E. - Tunis - Juin 1975.
  
- 15 - M. HAMZA &  
H. BEN YAROU      Hydrogéologie du Bled Serdja -.  
D.R.E - Tunis - Mars 1978      -.
  
- 16 - HYDRATEC -      Plan directeur de l'utilisation des  
OEDRAT      -      eaux du Centre de la Tunisie -  
STUDETIC      -      Rapport intermédiaire - Volume 2 -  
SOTINFOR -      Etude des ressources souterraines -.  
Mars 1976 -.
  
- 17 - R. KOSCHEL      Etude des ressources en eau de la  
nappe de Sbeitla -.  
D.R.E - Mai 1978 -.
  
- 18 - R. KOSCHEL      Etude hydrogéologique de la nappe de  
Hadjeb El Aïoun - Djilma - Ouled Asker  
D.R.E - Novembre 1980 -.
  
- 19 - R. MANSOURI      Contribution à l'étude hydrogéologique  
de la plaine de Sebkhet El Behira  
(Sud Ouest de Kairouan ) -.  
SONEDF - Tunis - 1980 -.
  
- 20 - H. ZEBIDI      Plaine de Rohia -.  
A. HABIB      Etude hydrogéologique préliminaire -.  
B.I.R.H      - 1969      - 5061010 -.
  
- 21 - H. ZEBIDI      Synclinal de Sidi Merzoug - Sbiba -  
Etude hydrogéologique complémentaire -  
Tunis 1968 -.

LES FORAGES CARACTERISTIQUES EXPLOITANT LES DIFFERENTS  
AQUIFERES

-----

1. Bassin sédimentaire de Kairouan
2. Synclinal d'Aïn Beïdha.
3. Synclinal d'Ousseltia.
4. Les aquifères de la région de Haffouz.
5. La nappe de Sbeitla.
6. Nappe de Hadjeb El Aïoun - Djilma - Ouled Asker.
7. Système hydraulique de Sbiba.
8. Nappe de la plaine de Rohia.
9. Les formation hydrogéologiques de la cuvette de  
Sebkhet El Behira.
10. Système hydrologique de Serdja.

## (1) BASSIN SEDIMENTAIRE DE KAIROUANN

N° d'Or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N.S (m)	Q max. l/s	S max. (m)	R.S (g/l).
1	Draa Tammar 1	9246	303 - 385,7	- 2,57	100	26,15	2,96
2	Draa Chouk	7367	40 - 56	+ 15,3	0,5	13,13	2,76
3	Kairouan 2 Ter	3229	97 - 128	- 3,8	50	42,8	1,78
4	El Gountas n° 1	7620	116 - 187	- 12,8	158,3	15,7	1,48
5	Chebika Ouest	8587	130 - 171	- 22,9	53,6	30,3	1,55
6	Kairouan n° 3	9220	302,8 - 391,3	+ 0,5	117,3	26	2,26
7	Rakkada	9258	155 - 222,5	- 27,8	100,8	30	2,42
8	Grine n° 2	9259	55 - 106,7	- 27,4	99,2	15,5	1,28
9	El Grine 4	9912	43 - 63	- 32	44	11	1,2
10	El Grine 5	10002	124,5 - 171	- 30,4	55	13,6	1,7
11	Kairouan Sabra	10521	32 - 55	- 2,5	25	20	2,84
12	Bled Messaoudia	11561	92 - 162	- 27,7	50,8	26,6	1,56
13	El Ajifre	11762	195 - 385	- 43	27,6	18,7	1,28
14	Artésien G	13189	121,75 - 135,35	-	-	-	1,72
15	S. Moammar	15278	170 - 230	- 6,45	39	30,42	2,5
16	RNTA - Kairouan	15743	90,1 - 132,66	1,12	32,3	40,96	2,4
17	Oued M'rabet	16303	227,45 - 287,45	6,01	43,3	20,11	1,9
18	El Grine 7	17182	35 - 55 60 - 82 91 - 103	27,2	86,24	12,99	1,32
19	Draa El Oust	10615	106 - 147	+ 6,35	25,5	43,5	1,25
20	Draa Karouia	15326	112 - 135 155 - 187	+ 9,11	36,7	32,81	2,04
21	Zaafrana 2	3393	240 - 333	- 15	30	28,3	2,98
22	Bled Sbitha	8427	180 - 219	- 57,0	20	2,8	1,48
23	Sidi Ali B. Salem 1	8774	165,5 - 220,7	- 23,1	68,2	27,9	2,88
24	Sidi Ali B. Salem 2	8942	138,4 - 175,2	- 29,5	100,2	19,2	2,2
25	Sidi Ali B. Salem 3	8954	149,2 - 202,3	- 15,1	79,5	32,6	2,52
26	Bir Djedid	8965	459,5 - 511,5	- 38,2	36	23	2,58
27	Bir Boussari	9064	116 - 197	- 29,6	28,5	30	2,6
28	Zaafrana 3	9087	205,3 - 301,8	- 7,2	94	30	2,6
29	Bir Hadj Sadok	9090	244,5 - 301,6	- 35,5	51,6	16,8	2,66
30	Pavillier 3	9686	251,7 - 298	- 14,6	55,8	22,5	1,9
31	Ahmed B. Abdessamf	10111	145 - 175	- 2,0	16	11,9	2,58
32	El Khadhra	10933	48 - 88	- 17,2	19	5,5	1,94
33	Argoub Remts	11765	126 - 281	- 33,10	19,2	26,93	1,58
34	Douar El Adhla	11869	416 - 458	- 29,6	48	29,17	2,9
35	Hir El Oussif	12440	94 - 264	- 34,7	25,5	33,2	1,8
36	Hir Bou Ali	12441	152 - 252	- 36	65,8	10,3	2,6
37	Sidi Amor Bou Ali	12731	215 - 331	- 10,2	84,6	30,9	3,5
38	Mjabra Abida	12733	140 - 216	- 18	67,5	31,1	2,76
39	Bir Belgacem	12835	225 - 305	- 10	26,5	45,5	3,22
40	Hir El Bordj	12837	160 - 262	- 47	41,5	12,5	2,58
41	Bir El Kilani	12840	115 - 179	- 10,5	40	23,2	1,94
42	Bled Abida	13261	90 - 194	- 27,3	38,9	12,2	2,06
43	Cherarda 2	13262	220 - 345	- 10,8	101,6	29,9	2,78
44	Bir Adouez	13275	97 - 241	- 26	101	20,9	3,3
45	Djehinette	13410	180 - 320	- 19,8	101,5	23,7	2,62
46	Hir El Abed	13588	61 - 101,2	- 40,10	34	12	1,56
47	CSSPS Chebika	15008	40 - 63 75 - 95 100 - 110	- 17,8	55,85	13,37	1,11
48	Hir El Hayet	15235	120 - 188	- 51,91	28	15,73	2,58
49	Hir El Ouhaïchi	15883	130 - 146 149 - 190	- 47,70	40	12,85	2,42

.../...

N° or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	NS (m)	Q max. (l/s)	S max. (m)	R.S (g/l)
0	Draa Affène	15898	120 - 220	28,96	82	44,48	2,96
1	Sidi Ali B. Salem	16243	130,5 - 194,5	16,17	13,12	29,39	2,2
	3 bis						
2	Sidi Ali B. Salem	16249	133 - 210	23,81	75,2	21,96	2,3
	1 bis						
3	Hir B. Asker	16665	203 - 267	-53,35	23,7	15,28	2,77
4	CFPA Barrouta	16960	102,6 - 159,6	- 6,57	44,2	13,05	2,7
5	Sidi Mansour	17195	190 - 290	40,05	47,6	17,0	1,7
6	Sidi Farhat	17441	167 - 220	-	96,09	21,88	1,71
7	Zaafrana 5	10000	82 - 107	- 5	32	16	3,3
8	Zaafrana 6	10001	55 - 80	9,5	20	10,5	3,3
9	Bled Mechahed	11558	82,6 - 104	-12,15	12,2	15,4	2,8
0	Sidi Amor B. Hadjla	9177	278,2 - 345,9	-17,5	33,2	34,5	2,92
	2						
1	Nasrallah	10439	147 - 188	- 20,5	8,4	30,2	3,16
2	El F'sagui	16252	55 - 100	53,59	16,1	16,45	2,8
			120 - 136				
3	Draa Tammar 1 bis	17440	300 - 344,28	-0,55	79,1	33,40	2,9
				/Tub.			



.../...

( 2 ) LE SYNCLINAL D'AIN BEIDHA

no or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N;S (m)	Q max. (l/s)	S max (m)	R.S (g/l)
1	El Aouareb n° 1	3383	55,9 - 74,3	-	42	-	-
2	El Aouareb n° 1 <sup>bis</sup>	5317 <sup>b</sup>	49 - 90	2,60	40	24	2,60
3	El Aouareb n° 3	8756	48,6 - 79,6	6,10	36,6	14,3	2,88
4	El Aouareb n° 5	8941	81,2 - 112,2	6,50	21,5	31	2,12
5	Aïn Beïdha 2 <sup>bis</sup>	9106 <sup>b</sup>	390 - 442,5	16,75	104,3	25,5	0,64
6	Aïn Beïdha n° 2	11763	125 - 180	14	75	23	0,66
7	Henchir Zbara	12594	59 - 147	39,4	42,5	7,3	0,54
8	El Mehibis	15274	{ 150 - 183	40,95	9,92	21,51	2,55
9	El M'guitaa	15272	{ 189 - 225 75 - 150	54,94	5,4	3,18	1,16
10	Ksar Souissine	15594	105,24 - 145,24	64,55	20	1,90	1,76
11	El H'daya	17194	118,4 - 153,4	92,14	12,5	3,96	0,78
12	Aïn Beïdha 3 <sup>Ter</sup>	17370	168,0 - 238,0	16,57	59,2	16,44	0,81

( 3 ) SYNCLINAL D'OUSSELTIA

N° d'or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté	N;S (m)	Q max. (l/s)	S max (m)	R.S (g/l)
1	Ksar Lamsa N° 4	9065	22 - 32	- 22,8	46	1,00	0,42
2	Ousseltia n° 1	9930	90 - 120	- 20	38,5	25,5	0,35
3	Aïn Mestour	15373	( 45 - 73 103 - 147	-14,90	33	16,39	0,70
4	Aïn Faouar	3388	63,21-94,60	Arté- sien.	25	-	0,55

( 4 ) LES AQUIFERES DE LA REGION DE HAFFOUZ) 4.1 ( NAPPE DE HAFFOUZ

° or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté	N.S (m)	Q max. (l/s)	S max (m)	R.S (g/l)
	Haffouz n° 2	7599	214 - 296	- 19,3	26,8	33	0,28
	Haffouz n° 2 bis	7599b	214 - 255	- 19,35	19,64	31,5	0,28
	Haffouz n° 4	7800	212 - 258	+ 1,7	61,00	30	0,34
	Haffouz n° 5	7889	Trou libre.	+ 0,50	2,5	12,61	-
	Haffouz n° 7	17691	179 - 264	- 22,40	55,0	33,40	0,533

) 4.2 ( NAPPE DE BOU HAFNA

6	Bou Hafna 1	8691	237 - 286	- 13	107	11	0,68
7	El Ala	9739	139,8 - 181	- 103	9,6	1,25	0,12
8	Bou Hafna 3	10927	128 - 228	+ 2,16	105,1	5,98	0,6
9	Bou Hafna 4	11524	180 - 280	+ 17,6	100	25,77	0,46
10	Ouled Aissaoui	11525	120 - 203	- 42,10	9,8	4,36	0,38
11	Bou Hafna 5	11564	193 - 313	+ 1,60	120	16	0,46
12	Bou Hafna 5 bis	11564b	105 - 145	- 2,7	71	35	0,46
13	Bou Hafna 6	11565	197 - 274	+ 0,15	80	13,75	0,98
14	Bou Hafna 3 bis	13574	134,3 - 232,4	- 15	98	22,86	0,907
15	Bou Hafna 7	13575	168,1 - 294,4	+ 2,8	103	13,59	0,75
16	Bou Hafna 2 bis	15985	239 - 303	- 24,60	105	14,14	0,1
17	Bou Hafna 8	16250	171 - 235	- 10,40	96	22,30	0,42
18	Bou Hafna 3 Ter	16828	120 - 200	- 23,25	74,5	9,86	0,102
19	Bou Hafna 9	16829	162 - 270	- 9,48	102,3	10,98	0,65
20	El Aouadid	17373	122 - 167	- 46,44	21,74	3,17	0,56

) 4.3 ( NAPPES DE CHERICHIRA

21	Cherichira 1	9276	150,7 - 202,5	- 9,45	122,7	18,20	0,54
22	Cherichira 2	11100	55,4 - 136	- 27,75	19,8	18,20	0,62
23	Cherichira 3	11316	75 - 173	- 19	68,8	13,20	0,48
24	Cherichira 4	11523	266 - 348	- 24,7	70,6	29,07	0,54
25	Cherichira 4 bis	13573	(44,8 - 63,0 68,1 - 124,7	- 5	13,9	35,2	0,62

## (5) LA NAPPE DE SBETTLA

N° or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N.S (m)	Q max. (l/s)	S max. (m)	R.S (g/l)
1	S F 1	6750	413,04-521	+ 12,70	41,75	67,70	0,2411
2	S F 2	6800	173,2 - 278,76	+ 8,10	40,00	59,10	0,2318
3	F 3	7078	163,1 - 220	+ 2,90	111	39,1	0,174
4	F 4 bis	13950 <sup>b</sup>	( 59,2-140,5 152,5-172,5	- 24	99	9,07	0,1180
5	F 13	15272	106 - 150	- 47,30	24,3	6,26	0,1568
6	F 14	15273	86 - 110,40	- 72,12	18,66	10,33	0,148
7	Ghouaounia	7998	75,65-115	- 43,00	23,2	13,1	0,38
8	F 6	7184	402,35-412	+ 8,57	58,8	8,22	0,16
9	Garaat El Attach	6763	86 - 115	- 84	1,25	7,0	0,58
10	Chraya	8732	40,2 - 70,4	- 13,8	84	17,4	0,68
!	!	!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!

## (6) NAPPE DE HADJEB - DJILMA - OULED ASKER :

or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N.S (m)	Q max. (l/s)	S max. (m)	R.S (g/l)
1	Bled Roua	5597	57 - 107	+ 3,20	3,14	18,5	1,65
2	Mennaker	7603	161,6 - 166,7	- 46,3	46	23,4	1,35
3	Ouled Asker 1	10426	185 - 248	- 17,0	108	17,5	1,3
4	Ouled Asker 2	11578	257 - 322	- 27	76,5	20,6	1,7
5	Djilma 2	5407	139 - 200	- 9,5	100	31	1,03
6	Oum Ladam 2	6432	112 - 152	- 8,0	59	30	2,46
7	Oum Ladam 1 bis	18854	403 - 465	- 5,0	80	32,6	2,58
8	Djilma 5	13539	199 - 319	- 4,2	108	16,2	3,12
9	Djilma 4	13058	310 - 401	+ 1,41	82	31,5	1,46
0	Zaghmar	17442	287 - 327	- 90,97	28	11,3	0,67
1	Hadjeb 10	11767	107 - 205	- 17,5	72	33,2	1,24
2	Ouled B. Hassine	5336	67 - 120	- 29,7	53,3	22	0,51
3	Ouled B.Hassine	5336D2	75 - 125	+ 10,2	20	-	0,50
	D2						
4	Hadjeb 1 bis	16247	108,8 - 188,8	+ 9,49	61	46,39	0,32
5	Courtina C	6593	2 - 62	+ 15	15	-	0,83
6	Courtina D	6615	47 - 80	+ 24	7,2	-	0,66
7	Aïn Soltane	6648	78 - 90	- 5	13	28	1,12
8	Ferme Zeller	7024	290 - 370	- 28	137	14,3	1,24
9	Hadjeb 7	9156	251 - 324	- 0,95	138	24,3	1,12
0	Hadjeb 8	10009 <sup>b</sup>	294 - 347	- 22	118	20,6	1,48
1	Hadjeb 9 <sup>bis</sup>	16244	172 - 258	artésien	30	45	0,50
2	Hadjeb 9 <sup>ter</sup>	16641	140 - 195	+ 3,8	86	37,5	0,52
3	Complexe lainière	10928	147 - 182	- 9,5	25	2,8	0,92
4	Djilma Gare	3396	56 - 80	+ 2,7	36,4	14,5	1,1
5	Ferme Chastel	7809	95 - 157	+ 0,44	35,5	3,5	1,18
6	Bled Mejri	13272	100 - 140	- 38	58,0	10,50	1,2
7	Djilma 8	15980	122,1 - 162	- 35,85	73,5	28,3	1,38
8	Djilma 9	15984	152,14 - 244,14	- 9,17	95,6	18,4	1,13
9	Hadjeb Cuir	14008	144 - 192	+ 4,5	115	32,8	0,72
0	Hadjeb 12	17690	175 - 208	+ 4,62	60	31,0	0,54
1	Ouled El Oglat	14925	194 - 270	3,9	40	29	1,5
2	Djilma 6	13740 <sup>b</sup>	80 - 144	+ 4,2	117,5	23,6	1,2
3	Djilma 3 bis	8804 <sup>b</sup>	53,0 - 69,2	+ 4,50	44	46,2	0,95
4	Djilma 7	13994	107 - 159	- 8,5	90,7	18,10	1,9
5	Hadjeb 2 bis	16248	34,3 - 55,2	- 1,20	55	28,6	2,01
6	Hadjeb 7 bis	17346	106,5 - 119,7				
			575 - 625	- 15	65	27,8	0,63
7	Hadjeb 8 bis	17598	570 - 620	- 37,7	69	24,2	0,37
8	Chastel 2	17212	580 - 620	- 5,9	105	42,7	0,96
9	Djilma 14	17737	597 - 646	- 35,0	104	27,7	2,23
0	Djilma 13	17706	510 - 575	- 24,1	87	37	1,05
1	Djilma 10 bis	19040	236 - 296	+ 5,2	82	31,4	2,13
2	Hadjeb Gare	3412	54 - 85	29	7,4	20	0,6
3	Aïn Adjedeat	5359	2 - 125	+ 1,6	64	30	2,23
4	Aïn Adjedeat	5359 <sup>b</sup>	105 - 121	+ 3,7	44	27	2,16
5	Aïn Sassi	5474 B	9 - 63	+ 5,0	20	28	1,12

.../...

(7) SYSTEME HYDRAULIQUE DE SBIBA

N° or.	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N.S (m)	Q max. (l/s)	S max. (m)	R.S (g/l)
1	Sbiba 3	6821	40	- 1,50	31	8	0,54
2	Sbiba 5	7133 <sup>b</sup>	24 - 70	- 10,20	99	13	0,44
3	Sbiba 4	7133	45,9 - 53	- 7,00	73	32	0,50
4	Sbiba 10	9736	152 - 161 32 - 41	- 12,10	72	1,83	0,54
5	Sbiba 10 bis	9736 <sup>b</sup>	60 - 170	- 12,43	81	19,33	0,54
6	Sbiba 11	9798	115 - 125,8	- 20,0	55	26	0,55
7	Sbiba 12	11551	128 - 178	+ 3,20	15	29,70	2,6
8	Foussana	5426	370 - 566	- 14	30	17	1,47
9	Aïn Saboun	12600	Source	- 7	26	4 - 5	0,56
10	Barrage Sbiba	15981	Oued.	-	121 184	-	0,40

.../...

( 8 ) LE SYSTEME HYDRAULIQUE DE LA PLAINE DE ROHIA

N° or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N.S (m)	Q max. (l/s)	S max. (m)	R.S (g/l)
1	Source	12600	-	- 7	24,5-28	4 - 5	0,56
2	Barrage	15981	-	-	121-184	-	0,40

.../...

( 9 ) LESS FORMATIONS HYDROGEOLOGIQUES DE LA CUVETTE  
DE SBBKHET BEHIRA :

N° d'or	Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N.S (m)	Q max. (l/s)	S max. (m)	R.S (g/l)
1	Sidi Saad 5	15986	73,5 - 136	-23,5	5,6	37,48	1,54
2	Ouled Haffouz 1	7100	139,8 - 179,8	-16,5	14,7	14,7	1,92
3	Hir Ksouda	16753	230 - 270	- 8,4	14,05	51,38	2,8



( 10 ) LE SYSTEME HYDROLOGIQUE DE SERDJA

Désignation	N° BIRH	Horizon capté (m)	N.S (m)	Q max. (l/s)	S max. ( m )	R.S (g/l)
Henchir Madjène	16314	190 - 250	30,05	17	19,75	0,8