



MICROFICHE N°

02296

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية

وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي

تونس

F

1

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU



EVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU DE LA
CAPTE DU (I.T. DU JERID

AOUT 1979



A. KAMOU

CH.T/
REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU
ET EN SOL,
DIVISION DES RESSOURCES EN EAU
ARRONDISSEMENT DE GAFES
SERVICE HYDROGEOLOGIQUE

F VARIATION DE LA QUANTITE DE L'EAU DE LA ZAPPE
DU Q.T. DU DJERID

AOUT 1972

A. HADOU

I/ - INTRODUCTION

Cette note vient à la suite d'une note de la Banque Mondiale (1) demandant à l'Administration tunisienne des rassurements au sujet de l'augmentation de la salinité de l'eau de la nappe du C.T. constatée à partir de l'étude de tarissement des sources de Oued Tozeur et Oued Nefta.

En effet l'étude du tarissement de Oued Tozeur et Oued Nefta a fait partie de la note "Le tarissement des sources artésiennes dans le Sud tunisien et son effet sur l'augmentation de la salinité de l'eau" (A. MAMOU, DRES-GABES, Juillet 1978). L'évolution de la salinité de l'eau est ainsi suivie en parallèle avec la baisse du débit artésien des sources. L'équation de tarissement établie à partir des données d'observation de la baisse du débit de ces sources sur 10 à 8 ans a été l'idée de départ pour corréler l'évolution de salinité dans l'objectif d'établir aussi une équation reliant le résidu sec de l'eau et le temps et c'est cette équation qui a été utilisée pour le calcul de la valeur du résidu sec à l'horizon 2000. Il a été trouvé ainsi que la salinité de l'eau de Oued Nefta risque d'atteindre à l'an 2000, 8,4 g/l et celle de Oued Tozeur 7,0 g/l. Ces valeurs ont été considérées comme une première approche pour prévoir l'évolution de la salinité de l'eau du C.T. tant que les simulations mathématiques ne sont pas encore envisagées pour l'étude de l'aspect chimique de l'eau dans le Sud tunisien.

On note que cette salinité hypothétique prévue au niveau des sources de Nefta et de Tozeur ne doit être dans aucun cas prise pour la salinité que doit avoir l'eau de la nappe du C.T. du Djerid vu que cette nappe se présente comme un système aquifère multicouche sujet à une stratification hydrodynamique et hydrochimique et dont les sources de Nefta et de Tozeur ne sont que deux points d'émergence qui s'échangent verticalement jusqu'en surface dans des conditions encore non expliquées.

Etant bien conscient de l'impact d'une telle évolution de la salinité de l'eau sur les projets du développement de la région, de l'aspect "hypothétique" de cette première approche de l'évolution de la salinité et de la complexité de l'aspect chimique de l'étude de la salinité de l'eau du Djerid, on a conçu cette note dans l'objectif de synthétiser les différents aspects du problème de la salinité du Djerid qui ont été soulignés dans les études précédentes et de rassembler une documentation restée fragmentaire et éparpillée, jusqu'à ce jour dans l'espoir de la voir utilisée,

.../...

(1) Note de la Banque Mondiale du 12 Juillet 1979 à Monsieur le Directeur de la Coopération, Ministère du Plan, ayant pour objet "le plan directeur des eaux du Sud, projet d'irrigation du Sud tunisien". 5p.

prochainement, pour l'étude par simulation mathématique chose qui permettrait d'aboutir à des hypothèses plus valables et mieux appuyées.

Dans le cadre de cette étude l'aspect chimique de l'eau de la nappe du C.T. du Djerid sera traité dans l'espace et dans le temps. Dans l'espace on traitera chaque groupe d'oasis à part et en tenant compte de ses données hydrogéologiques particulières. Pour chaque groupe et dans la mesure des disponibilités des données on traitera la salinité verticalement (forages, sources et puits de surface) en plus de la comparaison horizontale. L'étude de la chimie dans le temps ne peut se concevoir que pour les points d'eau (sources et forages) dont les archives fournissent deux ou plusieurs valeurs de la salinité à des dates différentes.

On note que la documentation chimique annexe à cette étude représente tout ce dont on a pu disposer dans les archives de la DRE à TUNIS et à GAFSA. On peut la considérer comme étant la plus complète qu'on ^a pu rassembler pour le Djerid jusqu'à ce jour.

II/ - LA NAPPE DU C.T. DU DJERID A TRAVERS LES ETUDES HYDROGEOLOGIQUES

1- Historique des études : L'étude hydrogéologique du Djerid n'a commencé à susciter beaucoup d'intérêt qu'à partir de 1932. C'est en cette année qu'a été programmée et réalisée une étude géophysique de la région du Djerid (2). La première synthèse expliquant le mécanisme hydrogéologique de la nappe du C.T. du Djerid et datant de 1947 (3) voyait mal le sens de l'écoulement de la nappe et l'origine de l'alimentation vu que le nombre de forages déjà réalisé était minime et les mesures piézométriques rares. Avec l'étude de CASTANY (G) et DOMERGUE (CH) de 1950 (4) le mécanisme hydrogéologique est mieux expliqué, le captage des sables pontiens constitue

.../...

(2) Voir dans ce sens : a- SOLIGNAC(M) : hydrogéologie du Djerid, TUNIS, Service des Mines, 1932, 2p., 1 Tabl.

b- SOLIGNAC(M) : Programme d'études géophysiques dans la région du Djerid, TUNIS, Service des Mines, 1932, 10p., 2 pl.

c- MAILLET (R) : Et de géophysique de Taseur-Nefta, PARIS, C.G.G., 1932, 29p., pl.

(3) ARCHAMBAULT (J) : Hydrogéologie tunisienne, Annales des Mines et de la géologie n° 1, Service des Mines, TUNIS, 1947.

(4) CASTANY (G) et DOMERGUE (CH) : Les ressources hydrauliques du Sud tunisien, Djerid et Nefzaoua, Travaux Publics, Imprimerie LA RAPIDE, TUNIS, 1950.

l'intérêt principal, et le tracé de la limite de l'artésianisme est considérée comme un objectif à atteindre pour évaluer les ressources et la décompression de la surface piézométrique de la nappe causée par les sources jaillissantes de la région. C'est GOSSELIN (M) en 1952 dans son inventaire des ressources hydrauliques de la Tunisie (5) qui présente une mise au point assez sérieuse sur l'alimentation de la nappe des sables pontiens du Djerid et pour la première fois l'aspect chimique est abordé dans un esprit synthétique pour souligner la ressemblance chimique entre l'eau du Djerid et celle des calcaires de la Nefzaoua. C'est les travaux de DOMERGUE (CH) entre 1949 et 1952 qui sont à l'origine de l'ensemble des connaissances acquises au sujet du Djerid et qui se reflètent dans la synthèse de GOSSELIN précitée et de celle de DOMERGUE présentée au XIX^e congrès géologique international (TUNIS, 1952) (6). Cet état de connaissances a été considéré comme étant satisfaisant pour encourager la création de nouvelles oasis en dehors des groupes de Nefta, Tozeur, el Hamma et el Quediane alimentés essentiellement à partir des sources. C'est avec 1958 qu'a été arrêté un état des sondages terminés (7) et que le mécanisme de la baisse du débit des sources s'est déclenché. L'étude de DANIEL (J.L) est venue en 1964 dans l'objectif de résoudre la situation au sein de l'oasis de Nefta après avoir bien éclairci "le bilan des ressources hydrauliques du bassin artésien du Chott Djerid" (8). Avec tous les travaux de HAOUES (H) et de CERAMELLI (P) entre 1964 et 1969 l'intérêt a été accordé à l'aspect "ressources" et "comblement du déficit". Le côté chimique du problème n'a été abordé qu'au niveau des oasis d'el Quediane dont le tarissement des sources a été plus avancé et la configuration géologique de l'aquifère présentait une hétérogénéité lithologique (calcaire sénonien et sables pontiens) plus poussée (9). L'étude de HAOUES (H) sur "la chimie des eaux du Djerid" (10) qui

.../...

-
- (5) GOSSELIN (M) : L'inventaire des ressources hydrauliques de la Tunisie, Annales des ponts et chaussées, PARIS, Imprimerie Nationale 1952
 - (6) DOMERGUE (CH) : Les bassins artésiens du Sud tunisien dans les grands problèmes d'Hydrogéologie en Tunisie. Monographies Régionales, XIX^e congrès géologique international, TUNIS, 1952
 - (7) Secrétariat d'état à l'Agriculture : état des sondages terminés, Gouvernorat de Tozeur, TUNIS, SEA, 1958, 2 tabl.
 - (8) DANIEL (J.L.) : Etude des ressources hydrauliques du bassin artésien du Chott Djerid, Equipement de l'oasis de Nefta. Note préliminaire, TUNIS, S.C.E.T., 1964, 19p., 4 pl.
 - (9) CERAMELLI (P) : Note sur les problèmes géochimiques des eaux de la région de Kriz, TUNIS, BIRH, 1969, 8p., 2 tab. 4 fig.
 - (10) HAOUES (H) : chimie des eaux du Djerid, DRE, GABES, 16p. 14 tabl., 1 carte (cette note a été publiée à la DRE GABES en 1977 en un nombre d'exemplaires réduits et à partir du texte original trouvé dans les archives laissées par l'auteur après son départ du BIRH).

a pu être publié à temps (1967?). Constitue la première approche sérieuse de l'étude de la variation dans l'espace de la chimie de la nappe du C.T. au niveau des oasis du Djerid.

Le projet ERESS par son extension (Sahara Septentrional) et son objectif principal (étude des principales ressources) n'a accordé à l'hydrochimie de la nappe du C.T. du Djerid qu'un intérêt secondaire vu les inconnus qui régnaient au niveau du mécanisme hydrochimique à l'époque mais ceci n'a pas empêché le projet ERESS de souligner que "dans le Djerid, les rabattements en 2000 peuvent atteindre, d'après les modèles mathématiques, des valeurs relativement élevées (20 à 40 m) qui porteraient déjà à cette époque, le NP au dessous du sol. Un risque d'inversion du sens d'écoulement vertical existe donc dans cette zone mais est difficilement chiffrable par suite de la géométrie particulière de l'aquifère (Pontien) dans cette zone. Il est donc nécessaire de surveiller attentivement l'évolution de la salinité des eaux de cette zone, principalement lorsque les sources auront tari" (11).

A la suite du projet ERESS, seule l'étude de RICOLVI (M) est venue en 1973 pour préciser l'hydrogéologie de la région d'el Oudiane (12) et tenter d'expliquer l'origine de l'hétérogénéité chimique de la nappe à ce niveau.

2- Conclusions des études :

- Structure du réservoir : L'ensemble de la région du Djerid constitue la continuité géologique de l'anticlinal^{Dj} de Ghomess dont le cœur est constitué par le Sénonien. Cet anticlinal orienté E-W plonge vers l'Ouest sous le recouvrement continental du Mio-plio-quaternaire du Chott Djerid-el Rharsa avec, probablement, des cassures tectoniques qui sont évoquées pour expliquer l'origine de l'eau chaude d'el Hamma.

Le rôle hydrogéologique des calcaires sénoniens qui est évoqué au niveau d'el Oudiane dans la communication d'un niveau aquifère plus salé, en profondeur, avec la nappe des sables pontiens est non évident quand on se déplace vers

.../...

(11) UNESCO : Etude des Ressources en eau du Sahara septentrional, plaquette 6, 16p., Projet REG. 100, PARIS 1972

(12) RICOLVI (M) : Etude hydrogéologique de la région d'El Oudiane, TUNIS, DRE, 1973, 25 p. , 25 fig. , 8 pl.

Tozeur et Nefta vu que ces calcaires deviennent très profonds et non fissurés.

- L'aquifère : La mise en charge des sables pontiens s'effectue à l'occasion de leur ennoyage sous les argiles pliocènes du chott dont l'épaisseur croît très vite en se déplaçant vers le chott Djerid. L'épaisseur des sables pontiens, principal aquifère du Djerid, varie d'Est en Ouest et sur les deux flancs du Draa. Cette variation d'épaisseur entraîne une variation des côtes de leur toit et de leur murs.

A l'occasion de l'affleurement des sables pontiens de part et d'autre du Draa la nappe devient libre et les sources de Tozeur et de Nefta sont ainsi le résultat d'écoulement de la nappe des sables pontiens à l'occasion du recoupe-ment de la surface piézométrique et de la surface du sol. Une situation identi-que existe au niveau d'el Hamma sur le flanc Nord.

- Fonctionnement hydrogéologique : La piézométrie de la nappe (P. ERESS) montre bien que l'écoulement supposé parvenir de la chaîne située au Nord du chott el Rharsa n'aboutit qu'à ce chott et n'atteint pas le Draa du Djerid. Seul l'écoulement parvenant du Sud et du SW aboutit au Draa Djerid et se divise dans la cuvette du chott el Rharsa. Une telle piézométrie rectifie l'hypothèse qui voulait trouver l'origine de l'alimentation des sables pontiens dans l'écoulement des oueds descendant de la chaîne située au Nord du chott el Rharsa. Ainsi l'alimentation de cette nappe prend son origine dans la partie saharienne avec une eau essentiellement ancienne (pluviaux quaternaires) qui subit des mélanges dans sa composition chimique et son âge avant d'aboutir au Djerid. Cette piézométrie bien étayée par les simulations mathématiques fait du Djerid l'aval, avant l'exutoire du chott el Rharsa, d'un grand réservoir saharien qui s'étend sur le bassin du grand Erg oriental et dont le fonctionnement hydrogéologique est rendu complexe par la complication des relais hydrogéologiques entre un niveau et un autre (calcaires sénoniens de la Nefzaoua et sables pontiens du Djerid) et les communications entre les différents niveaux aquifères (drainance ou contacts tectoniques perméables). C'est dans ce cadre chronologique et spatial que doit être abordé l'explication du mécanisme chimique de cette nappe au niveau du Djerid.

- Réserves et exploitation : Si les simulations du modèle mathématique du Djerid établi par le P. ERESS ont estimé l'exploitation de la nappe du C.T. du Djerid à l'horizon de l'an 2000 à 4800 l/s rien ne permet de croire fermement à ce chiffre du moment que des estimations identiques ont été révisées pour l'exploitabilité de la nappe du C.T. au niveau de la Nefzaoua où il a été possible d'établir un nouveau modèle beaucoup plus précis. L'ensemble des forages qui ont été créés à la suite du P. ERESS favorisent des nouvelles simulations à partir des données plus denses et mieux réparties. Cette révision des réserves s'impose dans la mesure où à l'exploitation actuelle (3000 l/s) est proche

des réserves exploitables. - 6 -

La liaison qui doit être toujours cherchée entre les réserves exploitables et l'exploitation actuelle joue un rôle essentiel dans la modération des porturations qui seront introduites sur l'équilibre hydrodynamique et hydrochimique à l'occasion de son exploitation intensive à la limite des réserves exploitables. Le cas du Djerid est frappant du moment qu'une surexploitation entraîne des conséquences graves (disparition de l'artésianisme et augmentation de la salinité) qui sont le déclenchement des mécanismes irréversibles et complexes. C'est dans ce sens que l'équilibre réserves/exploitation est fortement lié à l'équilibre chimique de la nappe et que ces deux aspects doivent être toujours associés.

III/ - LA CHIMIE DE L'EAU DE LA NAPPE DU C.T. DU DJERID

On conçoit cette partie de l'étude dans le cadre des particularités géologiques et hydrodynamiques que présentent les différents groupes d'oasis du Djerid. C'est dans cet esprit qu'on différencie ces oasis en :

- Oasis du flanc Sud : Hazoua, Nefta, Tozeur et el Ouediane
- Oasis du flanc Nord : el Hamma, Chamsa, Neftafet-el Louah, Oued Chameu etc...

Dans le cadre des oasis du flanc Sud on doit différencier les oasis d'el Ouediane (Dégache, Kriz, Zaouiet el Arab, Seddada, des autres oasis plus à l'Ouest (Tozeur, Nefta, Hazoua etc ...) qui se présentent sur la partie de l'anticlinal où les formations sénoniennes ou éocènes n'affleurent pas et où les sables pontiens sont épais.

En plus de cette différenciation dans l'espace du Djerid lui même la comparaison des caractéristiques chimiques de cette eau avec celles de la Nefzaoua (amont de la nappe) et celle de Gouifla (l'autre côté de l'exutoire d'el Rharsa) s'impose pour pouvoir préciser l'origine et le sens de l'écoulement de l'eau.

La stratification verticale de l'eau au niveau des oasis du flanc Sud où la nappe est libre sur une partie est un aspect à examiner avec attention vu la proximité de la nappe du Chott qui est considérée comme une source potentielle de contamination.

1- Les oasis du flanc Sud du Draa Djerid : Ces oasis sont d'Ouest en Est : Hazoua Chouchet Zerga, Nefta, el Akhder, Zaafrana, Gherdiga, el Mekou, Merah el Ouara, Moncef, Tozeur ; Helba, Gastalia, el Koucha, Menchia et el Ouediane.

- a) - Hazoua - Chouchet Zerga : L'amont hydrogéologique de toute la zone située entre la frontière algérienne et Nefta est constituée par la partie algérienne (El Oued). En territoire tunisien seul les deux forages de Redjem Maatoug peuvent être utilisés à titre comparatif de leur chimie avec ceux de Hazoua et de Chouchet Zerga.

.../...

Hazoua : Dans le groupe de Hazoua on a cinq forages avec une charge artésienne variant de +15 à 24 m ./. TN. Le débit spécifique est variable d'un forage à un autre. Le captage des sables pontiens est entre -448 m et -478 m ./. TN. L'épaisseur captée varie entre 36 m et 123 m. Les caractéristiques chimiques de l'eau de ces forages sont données dans le tableau (III-1-a).

La famille chimique confirme le sens de l'écoulement de la nappe à partir de la partie saharienne (Redjem Maatoug) vers Hazoua-Chouchet Zerga. L'accroissement de salinité entre Redjem Maatoug et Hazoua (70 km) pour des forages qui captent la même formation (sables pontiens) est de l'ordre de 11 mg/l/km. Cet accroissement de salinité n'est dû dans ce cas, qu'à la dissolution sous l'effet de l'écoulement et du contact entre l'eau et la roche.

Chouchet Zerga : Situé à mi-chemin entre Hazoua et Nefta. Le périmètre de Chouchet Zerga avec son forage (N° LRH 16695/5) présente une eau qui appartient à la même famille chimique mais elle est un peu plus salée (RS = 3000 mg/l). L'augmentation de salinité entre ce forage et ceux de Hazoua est équiproportionnelle pour les différents éléments chimiques. Ceci laisse supposer que c'est l'écoulement de la nappes qui est à l'origine de cet accroissement relatif de salinité.

L'absence de sources dans cette région permet de considérer que l'eau de ces forages est l'eau typique de la formation des sables pontiens et si elle a dû être contaminer chimiquement, dans son trajet entre la zone d'alimentation et ce point, cette contamination n'a pu se faire qu'au delà de la limite d'extension des sables pontiens sous l'Erg avant que ces sables ne s'enfouissent sous l'unité argilo-gypseuse du Pliocène. La contamination sur place à partir d'un niveau sous-jacent plus salé (Eocène ou Sénonien) est à écarter du moment que la salinité du forage Hazoua n° 1 (N° IRH : 6090/5) datant de 1953 se trouve très proche de celle de Hazoua 1b (N° IRH : 18.551/5) qui date de 1976 et qui se situe à proximité.

b) - Nefta : Au niveau de l'oasis de Nefta on distingue l'eau des forages de celle des sources et des puits de surface.

b-1 - L'eau des forages : La charge artésienne des forages de Nefta varie en fonction de leur position par rapport au toit argileux pliocène. Ainsi les plus faibles charges artésiennes sont de l'ordre de quelques mètres et les plus fortes vont jusqu'à +30 m ./. TN (forage Sidi Marzouk N° IRH : 14.629/5). Seul le forage de Nefta SONEDE (N° IRH : 17.522/5) placé sur l'affleurement des sables pontiens capte la partie libre de la nappe. Le captage des sables se situe différemment suivant la position topographi-

que du forage par rapport à l'axe de l'anticlinal. Les forages qui se situent plus près de l'axe de l'anticlinal présentent un captage moins profond (entre -60 et -150 m ./. TN). Les autres captent les sables à des profondeurs ^{commençant} à partir de -350 m et peuvent aller jusqu'à -500 m.

La salinité de l'eau de ces forages varie un forage à un autre suivant sa position topographique. Les valeurs extrêmes de cette salinité sont 2460mg/l (forage Nefta 3 N° IRH : 8262T/5) et 3460 mg/l (forage Nefta SONEDE N° IRH 17.622/5).

Comme les forages de Hazoua et Chouchet Zerga les forages de Nefta présentent une eau dont le rapport SO_4^{--}/Cl^- est toujours supérieur à l'unité. C'est le groupe séléniteux défini par HAQUES (H) dans sa note (10). L'augmentation de la salinité globale, dans ce groupe, est accompagnée essentiellement par une augmentation de la concentration en SO_4^{--} . Seuls les deux forages Nefta 1 et Nefta 2 pour lesquels on possède un historique de salinité permettent de constater une augmentation de la salinité globale dans le temps (tableau II-1-b). Cette augmentation est croissante pour les deux forages. Elle est de 340 mg/l à 440 mg/l pour une durée de 5 ans. En la considérant linéaire dans le temps. Cette augmentation est de 70 à 90 mg/l/an. Cette augmentation reste dans la fourchette de l'erreur d'analyse et ne permet pas de conclure qu'une tendance vers la salinisation existe effectivement au niveau des forages de Nefta.

b-2 - L'eau des sources : Les sources de Nefta sont de deux types :

- Les sources de la corbeille : qui se trouvent localisées dans un cratère de 30 m de profondeur. Ces sources constituent la plus grande partie. Elles matérialisent l'écoulement de la nappe des sables pontiens à l'occasion de son contact avec le terrain naturel au fond du cratère. Ces sources sont donc des sources de diversément à l'occasion d'un trop-plein créé artificiellement par le creusement du cratère de la corbeille.
- Les sources en dehors de la corbeille : ce sont les deux sources Gberghaz (N° IRH : 8950/5) et Sanfa el Kebira (N° IRH : 8852/5).

Seule la source el Faoura (N° IRH : 1816/5) située à la limite des argiles pliocènes, est une source ascendante légèrement en charge.

La source Aïn Faoura (N° IRH : 1816/5) qui est en charge présente le résidu sec le plus faible (RS = 1620 mg/l). Les autres sources de la corbeille qui sont en réalité des têtes de drains creusés directement dans la formation aquifère des sables pontiens ^{donnent} des salinités très rapprochées qui étaient en 1966, de l'ordre de 3000 mg/l. Les deux sources situées en dehors de la

corbeille (A. Ghorghaz et A. Sania el Kabira) présentent des salinités plus élevées de l'ordre de 5500 à 5700 mg/l. tout en appartenant à la même famille chimique. Cette salinité plus élevée semble être due au cheminement de l'eau à travers la série sablo-argileuse du pliocène.

Il semble donc que la mise en charge de la nappe la protège davantage des risques de la salinisation (cas de A7 Faouara). La source A. Laster ainsi que A. Berka qui se trouvent du côté de la limite de l'extension des argiles pliocènes mettant la nappe en charge se trouvaient au début avec une salinité intermédiaire entre celle de Ain el Faouara qui est en charge et les autres sources situées dans la partie libre de la nappe (tableau II-1-b-2).

L'effet de la baisse de la surface piézométrique de la nappe se voit très nettement au niveau de A. Berka (1813/5) qui en 1950 présentait une salinité de 2480 mg/l. Cette salinité est devenue de 3260 mg/l en 1966. La concentration des sulfates a sensiblement augmenté.

Depuis qu'on a instauré la surveillance du débit et de la salinité des sources de Nefta en 1971, on a jaugé seulement le débit de l'oued au niveau du barrage. Ainsi l'eau prélevée pour l'analyse chimique provient du drainage de toutes les seguias qui partent des têtes de sources ainsi que du drainage des écoulements latéraux le long des seguias. C'est dans ce sens que l'eau qui est analysée depuis 1971 présente une salinité moyenne de l'ensemble des sources de la corbeille. Mais depuis la salinité a continué à augmenter avec des fluctuations qui semblent être dues aux perturbations apportées par le fonctionnement des forages. Cet effet est rendu plus sensible par la proximité de ces sources de la partie en charge de la nappe.

Les sources de Nefta appartiennent, par leur composition chimique, à la famille de l'eau des sables pontiens à laquelle sont apparentes les forages de Nefta caractérisée par "le groupe séléniteux". Leur salinité globale fluctue entre celle des forages de Nefta les mieux préservés par la mise en charge de la nappe (forage Nefta 3, RS = 2460 mg/l) et les forages dont l'eau est la plus salée (F. Nefta SONEDE, RS = 3460 mg/l).

La tendance générale de la salinité de l'eau des sources de Nefta, comme celle des forages est vers l'augmentation avec une moyenne annuelle qui est de l'ordre de 50 mg/l/an. Cette valeur reste très proche du domaine de l'erreur des analyses.

b-3 - L'eau des puits de surface : Les puits de surface inventoriés par HACUES (H) à la fin du mois de Juin 1966 se localisent à l'intérieur du cratère de la corbeille de Nefta (10). La salinité de l'eau de ces puits varie entre

2140 mg/l (puits Salah Ameer N° IRH : 8596/5) et 7380 mg/l (puits Mohamed Khazen N° IRH : 8656/5). La salinité moyenne est de l'ordre de 3 g/l (tableau III-1-b-3). La profondeur de ces puits ne dépasse que rarement les 6m. La côte du NP dans les puits se raccorde parfaitement avec celle du NP de la nappe des sables pontiens ce qui confirme l'origine commune de l'eau des sources, des forages et des puits de surface.

Tout en ayant une eau appartenant à la même famille chimique que celle des sources et des forages de Nefta, l'eau des puits de surface accuse une augmentation de salinité qui est due à un enrichissement en NaCl. Les plus chargés en NaCl sont ceux qui se trouvent à la périphérie Sud et SW de la corbeille. C'est à ce niveau que les sables pontiens sont plus fins et présentent des intercalations argileuses à l'occasion de la proximité de la série argileuse pliocène.

b-4 - Conclusion sur la chimie de l'eau de Nefta : C'est une eau appartenant à la même nappe que celle des sables pontiens qui passe de la partie en charge de la nappe à la partie libre. Ce changement dans l'hydrodynamisme de la nappe occasionne une stratification chimique de l'eau par zonation qui s'explique par des échanges différentiels de sels entre l'eau et la roche. L'eau des forages qui sont les mieux protégés par une mise en charge est plus douce que celle des sources et des puits de surface qui interceptent une eau provenant directement de la partie en charge de la nappe. Après une circulation dans la partie libre de la nappe, c'est l'effet du dernier terrain traversé qui se repercute sur la salinité de cette eau. Cet effet devient plus important à l'occasion d'une diminution de perméabilité de la formation (intercalations argileuses) et d'une stagnation (dans les puits).

La tendance dans le temps est une augmentation de la salinité dans des limites qui jusqu'à maintenant ne permettent pas de préciser l'origine de cette salinisation dont l'ampleur est encore légèrement significative.

c) c) - Les oasis entre Nefta et Tozeur : Ces oasis sont : el Akhder, Zaafraba, Gherdafa, el Mekmen, Merah el Ouara et el Moncef. L'eau de ces oasis n'arrive en surface qu'à l'occasion des forages qui sont soit directement dans les sables pontiens, soit qu'ils traversent une certaine épaisseur la série argileuse pliocène avant d'atteindre les sables pontiens. C'est seulement au niveau de Gherdafa qu'on possède des résultats d'analyses chimiques de l'eau des puits de surface.

L'eau des forages situés sur le flanc Sud du Dors Djerid entre Nefta et Tozeur se présente avec une salinité qui est de l'ordre de 2200 mg/l à 2300 mg/l.

L'eau de ces forages appartient toujours au groupe séléniteux de la famille chimique précédemment caractérisée le long des oasis du flanc Sud situées plus à l'Ouest.

L'eau des puits de surface de Ghergala est, pratiquement, d'une salinité très proche de celle des forages. Dans le cas où cette salinité accuse une certaine augmentation pour dépasser 2400 mg/l. C'est aux sulfates que revient cette augmentation de concentration.

d) - Tozeur : Au niveau de l'oasis de Tozeur on distingue l'eau des sources de celle des puits de surface et des forages.

1- L'eau des sources : Les sources dont les caractéristiques chimiques sont données par le tableau (III-1-d-1) appartiennent à l'oued Tozeur. Seule la source Hafir (N° IRH : 1808/5) ne coule pas vers l'oued. Comme les sources de Nefta, les sources de Tozeur sont de simples fossés creusés directement dans la formation sableuse du pontien. A l'occasion du recoupement de la surface piézométrique de la nappe libre avec le fossé, l'eau s'écoule par drainage et s'écoule à la tête des sources et le long des seguias qui constituent l'oued et dont la profondeur permet de recouper la surface piézométrique de la nappe.

La salinité de ses sources varie d'un point à un autre entre 1820 mg/l (Aïn Kebira N° 3109/5) et 2840 mg/l (A. Bouida, N° IRH : 1801/5).

Les sources qui sont plus proches du cœur de l'anticlinal du Draa ont une salinité plus élevée.

L'eau de ces sources appartient à la même famille précédemment caractérisée pour les autres oasis du flanc Sud situées plus à l'ouest de Tozeur. Tout en étant de la même famille chimique, ces sources appartiennent aussi au même groupe chimique (groupe séléniteux).

A partir de 1971, date de la mise en surveillance de ces sources leur débit et leur salinité sont pris au niveau du "pont de Tozeur" de telle façon que les caractéristiques chimiques qu'en possède représentent une moyenne et ainsi la variation de ces caractéristiques d'un bout à l'autre de l'oued est remplacée par l'effet de l'écoulement entre l'émergence et le pont où s'effectue le jaugeage.

Pour les quelques sources (Zentaf, Hamida, Bouida, Kaabi et Hamam) où on possède plus d'une analyse chimique pour des dates différentes, on constate qu'il y a toujours une augmentation de salinité qui peut atteindre 100 à 120 mg/l/an (Aïn Hamida et A. Bouida). Mais cette augmentation n'est pas évidente quand on se réfère aux analyses de l'eau de l'oued Tozeur après 1971 où

on constate des fluctuations entre 2100 mg/l (dec. 77) et 2860 mg/l (Juill. 1976). Ces fluctuations semblent être apportées par un effet perturbateur de la pluie. Cet effet a été constaté par HAOUES (H) dans sa note sur la chimie de l'eau du Djerid (10) quand il parle des puits de surface de Tozeur. C'est en tenant compte de l'effet d'une perturbation par la pluie ou la pompage des forages à proximité qu'on a pensé traiter le phénomène statistiquement (voir A. MAMOU : Juillet 1978, cité plus haut) dans l'espoir de dégager une tendance générale qui efface l'effet occasionnel d'une perturbation locale et saisonnière et ceci en traitant toute une série chronologique des observations effectuées dans des conditions similaires. C'est dans ce sens qu'on pense toujours que les sources de Tozeur comme celles de Nefta sont le sujet d'une salinisation liée à la baisse de leur débit. Cette salinisation d'une origine encore non claire, mais qui est hypothétiquement liée soit à la nappe du chott soit à un niveau aquifère plus profond et plus salée, reste d'une ampleur très difficile à séparer de l'erreur de mesures au laboratoire.

2- L'eau des puits de surface : Comme l'indique HAOUES (E) dans sa note sur la chimie de l'eau du Djerid (10). Ces puits ont un résidu sec élevé, généralement supérieur à 5 g/l.

Pour un résidu sec inférieur ou égal à 8 g/l, l'eau de ces puits appartient encore à la famille chimique précédemment rencontrée au niveau des sources (groupe séléniteux). Quand le résidu sec dépasse 10 g/l, une inversion de polarité chimique se produit et la concentration en Cl^- dépasse celle de SO_4^{--} et ainsi apparaît l'autre groupe, "le groupe chloruré".

On en déduit donc que l'augmentation de la salinité de l'eau des puits de surface provient du fait de la stagnation de cette eau dans les puits pour une durée qui peut être de quelques mois en dehors de la saison de puisage. L'eau de la pluie lors de sa filtration dissout les sels qui sont plus concentrés en surface et les entraîne dans son cheminement vers la nappe. Ceci est vrai pour des terrains de surface plus salés et pour les premières pluies qui surviennent à la suite d'une saison sèche. En fait, c'est à l'eau du drainage, beaucoup plus accessible à la nappe et avec des salures plus élevées qu'il faut accorder ce rôle comme le rapporté HAOUES (H), l'eau de la pluie a, généralement, un rôle de dilution beaucoup plus que de salinisation. Ainsi en observant certains de ces puits de surface de Tozeur avant et après la pluie du 12.9.67 qui a donné 62 mm de précipitation, L. HAOUES a constaté l'adoucissement des puits de surface suivants :

N° puits	115	116	121	126	127	133	139
R.S avant la pluie (mg/l)	2500	2560	2300	7020	6880	9000	7120
R.S après la pluie (mg/l)	2000	2500	3600	5000	6560	8600	6180
Variation (mg/l)	-500	- 60	+1300	-2020	-320	-100	-940

Ainsi, comme on peut le constater à partir de ce tableau, l'effet de la pluie peut baisser la salinité de 29% (puits 126). Comme cela peut entraîner une augmentation de salinité de 56% (puits 121).

Ceci est très instructif au sujet de la perméabilité de ces sables pontiens quand ils sont sous forme d'une zone non saturée.

3- L'eau des forages : En dehors du PZ Tozeur (N° IRH : 12.319/5), les autres forages de Tozeur sont tous en charge avec des pressions allant de +2,0 m par rapport au TN à - 15,6 m par rapport au TN. Le captage des sables pontiens s'effectue généralement au delà de -135 m. Pour les forages qui sont plus proches du Chott, les sables ne sont atteints qu'au delà de -300 m.

La salinité de l'eau de ces forages est très rapprochée. Elle est de 1800mg/l (T. SONEDE N° IRH : 14001/5) à 2100 mg/l (Oued Tozeur 4, N° IRH : 17619/5). Le forage de Oued Tozeur 4 (18791/5) a donné au début une eau légèrement plus chargée. Le PZ Tozeur situé dans la partie libre de la nappe s'écarte par sa salinité des autres forages de Tozeur (RS = 2980 mg/l).

Si on tient compte du rapprochement des forages les uns des autres on peut considérer leurs salinités comme un état d'un seul forage qui a fonctionné depuis 1970 (date de l'analyse de Tozeur 3). En regardant les salinités de ces forages dans le temps on constate un taux d'augmentation de la salinité qui est entre 50 et 65 mg/l/an. Cette valeur reste aussi dans la limite des erreurs de mesures.

Il est intéressant de noter l'existence d'un gradient de salinité entre Tozeur et Nefta-Hazoua qui s'accroît vers l'Ouest.

- e) - Les oasis entre Tozeur et Degache : Ces oasis sont : Helba, Castelia, Oued Kebar, Chajuch, el Koucha et Mamehia. Pour ces oasis et en absence de sources, on ne se référera qu'à la chimie de l'eau des forages et à celle des puits de Castelia et d'el Koucha.

e-1 - L'eau des forages : Ces forages captent tous la série des sables pontiens à des profondeurs différentes suivant leur position par rapport à l'axe de l'anticlinal. Ainsi si certains atteignent ces sables dans la limite de 100 m. de profondeur, d'autres s'enfoncent jusqu'à plus de 400 m pour les atteindre (cas de Oued el Koucha). Dans cette série seuls les deux forages Castelia 3 (N° IRH : 14.366/5) et Bon Chaouch (N° IRH : 16.558/5) ont des niveaux ascendant du moment qu'ils sont plus proches de l'axe de l'anticlinal.

La salinité de l'eau de ces forages est très hétérogène. Elle varie entre 1420 mg/l (Menchia) et 2200 mg/l (Helba 2). Cette augmentation de salinité reste liée à la proximité de l'axe de l'anticlinal et au passage de la partie en charge à la partie libre de la nappe.

La comparaison des différentes salinités pour des époques différentes et pour un même forage, montre une variation de cette salinité sans qu'elle soit régulièrement croissante ni d'une ampleur alarmante. Ceci souligne l'effet perturbateur de la pluviométrie ou de l'inter-influence des forages les uns sur les autres.

Il est intéressant à noter que l'eau de ces forages, tout en restant dans le cadre de la même famille chimique précédemment déterminée commence à perdre son caractère séléniteux au profit du caractère chloruré. Ainsi on voit la concentration en Cl^- augmenter pour s'approcher de celle de SO_4^{--} .

e-2 - L'eau des puits de surface de Castelia et Oued el Koucha : Les puits de surface de Oued el Koucha dont les caractéristiques chimiques sont présentées par le tableau (III-1-a-2-a) sont des puits dont la profondeur est de 4 à 10 m. Ces puits sont construits et maçonnés ce qui explique leur salinité relativement basse par rapport aux puits de Castelia (Tableau III-1-a-2-b) non construit et dont la salinité dépasse 3 g/l et atteint même 9 g/l. Pour les puits de Oued el Koucha, l'eau appartient au groupe chloruré ce qui prouve bien que leur salinisation a une origine superficielle. Les puits de Castelia, plus salés, mais appartiennent toujours au groupe séléniteux. Ceci peut s'expliquer par une salinisation à partir d'une eau de drainage ou d'une eau profonde appartenant à la même famille que celle des sables pontiens mais plus salée.

L'existence d'une nappe superficielle salée peut, dans le cas où la décharge de la nappe atteint dans les forages la cote de cette nappe, entraîner l'augmentation de la salinité de l'eau des forages.

f) - Les oasis d'el Oudiane : Ces oasis ont attirés l'attention par le problème chimique de leur eau depuis 1969 quand le problème s'est posé au niveau de Kriz (9). Une étude de l'ensemble de l'hydrogéologie de ces oasis a été entreprise en 1973 pour tenter d'expliquer plus particulièrement l'aspect chimique (12). La partie, exposée dans cette note, se rapportant à cette zone du Djerid, n'a comme avantage que d'avoir rassemblé la documentation chimique se rapportant à cette zone avec certaines données nouvelles recueillies au niveau des nouveaux forages.

f-1 - L'eau des sources : Ces sources sont classées dans le tableau (III-1-f) en allant de Menchia vers Seddada. On note qu'hydrogéologiquement, la région d'el Oudiane se caractérise, par rapport au reste du flanc Sud du Djerid par l'affleurement en surface des calcaires sénoniens au coeur de l'anticlinal sous les sables pontiens. Il a été vérifié que ces calcaires sont fissurés et contiennent une nappe qui est en continuité avec celle des sables pontiens.

A l'exception du A. Sabaa Biar (N° IRH : 3182/5) qui sourde des calcaires sénoniens, les autres sources d'el Oudiane se localisent au contact des sables pontiens et des argiles pliocènes qui leurs sont superposées.

La salinité de ses sources ne dépasse 2 g/l qu'à partir de Aïn Marzouk (Sabaa Biar) et en allant vers l'Est. Cette salinité augmente dans la partie libre de la nappe au niveau de Kriz et de Seddada pour atteindre des valeurs de 6 à 7 g/l (Aïn Melah N° IRH : 1759/5).

Tout en appartenant à la même famille chimique de l'eau du flanc Sud du Draa Djerid, l'eau des sources d'el Oudiane perd son caractère séléniteux pour acquérir le caractère chloruré et ceci se passe, dans l'espace, d'une source à une autre et dans le temps, pour une même source.

La variation de la salinité dans le temps pour une même source ne suit pas toujours une croissance continue. Ceci s'explique par la perturbation de l'équilibre chimique causée par la pluviométrie qui fait ruisseler et infiltrer une eau plus salée au niveau des calcaires sénoniens et de la partie inférieure des sables pontiens. Des apports variables dans leur origine et leur taux sont suggérés pour expliquer cette variation aléatoire de la salinité et de la composition chimique. Ces mélanges d'eau supposés ont été vérifiés par la composition isotopique de l'eau des sources et des forages d'el Oudiane (11).

f-2 - L'eau des forages : Suivant la position des forages d'el Oudiane par rapport aux affleurements des calcaires sénoniens, leur charge artésienne et la profondeur à laquelle les sables pontiens ^{sont captés} varient. Plusieurs de ces forages proches des affleurements calcaires (Kriz et Seddada) ont traversé

complètement les sables pontiens pour tomber dans les calcaires sénoniens plus ou moins fissurés suivant les zones. Les forages à l'Ouest de Sabaa Biar ont généralement une salinité inférieure à 2 g/l. C'est en allant vers l'Est que cette salinité augmente. Elle augmente verticalement en allant plus profondément. Les forages qui possèdent une charge artésienne relativement élevée (+25 m ./. TN) sont mieux protégés contre cette augmentation de salinité (cas du forage Deghoumess 3 N° IRH : 18.726/5 et du forage N° IRH : 14.686/5). La salinité augmente aussi avec la mise en production des forages et plus particulièrement avec leur exploitation par pompage (cas du forage Kriz 2 N° IRH : 9627/5).

Les éléments chimiques les plus sensibles à cette augmentation de salinité sont le Na et les Cl. Les forages qui au début appartenaient au groupe séléniteux voient leur eau, sous l'effet de l'exploitation, acquies le caractère chloruré.

L'augmentation de la salinité et la variation de la composition chimique de l'eau des forages artésiens subissent des fluctuations qui sont dues essentiellement aux conditions d'exploitation plus ou moins perturbatrices à l'équilibre chimique de la nappe.

f-3 - Hypothèses sur l'origine de la variation de la salinité d'el Oudiane :
RICOLVI (M) dans son étude de l'hydrogéologie d'el Oudiane (12) présente quatre hypothèses pour expliquer l'origine de la variation de la salinité d'el Oudiane. Ces hypothèses sont :

- 1- Les calcaires sénoniens d'el Oudiane sont l'aboutissement d'une nappe qui s'alimente sur la partie saharienne, traverse la Nefzaoua et passe sous le Chott Djerid avec une minéralisation uniforme qui augmente le long de son trajet. Cette hypothèse laisse supposer un danger uniformément réparti sous le Djerid et dont l'effet de contamination n'est lié aux conditions hydrogéologiques particulières de chaque zone du Djerid et à la méthode d'exploitation.
- 2- La salinité élevée localisée au niveau du Kriz-Seddada est locale et liée à l'existence d'un accident tectonique perméable remuant en surface une eau salée d'origine profonde.
Comme le souligne RICOLVI (M) si cette hypothèse est vraie, on aurait dû rencontrer des conditions similaires à celles du flanc Nord (el Hamma) avec des sources chaudes ce qui n'est pas le cas d'el Oudiane.

- 3- La salinité élevée du Kriz-Seddada a pour cause le passage de la partie captive à la partie libre de la nappe mais on constate que la nappe libre n'est pas uniformément salée sur tout le front de nappe.
- 4- La nappe des sables pontiens en continuité avec celles des calcaires sénoniens reçoit une contamination locale à partir d'une alimentation parvenant des affleurements de ces calcaires sur Dj. Sidi Bou Helal et Deghoumess.

On peut ajouter dans le cadre de la première hypothèse que la comparaison de la composition chimique de l'eau d'el Oudiane à celle de la Nefzaoua et plus particulièrement à celle de la Presqu'île de Kébili (13) montre que l'eau du C.T. de la Presqu'île de Kébili comme celle du C.I. du chott el Fedjej garde sa polarité chimique du groupe séléniteux quelques soit la concentration qu'acquiert cette eau par écoulement ou par dissolution superficielle ou profonde en passant des calcaires profonds vers la surface du sol (sources et puits de surface). Ce caractère est conservé même dans le cas du lessivage intensif par drainage (l'eau des drains). Par contre les analyses chimiques de l'eau de la nappe phréatique du chott Djerid entre la P.I.K. et Kriz montre la même polarité chimique que celle des points d'eau d'el Oudiane mais avec des concentrations beaucoup plus élevées. Cette constatation permet de conclure que l'eau du C.T. qui passe sous le chott Djerid pour aboutir dans les sables pontiens du Djerid ne provient pas de celle rencontrée au niveau des calcaires de la P.I.K. mais plutôt comme le suggère la piézométrie de la nappe du C.T. (P. FRESS) de la partie saharienne de la Nefzaoua. Cette eau, sous l'effet d'une contamination locale perd son caractère séléniteux pour acquérir le caractère chloruré. L'origine de cette augmentation de salinité est donc superficielle et semble avoir pour foyer soit le chott soit les affleurements sénoniens du Dj. Sidi Hellal-Deghoumess. Il est plus plausible que ce soient ces affleurements sénoniens avec les marnes gypseuses du cœur de l'anticlinal qui sont à l'origine de cette augmentation de salinité. Mais ceci n'attenu en rien le danger que peut présenter l'eau du chott pour le reste des oasis du flanc Sud dans l'augmentation de la salinité de l'eau du C.T. le jour où le rabattement de la surface piézométrique de la nappe permet d'inverser la drainance.

.../...

(13) Voir dans ce sens : MAMOU(A) : Contribution à l'étude hydrogéologique de la P.I.K., partie annexe (Analyses chimiques des sources et des forages de la PIK pp 62-94), DRES GABES, 1975

2- Les oasis du flanc Nord du Draa : Seule l'oasis d'el Hamma du Djerid s'est édifiée sur l'emplacement de sources. Les autres oasis du flanc Nord du Draa ont été créées au cours du temps à partir de l'eau des forages dont une grande partie a été réalisée ces dernières années. Plusieurs de ces forages sont en cours de réalisation c'est pourquoi on manque de données chimiques sur ces forages. On a préféré répartir les points d'eau du flanc Nord du Draa Djerid en trois groupes : les oasis situées à l'Ouest d'el Hamma, l'oasis d'el Hamma et les oasis situées à l'Est d'el Hamma.

- a) - Les oasis situées à l'Ouest d'el Hamma : En dehors de Nefflaïet et el Louah qui datent des années 50 ces oasis sont des nouvelles créations c'est pourquoi on n'a pu se féliciter, pour la chimie de l'eau de ces oasis qu'à un nombre limité de points. En dehors des forages de Nefflaïet et d'el Louah qui se situent dans la partie en charge de la nappe, les autres forages plus à l'Ouest se trouvent directement sur les sables pontiens et se présentent ainsi avec les caractéristiques de la partie libre de la nappe. La profondeur de ces forages est généralement assez importante (500 à 600m). Le NS des forages artésiens se situe entre +2 et +16 m ./. TN. Pour les forages ascendants, ce niveau est entre la surface du sol et -10 m ./. TN.

La salinité de l'eau est presque dans tous les cas supérieure à 3 g/l. L'eau appartient toujours à la famille sulfatée-sodique et chlorurée-calcique.

Les forages de Nefflaïet 1 et 2 (N° IRH : 5436/5 et 13.992/5) pour lesquels on possède plus d'une analyse chimique à des dates différentes montrent une diminution de la salinité avec le temps. Cette diminution est de 440 mg/l pour 12 ans dans le cas du forage Nefflaïet 1 (N° 5436/5) et 220 mg/l en un mois pour le forage Nefflaïet 2 (N° IRH : 13.992/5). Cette diminution de salinité s'accompagne d'une baisse de la concentration du Na^+ , Cl^- et SO_4^{--} . On ne peut interpréter cette variation que comme le développement du forage et qui peut varier d'un forage à un autre dans des limites qui sont liées pour chaque forage à son débit spécifique et aux conditions de son captage.

- b) - L'oasis d'el Hamma du Djerid : L'oasis d'el Hamma est connue par l'activité de ses sources avant qu'elle soit le lieu de réalisation des forages profonds.

1- L'eau des sources : La salinité de l'eau des sources d'el Hamma varie entre 2180 mg/l (A. Oum Saad N° IRH : 8854/5) et 5420 mg/l (A. el Mel'ha N° IRH : 1826/5). La famille chimique étant toujours celle où les Ca^{++} l'emportent sur le Mg^{++} et les SO_4^{--} sur les Cl^- et les HCO_3^- .

L'augmentation de la salinité s'accompagne d'une augmentation de la concentration des différents éléments ce qui prouve que c'est l'écoulement de la nappe qui est responsable de cette augmentation de la minéralisation. Certaines de ces sources (A. N'choua et Oum Saad) ont le caractère séléniteux qui est sur le point d'être masqué par le caractère chloruré. Ceci laisse supposer comme le suggère la piézométrie, un écoulement à partir d'el Oudiane mais il se peut aussi que le phénomène de l'inversion de la polarité chimique soit local et provient d'une alimentation d'origine superficielle sur place.

2- L'eau des forages : Comme les sources l'eau des forages d'el Hama montre une diversité variant entre 2060 mg/l (forage el Hama 15, N° IH : 18756/5) et 5240 mg/l (forage el Hama 5, N° 8563/5). Le pompage réalisé sur le forage V montre que la variation de la salinité en fonction du pompage ne croît pas dans un seul sens. Cette hétérogénéité chimique et sa variation anarchique indiquent une stratification chimique de l'eau dans le même aquifère. Cette stratification est perturbée sous l'effet de l'exploitation (sources et forages) et de l'alimentation locale qui mettent en jeu des régimes hydrodynamiques différents faisant appel à un niveau chimique ou à un autre suivant le cas.

Ainsi l'eau de l'oasis d'el Hama, par sa température élevée (42°C), et sa composition chimique qui se reflète au niveau des sources les plus salées et du forage el Hama V se rattache à la famille chimique de l'eau du Continental intercalaire de la région d'el Bahaf. L'existence d'un accident tectonique facilitant cette communication est très plausible sur la bordure de l'anticlinal de Sidi Bou Hellal-Deghoumoss. L'eau des sources et des forages les moins salés (A. N'choua et forage el Hama 15) et dont la salinité est dans la limite de 2 g/l traduit plutôt les caractéristiques chimiques de l'eau de la nappe du C.T. qu'on a rencontré sur le flanc Sud du Draa au niveau de Hazoua, Nefta et Tozeur et dont l'origine est attribuée à l'écoulement de cette nappe à partir de l'Erg oriental et sous le chott Djerid.

Les mélanges d'eau se produisent ainsi sous l'effet de toute perturbation chimique qu'est apportée par l'exploitation. Ces mélanges peuvent être causés aussi par l'effet d'une alimentation locale avec une eau chlorurée qui est entraînée avec l'écoulement de la nappe à partir de la région d'el Oudiane.

c) - Les oasis situées à l'Est d'el Hama : Ces oasis sont Oued Chakrou, Oued Gouifla et Gouifla. Les forages ont une profondeur qui dépasse toujours les 500 m. La pression maximum enregistrée en tête de forage est de 14,60 par rapport au TN. La salinité varie entre 3850 mg/l (Gouifla 3 N° IH :

18647/5) et 6680 mg/l (Oued Gouifla 3, N° IRH : 18.754/5). L'eau de ces forages présente une composition chimique qui permet de la classer dans la même famille chimique que les autres forages du Draa Nord du Djerid mais avec une concentration plus élevée pour tous les éléments. Une telle salinité élevée résulte de l'écoulement d'une eau de la même famille chimique que celle de l'Erg oriental mais avec une dissolution poussée le long de son trajet. L'écoulement de la nappe qui s'effectue du NE vers le SW, dans cette zone, laisse supposer que l'origine de l'écoulement est différent même si la composition chimique fait suggérer une parenté chimique avec l'eau des autres oasis du flanc Nord du Draa Djerid.

IV/ - CONCLUSION ET PROPOSITIONS

L'aspect hydrochimique de l'étude des caractéristiques hydrogéologiques d'une nappe ne peut constituer qu'un stade de connaissance qui suppose déjà résolus certains problèmes comme le sens de l'écoulement, l'origine de l'alimentation, les changements lithologiques de l'aquifère, les relais hydrogéologiques et la communication entre les différents niveaux aquifères dans le cas d'un aquifère multicouche comme c'est le cas de la nappe du C.T. sous le Djerid et la Nefzaoua. Mais dans l'état actuel des connaissances hydrogéologiques de la nappe du C.T. du Djerid plusieurs facteurs font sujet d'hypothèses qui sont plus ou moins vérifiées.

L'hydrochimie du Djerid montre bien la diversité des salinités dans leur variabilité spatiale ou temporaire. Cette constitution de l'aquifère est liée à l'aptitude de cet aquifère d'avoir des échanges hydrochimiques avec d'autres niveaux suivant ses conditions aux limites d'échange (entrées et sorties).

Comme on l'a vu au niveau d'el Oudiane la source potentielle de contamination est liée à la nature et à la disposition de l'aquifère (perméabilité en grand sur les calcaires en affleurements directement en contact avec l'unité marno-gypseuse du Sénonien) et aux conditions de son exploitation (baisse de l'artésianisme et généralisation du pompage).

Le cas de l'oasis d'el Hama est très significatif pour démontrer l'effet de l'exploitation sur la disparition de l'eau la moins salée qui laisse sa place à une eau beaucoup plus salée.

Si le phénomène est moins évident au niveau de Tozeur, Nefta et Hazoua, l'exploitation non rationalisée ne peut que favoriser la perturbation de l'équilibre chimique actuel pour entraîner le déclenchement d'un mécanisme de salinisation irréversible du moment que les sources potentielles se situent dans le même contexte hydro-

géologique (eau salée du chott, eau salée de la nappe phréatique, eau salée du Continental intercalaire et eau salée de la partie Nord de l'anticlinal etc ...).

Tenant compte de ce risque et dans l'esprit de lancer la mise en exécution du schéma directeur des eaux du Sud, il est plus prudent de partir sur une base solide des connaissances hydrogéologiques de la région et plus particulièrement de l'aspect chimique de la question. Cet aspect qui jusqu'à ces dernières années a été négligé ou peu significatif dans le Sud tunisien acquiert, actuellement, une importance primordiale du moment qu'il devient un facteur limitatif de la mise en développement de la région.

On note que la création d'un nombre important de forages, dans la région au cours de ces dernières années est un appoint qui bouche une lacune importante dans la connaissance hydrogéologique de la région.

Comme le montre les annuaires de l'exploitation des nappes profondes du Sud tunisien, la surveillance de la nappe du Djerid a été orientée au cours de ces dernières années vers les débits exhaérés et leur influence sur la piézométrie de la nappe. Il devient impératif d'associer à cette surveillance une surveillance chimique générale qui englobe le maximum de points d'eau et qui fournisse plus que les résidus secs de l'eau.

La complexité hydrogéologique et hydrochimique de la nappe du C.T. au niveau du Djerid nécessite un traitement automatique des données dans la mesure où ce traitement rend-compte de la complexité du problème.

Le tarissement des sources est un bon indicateur sur les changements auxquels est soumise la nappe c'est pourquoi leur surveillance, rattachée jusqu'à maintenant à l'équipe hydrologique de GAFSA, doit être prise en charge par l'équipe hydrogéologique de la région dans l'objectif de palier aux lacunes de jugement et au délaissé qui se reflète au niveau de la périodicité des mesures ces derniers temps.

Une surveillance chimique plus dense, au niveau des forages pompés associée à des essais de pompage de longue durée comme ceux entrepris par YAOUES (H) en 1966-1977 peuvent servir pour préciser la nature des échanges chimiques et leur ampleur dans des zones où ces mécanismes sont déjà déclanchés.

L'aspect chimique du problème de la nappe du Djerid présente des difficultés d'explication et d'interprétation vu la complexité chimique et la stratification de l'eau dans la nappe c'est pourquoi un abord isotopique du problème peut aider dans l'explication de l'origine de l'eau et du taux de sa contribution dans l'exploitation.

Gabès, le 18 Août 1979

A. MAMOU.

A N N E X E S

REMARQUE : L'effort qu'a employé Mr. Moncef M'HARSI pour le rassemblement d'une bonne partie de la documentation annexe à partir de la DRE de GAFSA et de TUNIS ; est bien estimé. Qu'il veuille trouver, ici, mes remerciements.

- 3 -

Tableau III-1-b-1 : Caractéristiques chimiques de l'eau des forages de Nefta

Tableau III-1-b-2 : Caractéristiques chimiques de l'eau des sources de Nefta

Tableau III-1-b-2b : Débit et salinité de Oued Nefta

Tableau III-1-b-3 : Caractéristiques des puits de la corbeille de Nefta

Tableau III-1-c-1 : Caractéristiques chimiques des forages situés entre Tozeur et Nefta

Tableau III-1-c-2 : Caractéristiques chimiques des puits de Gherdgafa

Tableau III-1-d-1 : Caractéristiques chimiques des sources de Tozeur

Tableau III-1-d-2b : Débits et salinités de Oued Tozeur

Tableau III-1-d-2 : Caractéristiques chimiques des puits de surface de Tozeur

Tableau III-1-d-3 : Caractéristiques chimiques des forages de Tozeur

Tableau III-1-e-1 : Caractéristiques chimiques des forages Helba-Castelia-el Koucha et Manchia

Tableau III-1-e-2 : Caractéristiques chimiques des puits de surface de Castelia et Oued el Koucha

a - Oued el Koucha

b - Castelia

Tableau III-1-f-1 : Caractéristiques chimiques des sources d'el Oudiane

Tableau III-1-f-2 : Caractéristiques chimiques de l'eau des forages d'el Oudiane

Tableau III-2-a : Caractéristiques chimiques de l'eau des oasis du flanc Nord du Drâa Djerid situées à l'Ouest d'el Hamma.

Tableau III-2-b-1 :

a- Caractéristiques chimiques des sources d'el Hamma du Djerid

b- Débits et salinités d'Oued el Hamma du Djerid

Tableau III-2-b-2 : Caractéristiques chimiques de l'eau des forages d'el Hamma

Tableau III-2-c : Caractéristiques chimiques des forages situés à l'Est d'el Hamma.

Tableau III-1-b-1 : Caractéristiques chimiques de l'eau des forages de Nefta

Forage	N° IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S	pH
Nefta 1	8262/5	7-4-65	368	165	357	1344	621	162	3040	
		17-9-66	400	165	302	1325	641	168	3000	
		16-3-69	376	209	336	1466	568	174	3260	
		25-6-70	340	179	368	1400	532	168	3340	
Nefta 2	8262b/5	24-7-65	320	102	373	1071	568	168	2620	
		16-3-69	320	136	354	1244	532	114	2900	
		25-6-70	304	155	347	1194	603	162	3060	
Nefta 3	8262t/5	15-9-65	368	185	330	1325	641	162	3000	
		29-9-65	296	131	340	1037	568	162	2580	
Nefta 5	13119/5	26-6-71	240	108	361	889	568	164	2460	
Nefta 4	13443/5	24-12-70	344	114	450	1194	710	164	3120	
Nefta SONET 3	17622/5	4-2-76	392	211	345	1740	490	190	3460	
Nefta 1b	18728/5	12-3-77	400	101	345	1588	500	149	2765	
Nefta Jet	18765/5	20-7-77	288	163	380	1200	696	183	3060	

Tableau III-1-b-2 : Caractéristiques chimiques de l'eau des sources de Nefta

Nom	N° IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
Ghorghaz	8850/5	26-8-66	680	253	566	2225	1065	212	5480	
Sania el Kebira	8852/5	26-8-66	656	277	771	2232	1172	224	5700	
A. Berda	1813/5	11-7-66	400	161	331	1434	550	156	3260	
		1950	302	112	368	1132	532	156	2482	
A. M'harib	1812/5	26-8-66	372	151	317	1363	550	156	3000	
A. Jellala	1811/5	11-7-66	244	119	403	1121	652	166	2940	
A. Ben Ali	162/5	11-7-66	376	119	414	1195	657	174	3000	
		12-7-69	300	155	418	1203	674	144	3180	

A. Laster	1815/5	29-1-66	400	141	327	576	479	150	2200
A. Hajar	1809/5	11-7-67	352	129	408	1178	639	158	2980
		8-9-66	396	141	374	1335	621	168	3040
A. Faouara	1816/5	8-9-66	184	80	218	610	444	84	1620
Oued Nefta		30-12-71	356	138	382	1376	568	170	3360
		10-2-72	380	145	423	1559	568	164	3200
		19-6-72	360	145	425	1433	568	170	3260
		21-4-71	368	148	479	1367	624	164	3220
		20-10-71	384	140	384	1376	603	164	3260
		8-05-76	208	137	340	1080	522	113	3400

Tableau III-1-b-2 bis : Débit et salinité de Oued Nefta

Date	Q (l/s)	R.S.
28 / 11 / 1972	386	
13 / 02 / 1973	362	3,26
15 / 03 / 1973	386	3,34
03 / 05 / 1973	377	3,20
17 / 05 / 1973	339	3,23
07 / 06 / 1973	324	3,32
19 / 06 / 1973	353	3,38
20 / 09 / 1973	327	3,26
05 / 10 / 1973	352	3,28
20 / 10 / 1973	336	3,12
09 / 11 / 1973	332	3,28
03 / 12 / 1973	334	3,30
15 / 02 / 1974	316	3,30
05 / 03 / 1974	299	3,26
18 / 03 / 1974	304	3,30
02 / 04 / 1974	353	3,20
29 / 05 / 1974	370	3,48
11 / 06 / 1974	307	3,24
02 / 07 / 1974	320	3,10
02 / 08 / 1974	318	3,30
19 / 09 / 1974	342	3,28
24 / 10 / 1974	297	3,47
06 / 03 / 1975	314	3,20
26 / 04 / 1975	296	3,46
19 / 06 / 1975	284	3,38
17 / 09 / 1975	307	3,34
02 / 10 / 1975	290	
29 / 01 / 1976	266	
18 / 02 / 1976	259	
08 / 05 / 1976	283	
18 / 09 / 1976	270	
09 / 11 / 1976	262	
24 / 12 / 1976	281	

.../...

Date	Q (l/s)	R.S.
24 / 03 / 1977	235	
13 / 04 / 1977	261	
17 / 05 / 1977	247	
09 / 06 / 1977	234	
01 / 07 / 1977	246	
19 / 08 / 1977	278	
09 / 09 / 1977	240	3,40
30 / 11 / 1977	270	2,70
05 / 12 / 1977	310	2,70
09 / 01 / 1978	275	2,64
17 / 02 / 1978	271	3,12
09 / 03 / 1978	245	3,24
13 / 04 / 1978	245	2,79
08 / 05 / 1978	264	3,24
13 / 06 / 1978	268	3,24
28 / 07 / 1978	260	3,20
02 / 08 / 1978	221	3,20
30 / 10 / 1978	247	-
26 / 04 / 1979	255	
16 / 05 / 1979	282	

Tableau III-1-b-3 : Caractéristiques des puits de la corbeille de Nefta

Nom du puits	N°	N° IRH	Prof. totale	Prof. du MD	Ø	R.S.	Observations
Mohamed Ben Boulifa	1	8594/5	3,25	2,85	1,50	6300	Pris en fin
" " "	2	8595/5	5,75	3,74	1,40	2210	Juin 66
Slah Aneur	3	8596/5	3,15	2,20	0,70	2140	Le puisage se
Abdel Rehile	4	8597/5	3,00	2,20	1,60	2210	fait à l'aide
Ben Abdelhafidh	5	8598/5	3,20	2,50	0,90	5740	de seau pour
Amor Sarout	6	8599/5	3,20	2,50	1,60	3570	la plupart
Hédi Aneur	7	8600/5	3,00	2,60	0,60	-	
Tahar Ben Afchi	8	8601/5	3,80	2,98	2,00	2920	
" " "	9	8602/5	1,35	0,65	1,70	3640	
Saïd Ben Ahmed	10	8603/5	2,24	-	2,10	2640	
Lamine Ben Ahmed	11	8604/5	2,11	-	-	2150	
Hassen Ben Laïfa	12	8605/5	2,11	1,11	1,59	2200	
Zohra Ben Laïfa	13	8606/5	1,70	1,52	1,94	2150	
Ali Ben Aïssa	14	8607/5	3,40	2,40	1,69	3200	
Aneur N'Zahla	15	8608/5	3,90	3,20	0,50	5940	
" " "	16	8609/5	2,09	1,53	1,20	3560	
Larbi Acouididi	17	8610/5	3,10	2,60	1,60	5220	
Tafab Acouididi	18	8611/5	3,50	3,00	0,70	3280	
Brahim Acouididi	19	8612/5	2,10	1,66	0,90	2840	
Amor Ben Abdallah	20	8613/5	3,75	2,96	1,50	2960	
" " "	21	8614/5	4,05	3,42	1,45	2780	
Lakhdar Bezzeine	22	8615/5	4,43	3,67	1,72	3360	
Mohamed Et Tafesh	23	8616/5	1,43	0,54	1,83	3220	
" " "	24	8617/5	1,03	1,99	2,14	3380	
Zine el Abidine	25	8618/5	4,65	3,20	1,23	5860	.../...

Zine el Abidine	26	8619/5	2,28	1,73	1,40	3560
Ouled el Hadj Ali	27	8620/5	4,70	4,46	1,70	3480
Ouled Es Sahbi	29	8622/5	3,85	2,65	1,63	4620
Mohamed Ben Ezzine Nouri	30	8623/5	3,35	2,25	1,95	3500
Laroussi Labidi	32	8625/5	3,32	2,68	1,60	
Zine el Abidine	33	8626/5	2,42	1,83	1,50	
Ben Laifa	34	8627/5	1,78	1,16	1,20	
Ahmed Bezza	35	8628/5	3,70	3,28	0,80	2580
El Hédi Ben Amour	36	8629/5	3,35	2,25	1,95	4700
Ben El Abadi	37	8630/5	2,03	1,24	0,80	3680
Mohamed Achour	39	8632/5	3,68	3,20	1,85	
Mohamed Zarzour	40	8633/5	2,68	-	1,63	
Mohamed Sarsout	41	8634/5	4,36	2,68	1,95	2580
A. Aneur	42	8635/5	3,52	2,65	1,80	
H. Aneur	43	8636/5	3,08	1,54	1,63	4700
A. Aneur	44	8637/5	3,24	1,62	1,90	
B. Ben Hamida	46	8639/5	1,32	1,18	1,55	
B. Ezzine	47	8640/5	1,90	1,60	1,50	3020
B. Ben Hamida	48	8641/5	1,35	1,05	2,00	3820
A. B. Jalleh	49	8642/5	2,06	1,62	1,70	
Ben Sahli	52	8645/5	2,50	1,20	1,70	3960
Ali Ben Amor	53	8646/5	2,29	1,55	1,60	
El Aroussi Najjar	54	8647/5	3,30	2,78	1,85	7040
Cheikh Sadok	55	8648/5	2,27	1,58	1,48	
Aroussi Najjar	56	8649/5	3,25	2,50	2,00	
Cheikh Khraïef	57	8650/5	3,29	2,38	0,88	
Lamine el Miet	58	8651/5	-	-	-	
Mohamed Ben Kabch	59	8652/5	6,29	5,85	1,96	
Kamel el Kabch	60	8653/5	4,35	3,70	1,85	3440
Cheikh Sadok	61	8654/5	2,65	2,25	1,86	
Sadok Ben Mahmoud	62	8655/5	4,17	3,45	2,50	3380
Mohamed Khazen	63	8656/5	4,95	4,60	1,95	7380
Abdelmajid Khazen	64	8657/5	4,45	4,09	1,95	
Lazhar Khazen	65	8658/5	4,85	4,05	2,20	
Belgacem Ben Tahar	66	8659/5	3,25	2,73	1,70	
Mohamed Aroussi Krif	67	8660/5	3,70	2,96	2,18	
" " "	68	8661/5	3,78	3,19	2,06	
" " "	69	8662/5	4,29	3,61	1,70	
Mohamed Bou Lifa	70	8663/5	4,18	3,69	2,02	2640
" " "	71	8664/5	1,92	1,40	1,70	
Brahim Bou Guerra	72	8665/5	3,02	2,28	1,62	
H'med Grem	73	8666/5	-	-	-	
Mustapha Khraïef	74	8667/5	3,37	2,72	1,90	
Hassen Khraïef	75	8668/5	4,00	2,55	1,70	
" "	77	8670/5	2,26	1,98	1,30	

Tableau III-1-c-1 : Caractéristiques chimiques des forages situés entre Tozeur et Nefta

Nom	N° IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
Gherdgafa 1	5487/5	23-5-49 30-3-50	240 238	107 82	374 391	761 733	561 639	170 156	2140 2180	7,2 7,1
Gherdgafa 2	5660/5	6-4-51	236	80	391	791	568	198	2220	7,1
Zaafra	9959/5	11-10-68	236	79	370	739	564	106	2110	7,7
Gherdgafa PK 13	13116/5	7-6-71 28-6-71	216 200	86 96	377 361	749 708	586 668	162 158	2200 2200	8,0 8,2
Gherdgafa 4	13346/5	15-8-70	232	82	446	824	568	158	2340	-
El Moncef 3	14137/5	10-12-72	192	88	386	815	497	152	2260	-
El Moncef 4	14394/5	13-12-72							2300	-
Merahel Ouara	15509/5	20-3-74	224	87	363	742	497	170	2260	8,15
El Mekmen	16732/5	27-1-75	212	98	377	898	568	170	2300	8,3
El Akhdar	14628/5	24-7-73	236	88	377	749	568	164	2320	8,2

Tableau III-1-c-2 : Caractéristiques chimiques des puits de Gherdgafa

Nom du puits	N°	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	CO3	dH	R.S.	pH
Ali Ghnaem	144	604	92	511	1656	852	53	189	3920	
Puits d'état	115	272	97	391	849	557	81	107	2500	
Ali B. Saïd	116	272	97	449	849	746	96	108	2560	
Nasr Old Haj	117	400	156	667	1244	207	80	164	3920	
Mabrouk Ben Mohamed	118	276	83	403	857	639	95	103	2440	
Houidi	119	25	88	431	832	6132	90	100	2500	
Ltaief Bag- dadi	120	252	90	359	832	5.68	75	100	2240	

Ahmed Krouz 121 256 85 397 849 621 77 99 2300

Tableau III-1-d-1 : Caractéristiques chimiques des sources de Tozeur

Nom	N° IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.
A. Zentef	130/5	3-9-67	236	100	311	832	568	148	2180
		3-12-30	208	95	313	732	524	162	1966
		24-5-33	243	105	348	814	594	150	2180
A. Hamida	1744/5	11-7-69	232	148	374	1071	497	162	2740
		3-9-69	300	131	299	1129	515	156	2600
A. Bouida	1801/5	3-9-67	344	119	366	1162	639	156	2840
		11-7-69	256	131	448	1030	568	150	2600
A. Gazel	1802/5	3-9-67	312	148	305	1178	568	154	2620
A. Kaabi	1803/5	3-9-67	192	83	305	1197	709	160	1980
		11-7-69	160	102	391	782	497	162	2140
A. Smara	1804/5	3-9-67	180	92	293	684	462	156	1860
A. Sbaarous	1805/5	3-9-67	272	139	259	1055	462	156	2380
A. Hammam	1806/5	3-9-67	248	117	285	923	462	156	2200
		11-7-69	190	142	354	955	461	142	2400
A. Souani	1807/5	3-9-67							1820
A. Hafir	1808/5	11-9-67	168	83	317	651	604	150	2080
A. Kobira	3109/5	3-9-67	200	85	279	692	462	160	1820
Oued Tozeur		30-12-71	228	118	355	980	532	152	2420
		18-02-72	256	121	404	1030	497	158	2460
		19-06-72	239	116	391	1021	532	158	2480
		22-04-72	244	118	354	1005	532	152	2440
		20-10-72	248	124	356	1046	532	152	2500
		05-07-73	196	118	407	889	532	97	2380
		16-07-73	212	114	372	938	532	115	2380
		08-05-76	380	172	412	1536	532	122	3400

Tableau III-1-d-2b : Débits et salinités de Oued Tozeur

Date	Q (l/s)	R.S.
26 / 11 / 1972	453	2,76
13 / 02 / 1973	478	2,760
15 / 03 / 1973	460	2,320
03 / 05 / 1973	440	2,340
15 / 05 / 1973	457	2,480
07 / 06 / 1973	449	2,340
19 / 06 / 1973	404	2,400
05 / 07 / 1973	433	2,380
16 / 07 / 1973	447	2,380
07 / 08 / 1973	468	2,340
20 / 08 / 1973	464	2,360
20 / 09 / 1973	436	2,360
05 / 10 / 1973	449	2,400
20 / 10 / 1973	455	2,280
09 / 11 / 1973	464	2,630
03 / 12 / 1973	446	2,380
15 / 02 / 1974	436	2,360
05 / 03 / 1974	416	2,440
18 / 03 / 1974	396	2,420
02 / 04 / 1974	477	2,600
29 / 05 / 1974	449	2,480
12 / 06 / 1974	422	2,380
02 / 07 / 1974	430	2,350
07 / 08 / 1974	464	2,460
19 / 09 / 1974	434	2,580
24 / 10 / 1974	416	2,600
06 / 03 / 1975	421	2,360
26 / 04 / 1975	432	2,480
06 / 05 / 1975	412	2,620
19 / 06 / 1975	391	2,540
19 / 07 / 1975	383	2,540
02 / 10 / 1975	393	
23 / 12 / 1975	393	
29 / 01 / 1976	403	
18 / 02 / 1976	372	
18 / 09 / 1976	390	
09 / 11 / 1976	381	
24 / 12 / 1976	376	
24 / 03 / 1977	369	
13 / 04 / 1977	341	
17 / 05 / 1977	346	
09 / 06 / 1977	315	
01 / 07 / 1977	358	
19 / 08 / 1977	370	
09 / 09 / 1977	341	2,520
28 / 10 / 1977	258	2,100
30 / 11 / 1977	320	2,200
05 / 12 / 1977	320	2,100
09 / 01 / 1978	322	2,480
17 / 02 / 1978	323	2,560
09 / 03 / 1978	316	3,240
13 / 04 / 1978	304	2,250
08 / 05 / 1978	325	2,400
13 / 06 / 1978	322	2,360
28 / 07 / 1978	307	2,600
02 / 08 / 1978	301	2,700

Tableau III-1-d-2 : Caractéristiques chimiques des puits de surface de Tozeur

Nom	N°	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	Dh	R.S.
Hassen Skour	122	680	418	1639	3247	2485	181	342	7100
Abdelaziz Ben Abdallah	123	736	32	1093	2439	1988	123	316	7160
Hassen B. Haffa	124	728	302	1121	2439	1917	134	306	7120
Bou Zafane	125	736	277	1035	2282	1846	126	298	6660

Tableau III-1-d-3 : Caractéristiques chimiques des forages de Tozeur

Nom	N°IRH/5	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
PZ Tozeur	12319/5	25-9-69	400	130	354	1402	603	132	2980	8,0
Tozeur 2	8405/5	19-1-66	180 140 120	90 116 78	276 299 276	276 461 462	462 667 610	172 144 150	1780 2000 1680	8,0 - 8,0
Tozeur 3	12668/5	6-7-70	184	82	338	691	532	156	1980	7,9
Tozeur SONEDE	14001/5	23-1-74 24-11-74	180 200	108 62	262 301	677 692	462 390	156 134	1800 1960	7,3 7,8
O.Tozeur 6	15510/5	19-2-74	200	62	301	692	390	134	1960	7,8
O.Tozeur 7	16721/5	19-7-74	188	80	319	741	461	158	1980	7,7
O.Tozeur 5	18650/5	29-9-76	168	115	299	840	369	137	1960	8,0
O.Tozeur 8	17679/5	21-7-76	160	101	329	672	603	125	2100	8,1
O.Tozeur 4	18791/5	18-5-78	168	110	380	640	670	156	2320	7,8

Tableau III-1-a-1 : Caractéristiques chimiques des forages Helba-Castelia - el Koucha et Menchia

Nom	N° IRH /5	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	PH
Helba 1	77	24-5-32	190	92	268	654	418	150	1690	7,2
Menchia 1	79	16-7-32	116	53	287	459	377	180	1390	-
		24-1-46	101	51	345	474	426	150	1460	8,1
		24-4-48	123	60	293	466	399	156	1490	7,3
		22-2-67	176	83	202	480	391	132	1500	7,2
		27-12-73	-	-	-	-	-	-	1420	
Castelia 1	80	3-3-33	171	84	283	571	447	144	1640	
		7-4-46	176	83	276	573	446	142	1730	8,0
		7-12-46	173	80	299	618	443	140	1830	7,9
		24-4-48	182	91	264	632	444	140	1730	7,1
		26-8-48	196	96	282	612	444	164	1750	7,2
		6-3-53	166	84	253	589	426	138	1640	7,4
Castelia 2	80b	6-3-53	172	84	276	593	461	138	1660	7,4
Helba 2	5262	1950	183	87	402	635	604	172	2020	6,9
		26-9-77	183	77	402	635	604	144	2200	4
Tozeur Gare	5289	13-3-48	199	86	288	686	444	144	1700	-
El Koucha	8723	1966	456	262	1297	1669	1810	156	6180 ?	-
Menchia 2	8982	25-8-67	136	63	345	603	642	144	1700	
		22-3-72	140	80	248	461	426	134	1560	8,4
		27-12-73							1680	
Helba 4	14138	27-11-72	168	62	287	634	390	140	1920	8,1
		15-12-72	168	72	294	659	451	130	1980	-
		" "	152	68	316	785	397	134	2020	-
Castelia 3	14366	3-12-72	156	76	338	601	497	134	1920	8,2
		15-12-72	152	68	340	650	461	134	1900	-
		" "	160	80	319	708	390	146	1980	-
Oued Kebar	14621	3-5-73	112	52	351	510	426	134	1560	8,5

Ben Chaouch	16558	38-12-1973	156	79	407	618	532	140	1960	7,7
G. S. P. S.	16707	Av.75	140	80	356	585	532	152	1860	-

Tableau III-1-e-2 : Caractéristiques chimiques des puits de surface de Castelia et Oued el Koucha

a - Oued el Koucha

Nom du puits	N°	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	dH	R.S.
Puits de l'état	152	220	15	553	634	888	17		2380
Puits de l'état	153	256	19	586	519	923	118		2320
Puits de l'état	154	208	29	475	816	614	15	64	2420

b - Castelia

Nom du puits	N°	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	dH	R.S.
Puits Ali Ben Chbouki	146	704	199	697	2291	1065	116	178	5480
Puits Mohamed B. Makhlouf	147	312	87	599	1022	817	141	118	3080
Puits Hmad el Harath	148	680	185	598	2357	941	132	246	5080
Puits Hmad Ben Salem	149	656	399	1377	3139	223	53	328	9240
Puits Hmad Ben Salem	150	688	306	1610	2859	2313	96	298	8400
Puits Kasani Aouini	151	-	-	-	-	-	-	-	6250

Tableau III-1-f-1 : Caractéristiques chimiques des sources d'el Oudiane

Nom	N°IRH /5	date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
A. Menchia	185	20-11-37	202	43	297	479	645	82	1860	-
		10-11-46	138	73	529	968	781	126	2078	-
		6-09-66	156	66	426	502	675	144	2060	-
A. Djedida	-	6-09-66	154	58	426	502	839	180	1940	-
A. GeFa ou Gerry	1797	20-11-37	103	52	349	482	432	168	1570	
		6-09-66	140	63	437	560	639	101	1980	
A. Mabrouka	1796	20-11-37	174	54	338	535	512	144	1690	-
		6-09-66	228	117	759	1055	1085	282	3640	-
A. Barrania	1795	20-11-37	150	62	451	675	501	156	1930	7,7
		6-09-66	120	73	366	470	533	168	1560	-
A. Blidjani	1794	20-11-37	146	52	363	489	538	156	1675	7,4
		6-09-66	148	71	322	610	497	144	1760	
A. Gria	1793	20-11-37	150	64	365	568	475	204	1730	7,0
		6-09-66	136	41	382	470	604	144	1820	-
A. Guedila	1792	20-11-37	161	64	285	522	420	174	1550	7,0
		6-09-66	148	69	274	544	426	154	1600	-
A. Torta	1791	20-11-37	151	62	287	582	375	194	1550	7,2
		6-09-66	(source tarie)							
A. Djedid R'ia	1790	6-09-66	160	75	221	503	426	144	1560	-
A. Ras el Bir	1789	20-11-37	179	77	263	585	395	186	1595	7,2
		6-9-66	180	88	251	602	426	108	1700	-

A. Mamrouta	1788	20-11-37	174	75	266	505	405	123	1555	7,1
		6-09-66	192	92	255	625	462	168	1800	-
A. Medina	1787	20-11-37	157	65	330	526	560	156	1730	7,3
		6-09-66	164	71	345	577	586	160	1860	-
A. Djedida	1786	20-11-37	146	75	307	527	498	150	1630	7,4
		6-09-66	160	71	228	519	426	136	1540	-
A. Ksora	1785	20-11-37	178	75	245	521	420	174	1538	7,1
		6-09-66	164	75	239	560	426	126	1600	-
A. Mzarra	1784	20-11-37	161	80	266	543	445	150	1575	7,5
		6-09-66	168	78	239	544	462	138	1660	-
A. Fenèche	1783	20-11-37	170	81	242	523	435	138	1520	7,5
		6-09-66	172	78	139	536	462	130	1640	-
A. Seghira	1782	20-11-37	169	69	285	530	490	156	1635	7,7
		3-04-47	273	92	529	593	994	132	2560	7,8
		6-09-66	152	71	301	536	515	134	1780	-
A. Karmouss	1781	20-11-37	181	89	228	560	448	144	1585	6,9
		7-09-66	184	83	228	536	444	156	1660	-
A. Hamadi	1780	20-11-37	192	83	221	578	420	162	1585	7,4
		6-09-66	(s o u r c e t a r i e)							-
A. Harrafa	1779	20-11-37	154	76	229	560	390	132	1490	7,7
		7-09-66	176	83	242	519	444	156	1700	-
A. Djedida	1778	20-11-37	172	80	311	548	535	156	1739	7,2
		28-01-58	176	86	308	528	686	184	1960	7,2
		7-09-66	184	83	339	552	639	174	1980	-
A. Jmfa	237	8-05-34	178	88	212	527	380	123	1520	7,7
		8-01-58	172	83	220	509	461	132	1740	-
		7-09-66	188	85	230	544	426	154	1640	-
A. Seghira	258	17-05-34	190	90	332	548	570	198	1840	-
		7-09-66	180	85	328	527	604	144	1920	-
A. Jar Zaouche	1777	20-11-37	184	82	240	576	430	168	1605	7,4
		7-09-66	172	83	221	527	426	144	1540	-

A. Hammam	254	16-05-34	205	93	296	559	550	174	1800	7,6
		16-01-58	164	85	288	451	532	146	1720	-
		7-09-66	188	85	322	560	604	160	1920	-
A. Ouled Majed	250	16-05-34	170	81	234	564	420	102	1532	7,4
		15-01-58	196	95	240	538	479	174	1880	7,9
		7-09-66	168	80	221	544	391	132	1500	-
Mohamed Ben Thabet	236	8-05-34	196	38	324	543	450	150	1650	7,8
		7-09-66	176	80	293	560	568	142	1800	-
		15-01-58	176	85	268	547	515	150	1820	7,4
A. Cheikh Ahmed	256	17-05-34	182	82	226	526	420	168	1540	7,5
		15-01-58	168	88	200	515	444	140	1740	7,9
		7-09-66	180	85	221	577	426	150	1580	-
A. Seguifa	129	21-11-30	195	86	226	558	424	174	1400	-
		7-09-66	180	80	221	536	426	174	1560	-
A. Montasir	153	14-11-33	185	62	288	585	430	150	1630	7,3
		10-01-58	170	90	218	557	426	150	1700	7,6
A. Tafrina	128	7-09-66	172	83	213	536	444	148	1580	-
A. Marzouk	151	14-11-33	199	112	292	597	480	156	1850	7,2
		17-01-58	260	126	568	1027	532	170	2600	7,4
A. Sabaa Biar	3182	20-01-37	-	-	-	-	-	-	2850	-
		5-12-46	252	110	657	684	1207	150	2980	7,1
		16-01-50	-	-	-	-	-	-	3260	-
		7-09-66	296	112	748	700	1456	144	3460	7,1
		14-2-69	272	117	615	634	1278	156	3070	-
		13-05-69	-	-	-	-	-	-	4240	-
		Oct. 72	-	-	-	-	-	-	3300	-
A. Es Siha	252	16-05-34	225	101	312	568	674	150	1970	7,6
		14-02-69	216	122	295	710	603	156	2000	7,4
		7-09-66	224	105	301	700	604	160	2040	-
A. El Ghor	235	14-02-69	184	97	287	538	568	142	1800	-
A. El Hammam	257	16-05-34	-	-	-	-	-	-	4270	-
		7-09-66	180	78	221	486	444	180	1540	-
		17-05-69	-	-	-	-	-	-	1800	-
		Oct. 72	-	-	-	-	-	-	3900	-

A. Ben Zaoua	238	8-5-33	714	213	1138	951	1138	1180	6060	7,8
		9-1-50	528	92	368	1325	694	86	3360	7,0
		17-9-66	624	229	2702	1070	3639	162	8080	-
		14-2-69	352	156	825	979	1597	144	4210	7,4
A. Kerma Sbehia	253	16-5-34	288	115	582	655	1170	174	2920	7,8
		7-9-66	216	88	373	577	746	168	2240	-
		14-2-69	192	97	350	557	657	150	2150	7,3
		Oct. 72	-	-	-	-	-	-	3500	-
A. Asfour	1776	20-11-37	250	102	399	801	780	-	2340	7,2
		7-9-66	224	104	414	585	888	136	2440	-
		14-2-69	208	122	375	499	852	144	2390	7,35
A. El Afoun	1775	20-11-37	275	108	493	622	1030	174	2630	7,3
		7-9-66	240	107	455	585	959	146	2600	-
		14-2-69	232	117	390	576	887	144	2510	7,3
A. Menadi	1774	20-11-37	254	102	456	605	930	162	2340	7,2
		7-9-66	240	97	460	569	889	144	2400	-
		14-2-69	164	88	220	403	525	178	1500	7,4
A. Meknassy	3183	7-9-66	224	97	442	593	923	142	2500	-
		14-2-69	192	97	345	557	874	138	2110	7,5
A. Ezebaïa	1772	20-11-37	267	122	628	650	1210	192	2996	7,2
		7-9-66	192	58	230	494	462	166	1540	-
A. Es Souani	1771	20-2-38	216	81	333	544	630	162	1910	7,1
		7-9-66	172	85	313	519	568	150	1800	-
A. Hellal	1770	20-2-38	361	121	801	649	1715	162	3750	7,1
		7-9-66	220	105	485	569	994	148	1600	-
A. El Kadi	1769	20-2-38	166	78	291	495	580	138	1690	7,4
		7-9-66	172	85	331	503	568	138	1840	-

A. Brajet	1768	20-2-38 8-9-66	176 216	79 88	744 872	538 544	1240 923	180 150	2840 2460	7,2 -
A. Bebeche	1767	2-4-47 20-2-38 8-9-66	196 164 168	65 78 78	264 350 345	524 506 511	497 570 604	176 144 144	1720 1760 1880	7,4 7,0 -
A. Fessil	1766	20-2-38 8-9-66	231 220	102 95	493 420	569 527	1025 852	140 148	2490 2420	7,4 -
A. Bou Ali	1765	2-4-47 20-2-38 7-9-66	316 182 240	116 81 97	759 339 580	658 533 602	1491 630 1100	144 144 160	3390 1847 2880	6,8 7,1 -
A. El Oued	1764	2-4-47 20-2-38 8-9-66	567 243 195	89 101 90	621 537 420	1438 583 544	1207 1100 781	102 140 144	4052 2654 2160	7,1 7,2 -
A. Debouta	1763	8-9-66	168	146	339	511	604	148	1860	-
A. Zaouia	1762	20-2-38 8-9-66	179 196	78 85	414 442	538 529	720 852	146 150	2000 2260	7,0 -
A. Sidi Ali	1761	20-2-38 8-9-66	231 229	91 88	572 501	580 569	1040 888	174 172	2635 2540	7,2 -
A. Metlasga	1760	20-2-38 8-6-66	396 336	145 77	1234 949	770 700	1234 1846	150 172	5030 4320	7,3 -
A. Melah	1759	16-5-34 20-2-38 16-1-58 8-9-66 Oct. 72	 340 - 352 -	 126 - 136 -	 911 - 949 -	 667 - 651 -	 1810 - 1953 -	 150 - 156 -	6030 3980 3360 4440 7300	 7,5 - -
A. Kriz	1758	20-2-38 8-9-66	188 180	82 73	462 408	492 486	810 781	144 132	2116 2100	7,2 -
A. Hadid	1756	20-2-38 8-9-66	196 208	87 83	511 511	554 585	940 923	122 166	2355 2440	7,6 -
A. Hamrafa	1755	20-2-38	158	81	503	517	900	66	2167	7,7

A.Tazarit	1754	2-4-47	189	94	506	522	888	156	2264	7,0
		20-2-38	183	77	531	523	870	162	2268	7,4
		8-9-66	224	60	495	557	799	156	2380	-

Tableau III-1-f-2 : Caractéristiques chimiques de l'eau des forages d'el Oudiane

Nom	N° IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
Ouled Majed	78	27-11-58	164	83	215	480	426	144	1500	-
		6-8-66							1540	
		27-12-73							1680	
Kriz 1	9340	30-9-67	496	126	1582	1073	2698	98	6540	-
		16-10-67	608	222	1989	826	3905	164	7760	-
		2-3-68	464	173	1564	939	3017	180	6320	8,4
Z.El Arab 1	9455	9-1-69	164	74	217	446	426	156	1500	-
Z.El Arab 3	9455T	10-1-69	163	78	217	446	426	156	1500	7,7
		1973	-	-	-	-	-	-	1640	-
Sabua Biar 1	9456	10-2-68	176	50	885	662	1065	222	2660	-
		22-5-68	188	84	524	47	994	78	2340	8,0
		4-4-69	244	126	826	725	1313	144	3480	-
		26-6-69	164	77	244	528	469	150	1600	7,8
Sabaa Biar 2	9486b	22-6-69	164	77	244	528	469	150	1600	7,8
Kriz 2	9627	21-8-68	416	91	1081	845	2009	132	4600	7,8
		3-9-68	656	173	1656	451	3869	156	7200	8,3
		20-10-68	752	365	2668	1271	5126	182	10440	-
		1-12-68	-	-	-	-	-	-	10000	-
Seddada 3	10192	13-1-69	180	74	375	410	710	152	1940	-
		27-1-69	232	102	375	334	941	144	2300	7,5
		1-2-69	192	127	1750	815	3072	156	6000	6,9
		27-6-70	168	119	476	516	923	138	2800	-
		22-3-72	300	133	853	673	1582	134	3960	-
		27-12-1973	-	-	-	-	-	-	4180	-

Kriz 3	10452	21-3-69	228	79	474	518	905	138	2300	-
		27-6-70	328	165	959	766	1810	134	4560	-
		22-3-72	320	133	966	741	1739	128	4340	8,2
		27-12-1973	-	-	-	-	-	-	4160	-
Dégache 2	10453	28-5-69	184	70	212	451	444	134	1480	-
		26-8-69	170	66	258	470	515	138	1580	8,6
		30-6-70	144	104	253	486	461	138	1900	-
		1973	-	-	-	-	-	-	1680	-
Dégache 2b	10453b	26-8-69	170	66	258	470	515	138	1580	-
O.Deghoumess	13990	17-6-72	180	158	1097	659	1490	140	3740	8,2
Deghoumess 2	13991	18-6-72	240	97	1170	639	1704	164	4160	7,2
		Juin 72	180	158	1097	659	1490	140	3740	-
		" "	220	95	1115	774	1526	152	3920	-
		27-12-73	-	-	-	-	-	-	4060	-
Déga e SONEDE	14000	24-1-74	120	57	250	436	355	134	1460	8,0
Ouled Majed2	14387	Fev. 73	172	96	761	692	1065	140	3000	-
Seddada 6	14626	16-7-74	160	72	368	593	603	128	2000	7,8
Tazrarit	18660	21-11-77	320	182	1600	971	2449	137	5880	7,7
A.Torba 1bis	18725									
Deghoumess 3	18726	20-8-77	148	84	402	480	710	152	2140	7,9
Ouled Majed3	18789	31-3-77	168	96	230	510	428	152	1680	

Tableau III-2-a : Caractéristiques chimiques de l'eau des Oasis du flanc Nord du Drâa Djerid situées à l'Ouest d'el Hamma.

Nom	N°IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S	pH
Neflaïet	5436	23-05-49	404	160	658	1339	1123	164	3866	7,0
		17-02-49	413	164	690	1360	1136	164	4080	7,1
		11-09-52	389	151	621	1153	994	170	3080	7,4
		20-02-61	400	146	450	1056	852	168	3640	7,2
El Louah	6267	23-04-54	357	119	391	1166	603	206	2960	6,8
Neflaïet 2	13992	26-07-72	272	160	575	1260	745	176	3540	8,3
		28-07-72	340	121	577	1343	745	174	3320	-
Neflaïet 2b	18766	09-07-77	272	163	331	1049	568	146	2940	7,9

Tableau III-2-b-1- a - : Caractéristiques chimiques des sources d'el Hamma du Djerid

Nom	N°IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
A.N'choua	831	4-9-66	192	88	382	684	639	142	2200	-
A. Melha	1826	4-9-66	472	224	920	1821	1491	180	5420	-
A.Thamania	5226	4-9-66	456	168	557	1483	994	166	4000	-
A. Mabrouka	1820	4-9-66	472	180	639	1508	1136	284	4440	-
A. Sadok Bel Hadj	5225	4-9-66	496	214	879	1895	1420	132	5240	-
A.Oum Saad	8854	3-9-66	220	90	359	733	639	130	2180	-
A. Sidi Mansour	8853	5-9-66	328	124	431	1079	710	183	3020	-
A. Hambal	1837	4-9-66	328	129	405	1086	639	162	2880	-
A. Oualem	1839	4-9-66	316	119	439	1112	675	156	2860	-

A. Chelikh	1844	4-9-66	300	119	449	1079	72	118	2820
Source de la gallerie	124	4-9-66	432	170	556	1631	994	164	4000
A. Od Matara	1838	4-9-66	284	109	397	925	639	142	2500
A. Sidi Othman	1849	4-9-66	308	131	485	1154	728	138	2980

b - Débits et salinités de Oued el Hamma Djerid

Date	Q (l/s)	RS (g/l)
28 / 11 / 72	137	-
18 / 02 / 73	104	-
13 / 03 / 73	101	4,040
03 / 05 / 73	111	4,040
17 / 05 / 73	102	4,120
07 / 06 / 73	111	4,060
19 / 06 / 73	104	4,160
03 / 07 / 73	101	4,350
16 / 07 / 73	103	4,280
07 / 08 / 73	111	4,060
20 / 09 / 73	106	4,080
05 / 10 / 73	112	-
20 / 10 / 73	108	3,940
09 / 11 / 73	94	4,160
03 / 12 / 73	100	4,140
15 / 02 / 74	113	4,060
05 / 03 / 74	120	4,100
18 / 03 / 74	106	4,080
02 / 04 / 74	52	4,300
29 / 05 / 74	99	4,240
12 / 06 / 74	112	4,060
02 / 07 / 74	109	4,130
07 / 08 / 74	100	4,040
19 / 09 / 74	129	4,000
24 / 10 / 74	118	4,020
06 / 03 / 75	108	3,940
20 / 04 / 75	114	4,240
06 / 05 / 75	107	4,340
19 / 06 / 75	104	4,060
17 / 09 / 75	106	4,000
02 / 10 / 75	97	
23 / 12 / 75	85	
29 / 01 / 76	97	
10 / 02 / 76	107	
18 / 09 / 76	157	
09 / 11 / 76	104	
24 / 12 / 76	86	
24 / 03 / 77	136	
17 / 05 / 77	82	
09 / 06 / 77	81	

Tableau III-2-b-2 : Caractéristiques chimiques de l'eau des forages d'el Hamma

Nom	N°IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
El Hamma 6b	18800	13-3-76	276	148	495	1152	703	177	2980	7,4
El Hamma 15	18786	Mai 78	176	86	301	624	493	149	2060	8,1
El Hamma 5	8563	14-12-66	488	209	785	1709	1349	156	5180	
		15-12-66	488	209	805	1709	1349	150	5140	
		17-12-66	488	209	795	1757	1349	150	5120	
		18-12-66	488	204	795	1690	1349	156	5040	
		19-12-66	488	209	795	1709	1349	150	5120	
		20-12-66	488	209	795	1757	1349	150	5220	
		23-12-66	488	209	815	1805	1349	156	5280	
		24-12-66	483	209	795	1709	1349	156	5260	
		25-12-66	488	209	785	1709	1349	150	5200	
		26-12-66	496	199	785	1594	1405	156	5240	
		27-12-66	496	199	815	1738	1349	160	5340	
		28-12-66	496	199	765	1498	1349	150	5260	
		29-12-66	496	195	775	1670	1314	150	5120	
		30-12-66	488	204	765	1590	1349	156	5140	
		31-12-66	488	199	765	1527	1405	150	5180	
		01-01-67	496	199	805	1738	1349	156	5240	
El Hamma 1	522	Juil. 47	539	261	828	1829	1491	156	5160	7,2
		17-12-51	544	232	989	1914	1739	260	5680	7,2
El Hamma 4	6922	13-5-59	396	163	497	1478	745	156	3600	7,3
El Horchani	8388	18-4-67	760	345	1869	1928	2905	230	9 160	7,0

El Hamma 6	8564	2-12-67	520	219	1000	1776	1733	156	5420	7,6
El Hamma 8	8838	13-5-67	428	158	483	1499	852	164	3640	8,0

Tableau III-2-c : Caractéristiques chimiques des forages situés à l'Est d'el Hamma.

Nom	N°IRH	Date	Ca	Mg	Na	SO4	Cl	HCO3	R.S.	pH
Oued Chakmou 2	5776	30-1-52	541	269	1265	2027	1255	170	6138	6,9
		26-2-59	536	268	1081	1994	1846	162	6140	6,9
		19-2-67	520	292	940	1440	1864	170	5560	7,2
Gouifla 1	6103	18-11-53	513	199	575	1821	887	168	4220	6,8
		19-02-67	480	231	500	1680	823	138	4200	7,2
Od Gouifla	17606	5-09-75	488	259	948	2070	1668	113	6240	8,1
Gouifla 3	18647	8-03-77	480	249	603	1948	887	140	3850	7,7
Chakmou 3	18848	19-02-77	488	893	1056	2100	1775	137	5600	7,7
Od Gouifla2	18753	9-09-77	518	959	1268	2049	1864	163	6478	-
Oued Gouifla 3	18754	Fevr. 78	508	273	294	2547	-	-	668	8,2
Oued Gouifla 4	18807	20-6-78	498	205	1233	2055	1810	159	6566	-

FIN

45

VUES