



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département des Sciences de la Terre



**Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Option : Hydrosystèmes et Ressources en Eau ( HRE )**

**Qualité et évolution piézométrique des eaux souterraines  
de la plaine de Ghriss (Wilaya de Mascara)**

Présenté et soutenu publiquement par :

HAMMOUDI Mohammed Rafik

Devant le jury composé de :

|                      |     |            |                      |
|----------------------|-----|------------|----------------------|
| Mme BAKHTI Amal      | MCB | Présidente | Université d'Oran 2  |
| Mme GUENOUNE Kamilia | MAA | Encadreur  | Université d'Oran 2  |
| Mr BERGANE Cheikh    | MCB | Examineur  | Université de l'USTO |

Année universitaire :2024-2025

**Résumé :**

Ce travail porte sur l'étude de la qualité et de l'évolution piézométrique des eaux souterraines de la plaine de Ghriss, située dans la wilaya de Mascara, en Algérie. Cette plaine constitue une zone stratégique du point de vue agricole et hydrique, car elle repose sur plusieurs nappes, principalement Plio-quaternaires, jurassiques, intensément exploitées pour l'irrigation, l'alimentation en eau potable et les besoins industriels.

L'étude piézométrique réalisée sur une période de plusieurs années met en évidence un rabattement progressif et alarmant du niveau des nappes, conséquence directe de la surexploitation, de la réduction des apports naturels et du manque de gestion durable. Des zones entières présentent des baisses de niveau supérieures à 50 m, mettant en péril la durabilité de la ressource.

Du point de vue qualitatif, les analyses physico-chimiques des eaux souterraines révèlent des signes préoccupants de dégradation, en particulier dans les nappes superficielles. La pollution par les nitrates, les chlorures et parfois les sulfates est liée à l'usage intensif des engrais agricoles, aux rejets domestiques non contrôlés et à l'absence de traitement des eaux usées.

Les résultats obtenus soulignent l'urgence d'une gestion intégrée et rationnelle des ressources en eau, combinant la protection de la qualité, la réduction des prélèvements excessifs et l'amélioration du réseau de surveillance. Cette étude peut servir de base pour orienter les stratégies de gestion durable des eaux souterraines dans la région.

**Mots-clés :** Ghriss, eaux souterraines, nappe phréatique, qualité de l'eau, évolution piézométrique, Mascara

## **Summary:**

This work focuses on the study of the quality and piezometric evolution of groundwater in the Ghriss plain, located in the Mascara province of Algeria. This plain represents a strategic area in terms of agriculture and water resources, as it relies on several aquifers—mainly Plio-Quaternary and Jurassic—which are heavily exploited for irrigation, drinking water supply, and industrial needs.

The piezometric study conducted over several years highlights a gradual and alarming decline in aquifer levels, a direct consequence of overexploitation, reduced natural recharge, and lack of sustainable management. Entire zones show water level drops exceeding 50 meters, threatening the long-term sustainability of the resource.

From a qualitative perspective, physicochemical analyses of groundwater reveal worrying signs of degradation, especially in shallow aquifers. Pollution from nitrates, chlorides, and occasionally sulfates is linked to the intensive use of agricultural fertilizers, uncontrolled domestic discharges, and the lack of wastewater treatment.

The findings emphasize the urgency of integrated and rational water resource management, combining quality protection, reduction of excessive withdrawals, and improvement of the monitoring network. This study can serve as a foundation for guiding sustainable groundwater management strategies in the region.

**Keywords:** Ghriss, groundwater, aquifer, water quality, piezometric evolution, Mascara

## المخلص

يتناول هذا العمل دراسة جودة وتطور المناسيب البيزومتريّة للمياه الجوفية في سهل غريس، الواقع في ولاية معسكر بالجزائر. يُعد هذا السهل منطقة استراتيجية من الناحيتين الزراعية والمائية، إذ يعتمد على عدة طبقات مائية من العصرين البليوسيني-الرباعي والجوراسي، والتي تُستغل بشكل مكثف للري، وتزويد السكان بمياه الشرب، وللاحتياجات الصناعية. أظهرت الدراسة البيزومتريّة، التي أُجريت على مدى عدة سنوات، انخفاضًا تدريجيًا ومقلّفًا في مستويات المياه الجوفية، نتيجة مباشرة للاستغلال المفرط، ونقص التغذية الطبيعية، وغياب إدارة مستدامة. إذ تشهد مناطق كاملة انخفاضًا في المستوى يفوق 50 مترًا، مما يهدد استدامة المورد المائي.

أما من الناحية النوعية، فقد كشفت التحاليل الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية عن مؤشرات مقلقة لتدهور الجودة، خاصة في الطبقات المائية السطحية. وترتبط هذه التلوثات بوجود النترات والكلوريدات وأحيانًا الكبريتات، بسبب الاستخدام المكثف للأسمدة الزراعية، والتفريغ العشوائي للمياه المستعملة، وانعدام محطات المعالجة.

وتُبرز النتائج ضرورة اعتماد إدارة متكاملة وعقلانية للموارد المائية، تجمع بين حماية الجودة، وتقليل الاستغلال المفرط، وتحسين شبكة المراقبة. ويمكن أن تشكل هذه الدراسة أساسًا لتوجيه استراتيجيات الإدارة المستدامة للمياه الجوفية في المنطقة.

## الكلمات

### المفتاحية:

غريس، المياه الجوفية، الطبقة المائية، جودة المياه، التطور البيزومتري، معسكر

## **Remerciements :**

*Je remercie tout d'abord ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la santé la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Madame Guenoune kamilia ; mes sincères remerciements vont à elle, pour l'honneur d'avoir me proposé ce thème et de m'avoir dirigé tout au long de la réalisation de ce travail, pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.*

*Mes remerciements vont également à Madame Bakhti Amal et à Monsieur Bergane Cheikh pour leur disponibilité et leur engagement en acceptant de faire partie du jury et d'évaluer ce travail.*

*Mes remerciements à tous les enseignants de la Faculté des Sciences de la Terre qui nous en accompagnaient durant les cinq ans de notre étude.*

*Un grand remerciement à mes parents qui n'ont pas hésité à nous encourager et nous aide à accomplir nos études.*

*Mes vifs et sincères remerciements vont à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## **Dédicaces :**

*Je dédie ce travail, comme preuve de respect, de gratitude et de reconnaissance à :*

*Ma mère qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que dieu la garde.*

*Mon père qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui, que dieu le garde et le protège.*

*Mon frère Youcef.*

*Mes sœurs Meriem et Fadéla.*

*Mon ami Anseur Amine symbole de tendresse et de fidélité*

*Tous mes cousins Anes, Amine, Nabil, Hichem, Zakaria, Rayan.*

*Mon oncle Smain, que dieu le protège.*

*Merci infiniment*

## Table des matières :

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Résumé                                                  |    |
| Remerciements                                           |    |
| Dédicaces                                               |    |
| Table des matières                                      |    |
| Liste des figures                                       |    |
| Liste des tableaux                                      |    |
| Introduction générale :                                 | 1  |
| Premier chapitre :                                      | 2  |
| Présentations de la région d'étude                      | 2  |
| 1) Situation géographique :                             | 2  |
| 2) Cadre géomorphologique :                             | 3  |
| 3) Réseau hydrographique :                              | 3  |
| a) Oued Froha :                                         | 3  |
| b) Oued Maoussa :                                       | 3  |
| c) Oued Fekan :                                         | 3  |
| 4) Contexte climatique :                                | 4  |
| 4.1 Étude des précipitations :                          | 5  |
| a) Variabilités mensuelles :                            | 5  |
| b) Variabilité saisonnière :                            | 6  |
| 4.2 Température :                                       | 7  |
| 4.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls :   | 7  |
| 4.4 Indice climatique :                                 | 8  |
| 5) Contexte socio-économique :                          | 9  |
| 5.1 Agriculture :                                       | 9  |
| 5.2 L'élevage :                                         | 10 |
| 5.3 Industrie :                                         | 10 |
| Deuxième chapitre :                                     | 11 |
| Considérations géologique et hydrogéologique            | 11 |
| 1 Contexte géologique :                                 | 13 |
| 1.1 Les bordures Nord et Ouest de la plaine de Ghriss : | 13 |
| 1.2 La bordure Sud de la plaine de Ghriss :             | 13 |
| 1.3 La bordure Est de la plaine :                       | 13 |
| 1.4 Le centre de la plaine :                            | 14 |

|                                    |                                                              |    |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>2</b>                           | <b>Stratigraphie :</b>                                       | 16 |
| <b>3</b>                           | <b>Contexte hydrogéologique :</b>                            | 20 |
| <b>3.1</b>                         | <b>Identification des principaux aquifères :</b>             | 20 |
| 3.1.1                              | La nappe des calcaires et dolomies du Jurassique supérieur : | 20 |
| 3.1.2                              | La nappe des grès Astien :                                   | 20 |
| 3.1.3                              | La nappe des calcaires lacustres :                           | 20 |
| 3.1.4                              | La nappe phréatique :                                        | 21 |
| <b>3.2</b>                         | <b>Carte piézométrique :</b>                                 | 21 |
| <b>3.3</b>                         | <b>Évolution piézométrique :</b>                             | 23 |
| 3.3.1                              | Les Piézomètres :                                            | 23 |
| 3.3.2                              | La nappe du Plio-Quaternaire :                               | 24 |
| 3.3.3                              | La nappe du Jurassique et du Pliocène :                      | 26 |
| <b>3.4</b>                         | <b>Paramètres hydrodynamiques :</b>                          | 28 |
| 3.4.1                              | La transmissivité :                                          | 28 |
| 3.4.2                              | Le coefficient d'emmagasinement :                            | 28 |
| Troisième chapitre :               |                                                              | 29 |
| Synthèse hydrochimique             |                                                              | 29 |
| <b>1</b>                           | <b>Classification chimique des eaux souterraines :</b>       | 32 |
| 1.1                                | Nappe des alluvions :                                        | 32 |
| 1.2                                | Nappe des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur :   | 36 |
| 1.3                                | Nappe des Grès et des Calcaires lacustres du Pliocène :      | 39 |
| <b>2</b>                           | <b>Origine de la minéralisation :</b>                        | 42 |
| <b>3</b>                           | <b>Contamination de la nappe par les Nitrates :</b>          | 43 |
| <b>Conclusion générale :</b>       |                                                              | 47 |
| <b>Références bibliographiques</b> |                                                              |    |

## Liste des figures :

|                                                                                                                                       |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Figure 1: Situation géographique de zone d'étude _____                                                                                | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 2: Carte du réseau hydrographique de la plaine de Ghriss _____                                                                 | 4                                  |
| Figure 3: Variations des précipitations moyennes mensuelles de la station de Matemore _____                                           | 5                                  |
| Figure 4: Variations des précipitations moyennes saisonnières de la station de Matemore _____                                         | 6                                  |
| Figure 5: Variations des températures de la station de Matemore _____                                                                 | 7                                  |
| Figure 6: Variations des températures de la station de Matemore _____                                                                 | 8                                  |
| Figure 7: diagramme de DE MARTONE _____                                                                                               | 9                                  |
| Figure 8: Carte géologique de la plaine Ghriss (d'après Sourisseau 1974) _____                                                        | 15                                 |
| Figure 9: Log Litho-stratigraphique des formations de la plaine de Ghriss _____                                                       | 18                                 |
| Figure 10: Coupe de la plaine de Ghriss _____                                                                                         | 19                                 |
| Figure 11: Carte piézométrique de la plaine de Ghriss [basses eaux, 2009]. _____                                                      | 22                                 |
| Figure 12: Évolution des niveaux statiques des piézomètres constituant le réseau de Surveillance du système aquifère de Ghriss. _____ | 24                                 |
| Figure 13: Évolution des niveaux statiques des puits captant la nappe Plio-Quaternaire _____                                          | 26                                 |
| Figure 14: Évolution des niveaux statiques des forages captant la nappe Jurassique et la nappe Pliocène _____                         | 27                                 |
| Figure 15: Positionnement des puits captant la nappe des alluvions _____                                                              | 32                                 |
| Figure 16: Diagramme de Piper de la nappe Plio-Quaternaire de Ghriss. _____                                                           | 34                                 |
| Figure 17: Diagramme de Schöeller Berkloff de la nappe Plio-Quaternaire de Ghriss _____                                               | 35                                 |
| Figure 18: Positionnement des forages captant la nappe des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur _____                       | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 19: Diagramme de Piper de la nappe des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur _____                                    | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 20: Diagramme de Schöeller Berkloff de la nappe des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur _____                       | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 21: Positionnement des forages captant la nappe des calcaires lacustres du Pliocène _____                                      | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 22: Diagramme de Piper de la nappe de la nappe des Calcaires lacustres du Pliocène _____                                       | 40                                 |
| Figure 23: Diagramme de Schöeller Berkloff de la nappe de la nappe des Calcaires lacustres du Pliocène _____                          | 37                                 |
| Figure 24: Carte de distribution des nitrates dans les eaux de la nappe alluvionnaire _____                                           | 38                                 |

## Liste des tableaux :

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tableau 1:Caractéristiques de la station de Matemore</i>                                  | <i>5</i>  |
| <i>Tableau 2:Précipitations moyennes mensuelles de la station de Matemore</i>                | <i>5</i>  |
| <i>Tableau 3:Piézomètres des nappes captées dans la plaine de Ghriss</i>                     | <i>23</i> |
| <i>Tableau 4 : les niveaux statiques des points d'observations</i>                           | <i>25</i> |
| <i>Tableau 5:Les paramètres les plus couramment analysés dans les études hydrochimiques.</i> | <i>42</i> |

## **Introduction générale :**

L'eau souterraine constitue une ressource stratégique, notamment dans les régions semi-arides et arides où les ressources en eau de surface sont limitées, irrégulières, voire inexistantes.

En Algérie, et plus particulièrement dans la région de l'Ouest, les nappes souterraines jouent un rôle crucial dans l'alimentation en eau potable, le développement agricole ainsi que dans le soutien des activités industrielles. Cependant, cette ressource fait face à de nombreuses pressions, tant quantitatives que qualitatives, dues principalement à une surexploitation croissante, aux changements climatiques et aux diverses formes de pollution anthropique.

La plaine de Ghriss, située dans la wilaya de Mascara, constitue une zone agricole de première importance. Elle repose sur une nappe phréatique exploitée intensivement depuis plusieurs décennies, en particulier pour l'irrigation. Ce contexte soulève des inquiétudes croissantes concernant la qualité des eaux souterraines, ainsi que l'évolution piézométrique de la nappe, en raison des fluctuations du niveau de l'eau et de la dégradation potentielle de ses propriétés physico-chimiques.

Face à ces enjeux, il devient impératif de procéder à une évaluation rigoureuse de l'état actuel des eaux souterraines de cette région, en combinant des analyses quantitatives (évolution des niveaux piézométriques) et qualitatives (paramètres physico-chimiques et contamination). Une telle étude permettrait non seulement de diagnostiquer la situation hydrogéologique actuelle, mais également de proposer des recommandations en matière de gestion durable de la ressource. Ce mémoire s'inscrit dans cette perspective. Il vise à analyser la qualité et l'évolution piézométrique des eaux souterraines de la plaine de Ghriss. L'objectif principal est de mieux comprendre la dynamique de la nappe, d'identifier les sources éventuelles de pollution et d'évaluer les impacts des usages anthropiques sur cette ressource vitale.

Le mémoire est scindé en trois chapitres :

**Chapitre I :** Présentations de la région d'étude

**Chapitre II :** Considérations géologique et hydrogéologique

**Chapitre III :** Synthèse hydrochimique

Premier chapitre :

Présentations de la région d'étude

### 1) Situation géographique :

La plaine de Ghriss se localise au Nord-Ouest du territoire algérien entre 35°07' et 35°31' de latitude Nord et entre 0°0' et 0°26' de longitude, rattachée administrativement à la wilaya de Mascara.

Elle est limitée :

- ❖ Au Nord par Les monts de Beni Chougrane.
- ❖ Au Sud par Les monts de Saïda.
- ❖ À l'Est par Le plateau de Tighennif.
- ❖ À l'Ouest par Les monts de Bouhanifia

La plaine de Ghriss regroupe seize communes sur 34% du territoire de la wilaya de Mascara, citant quelques agglomérations s'y rattachent à savoir Mascara, Tighennif, Ghriss Matemore....ect.

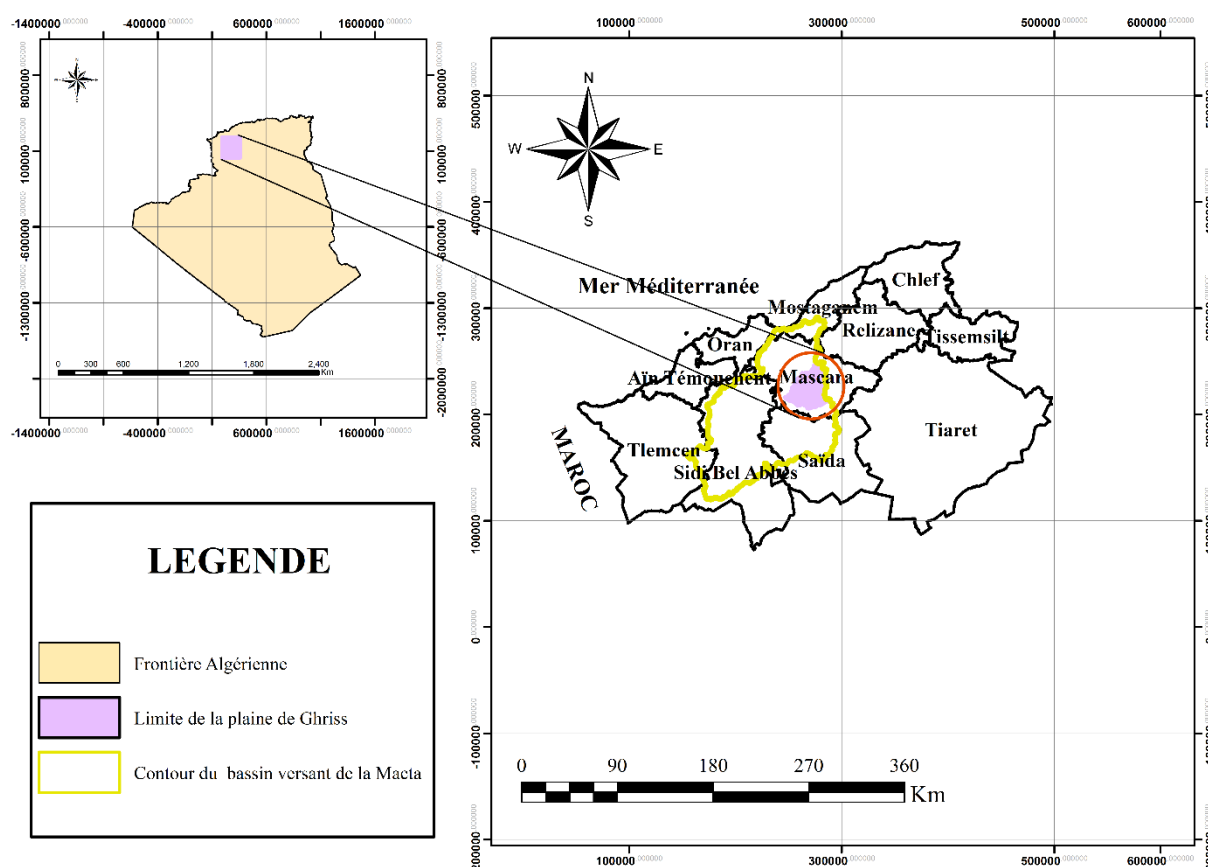


Figure 1: Situation géographique de zone d'étude

## 2) Cadre géomorphologique :

La plaine de Ghriss correspond à une zone de topographie rigoureusement plane (470 m dans le centre), surplombée par des reliefs de bordure élevés jusqu'à 1100 m d'altitude au Sud (montagne de Nesmoth).

## 3) Réseau hydrographique :

La plaine de Ghriss fait partie du bassin versant de l'oued Fékan qui s'étend sur une superficie de 1 185 km<sup>2</sup>.

L'hydrographie est très faiblement marquée, seuls quelques petits oueds comparables à de véritables ruisseaux sillonnent la plaine, dont les principaux affluents sont l'oued Maoussa et l'oued Froha. Les deux oueds sont reliés par deux drains à oued Fékan.

### a) Oued Froha :

Provenant des monts de Sidi Kada, il est caractérisé par des débits de base nul à la station de Ghriss, en amont de celle-ci il est de l'ordre de 20 à 30 l/s, il s'infiltre dans les alluvions au sud de Froha avant d'atteindre la ville de Ghriss. Le débit moyen annuel de cet Oued calculé sur une période de 28 ans (1971 – 1998) est de 130 l/s.

### b) Oued Maoussa :

Prend sa source dans les monts de Béni chougane, il est caractérisé par un débit de base de 0 à 15 l/s à la station de jaugeage de Maoussa, lors des crues il transporte des grandes quantités de sable et d'argiles sableuses provenant de l'érosion des terrains traversés. Le débit moyen annuel de cet oued calculé sur une période de 24 ans (1975 – 1998) est de 65 l/s.

### c) Oued Fekan :

Prend sa source à l'ouest de TIZI au niveau de Ain Fekan, cet oued a un rôle très important sur le régime des eaux souterraines profondes et de surfaces, car il véhicule l'écoulement de surface le plus appréciable de la région.

Pour la période 1970 – 2002, le débit moyen annuel est de 228 l/s, avec un débit d'étiage négligeable. Malgré ce très faible débit, on a noté des crues instantanées de 15 m<sup>3</sup>/s dans les années 70 (Sourisseau, 1974).

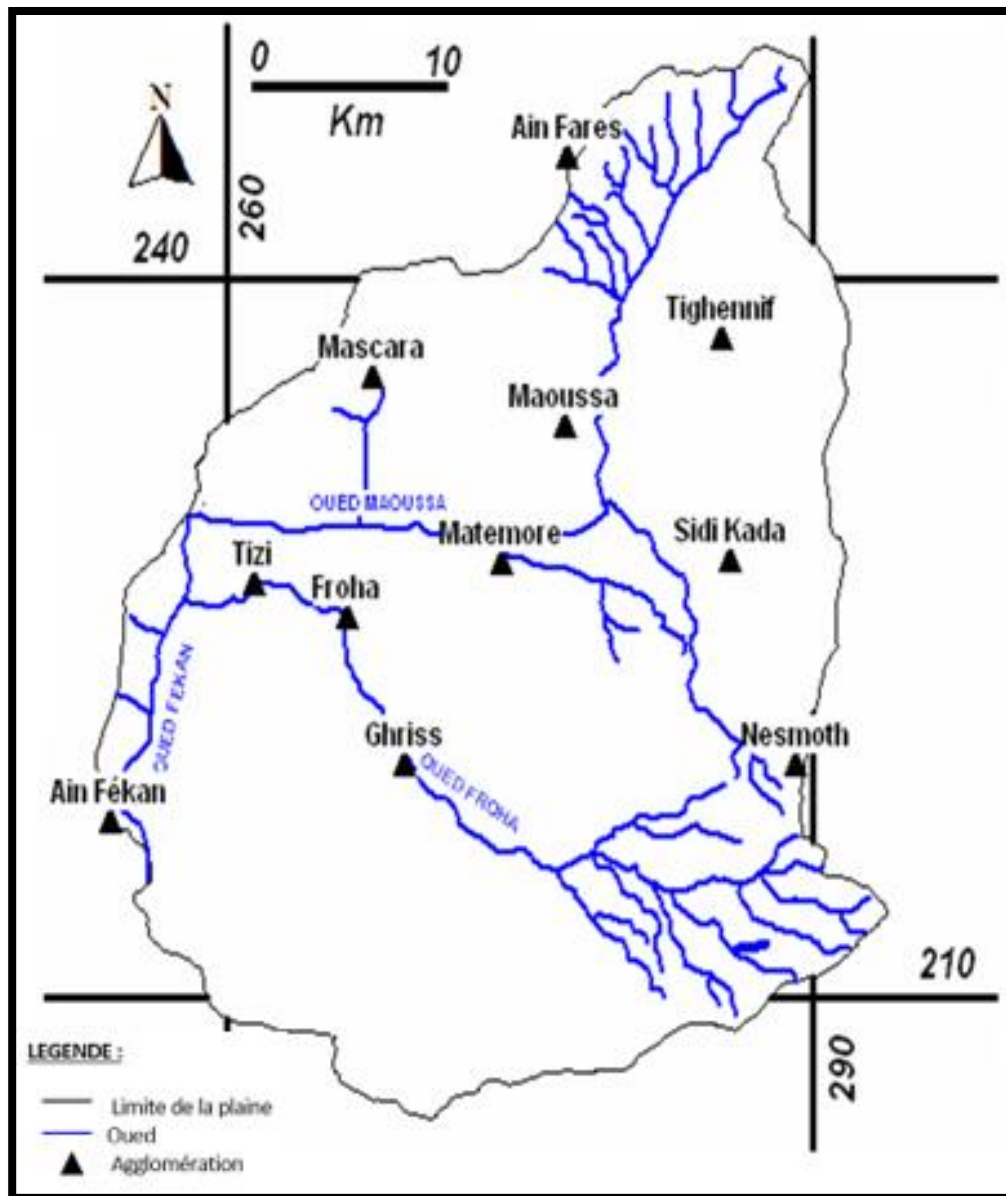


Figure 2 : Carte du réseau hydrographique de la plaine de Ghriss

#### 4) Contexte climatique :

Le climat est défini par l'ensemble des actions de l'atmosphère (précipitation, température, etc.). C'est le facteur de contrôle du taux d'alimentation des nappes d'eau souterraines.

La plaine de Ghriss se trouve soumise à la fois aux influences climatiques méditerranéennes et sahariennes, ces dernières sont nettement prédominantes du fait de l'écran formé par les monts de Béni Chougrane au Nord.

#### 4.1 Étude des précipitations :

Pour l'étude du régime des précipitations de la plaine de Ghriss, on s'est basé sur la station de Matemore. Dont les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau suivant :

*Tableau 1:Caractéristiques de la station de Matemore*

| Latitude | Longitude | Altitude (m) | Année de mise en service |
|----------|-----------|--------------|--------------------------|
| 35°36N   | 00°18E    | 474          | 1977                     |

##### a) Variabilités mensuelles :

Les précipitations moyennes mensuelles sont mentionnées dans le tableau suivant :

*Tableau 2:Précipitations moyennes mensuelles de la station de Matemore 1977-2010*

| Mois     | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai  | Juin | Juillet | Aout |
|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|------|-------|------|------|---------|------|
| PP en mm | 15,8      | 31,3    | 47,6     | 42,4     | 41,8    | 40,8    | 37,8 | 29,6  | 26,6 | 4,2  | 2       | 5,2  |

La figure ci-dessous montre que le mois le plus pluvieux est celui de novembre avec une valeur de 47,6mm et le mois le plus sec est celui de Juillet, avec une valeur de 2 mm.

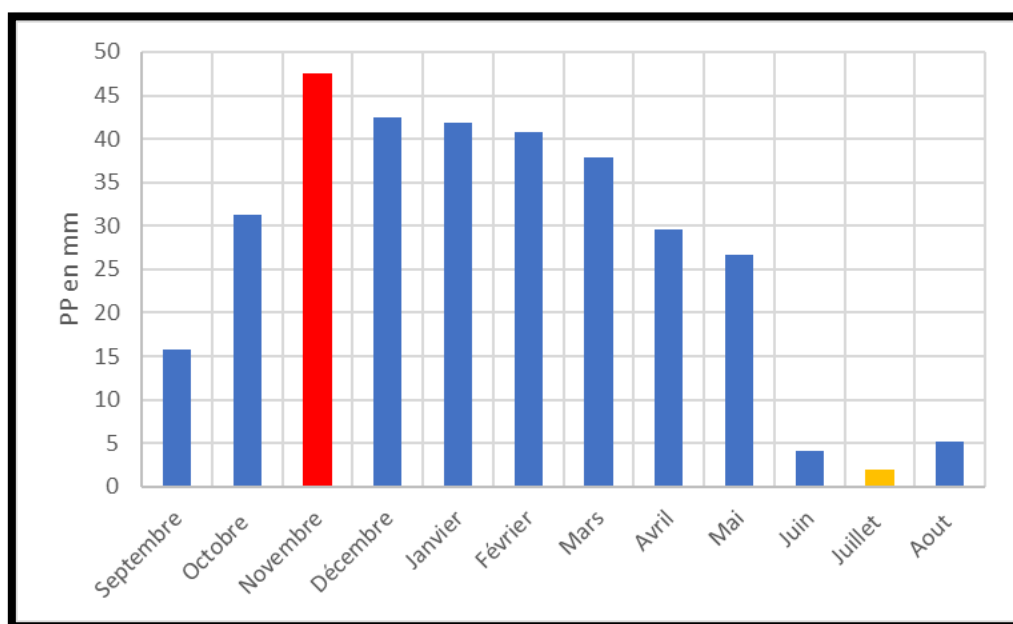


*Figure 3:Variations des précipitations moyennes mensuelles de la station de Matemore 1977-2010*

b) Variabilité saisonnière :

L'étude des moyennes pluviométriques saisonnières se justifie par l'importance de cette unité temporelle qui est la saison.

Les mois attribués à chaque saison sont :

- ❖ Décembre-janvier – février déterminent l'hiver
- ❖ Mars-avril-mai déterminent le printemps
- ❖ Juin-juillet-août déterminent l'été
- ❖ Septembre-octobre-novembre déterminent l'automne.

La saison la plus pluvieuse est celle l'hiver avec une valeur de 125 mm et la saison la plus sèche est l'été avec une valeur de 11,4 mm.

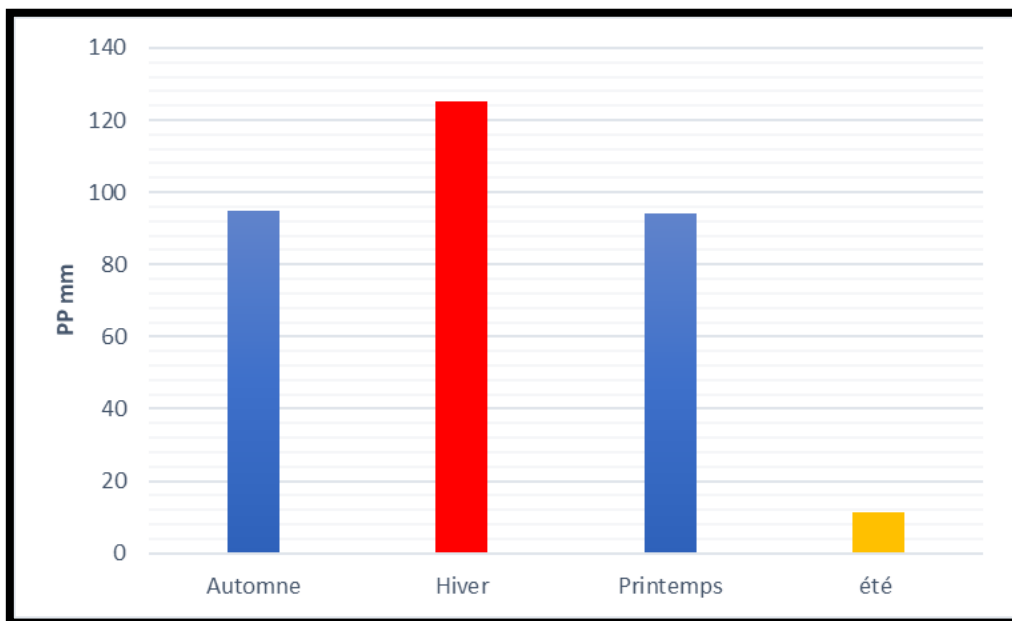


Figure 4: Variations des précipitations moyennes saisonnières de la station de Matemore

#### 4.2 Température :

La température et leur variation, a une grande importance, car elle conditionne le phénomène d'évaporation, donc le bilan hydrologique.

L'analyse de la figure 05 montre que la température moyenne minimale s'abaisse jusqu'à 3°C au mois de janvier (le plus froid), alors que la température moyenne maximale augmente jusqu'à 35,6°C pendant les mois de juillet et d'août (les plus chauds).

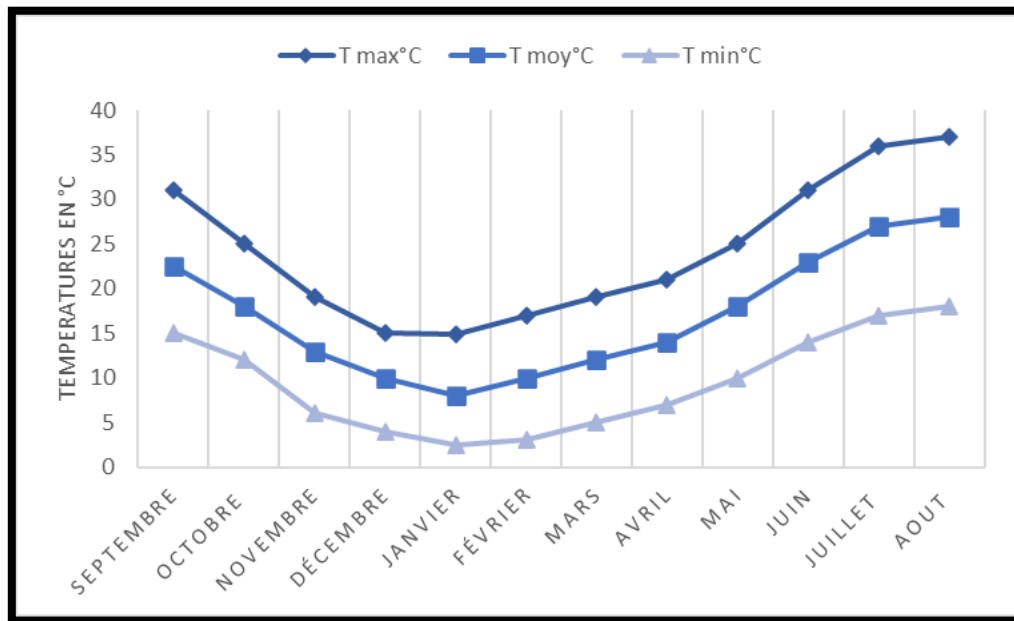


Figure 5 : Variations des températures de la station de Matemore

#### 4.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls :

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls indique l'importance des saisons sèches en durée et en intensité en tenant compte de l'emplacement de la courbe des températures moyennes par rapport à celle des précipitations.

Un mois est sec lorsque les précipitations moyennes exprimées en (mm), sont inférieures ou égales au double des températures enregistrées durant la même période ( $P \leq 2T$ ).

La période humide s'étale sur six (06) mois du mois de mi-octobre jusqu'au mois d'Avril.

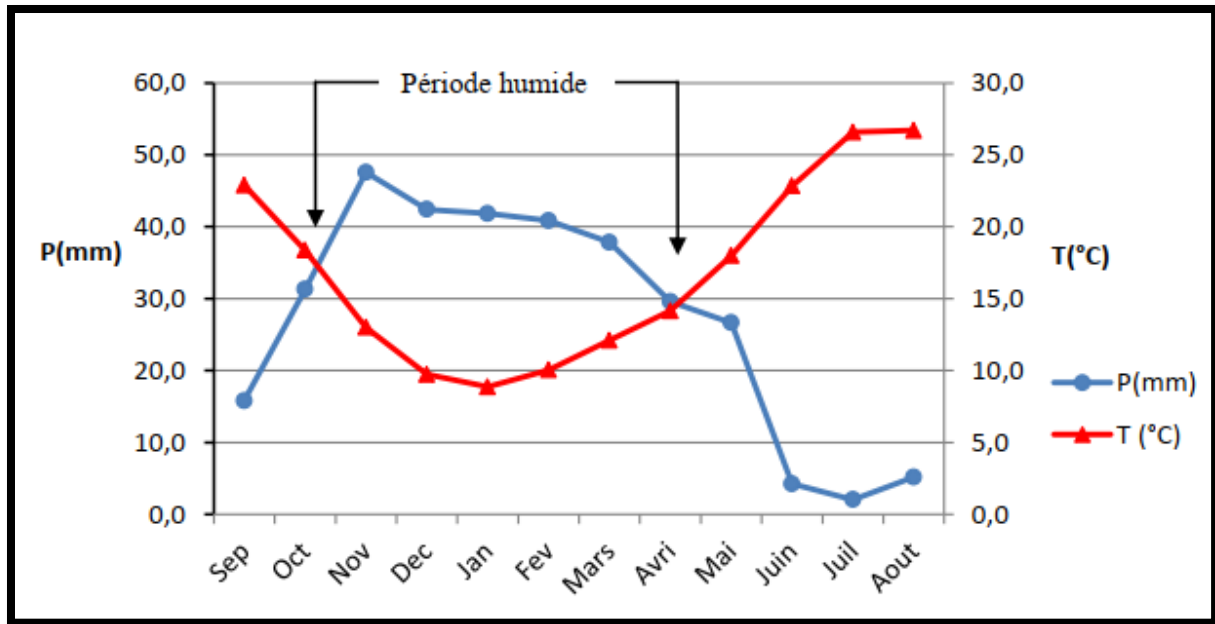


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de la station de Matemore

#### 4.4 Indice climatique :

##### **Indice d'aridité de De Martonne :**

L'indice d'aridité annuelle "I" de DE MARTONE prend en considération les facteurs précipitations et températures. Il est calculé par la formule suivante:

$$I = \frac{P}{(T + 10)}$$

**Avec :**

P : Précipitations annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Pour savoir le régime climatique de la station climatologique, les valeurs de précipitation et de températures moyennes annuelles sont portées sur le diagramme de DE MARTONE avec :

P= 325,3 mm et T=17,0 °C (voir Figure 07).

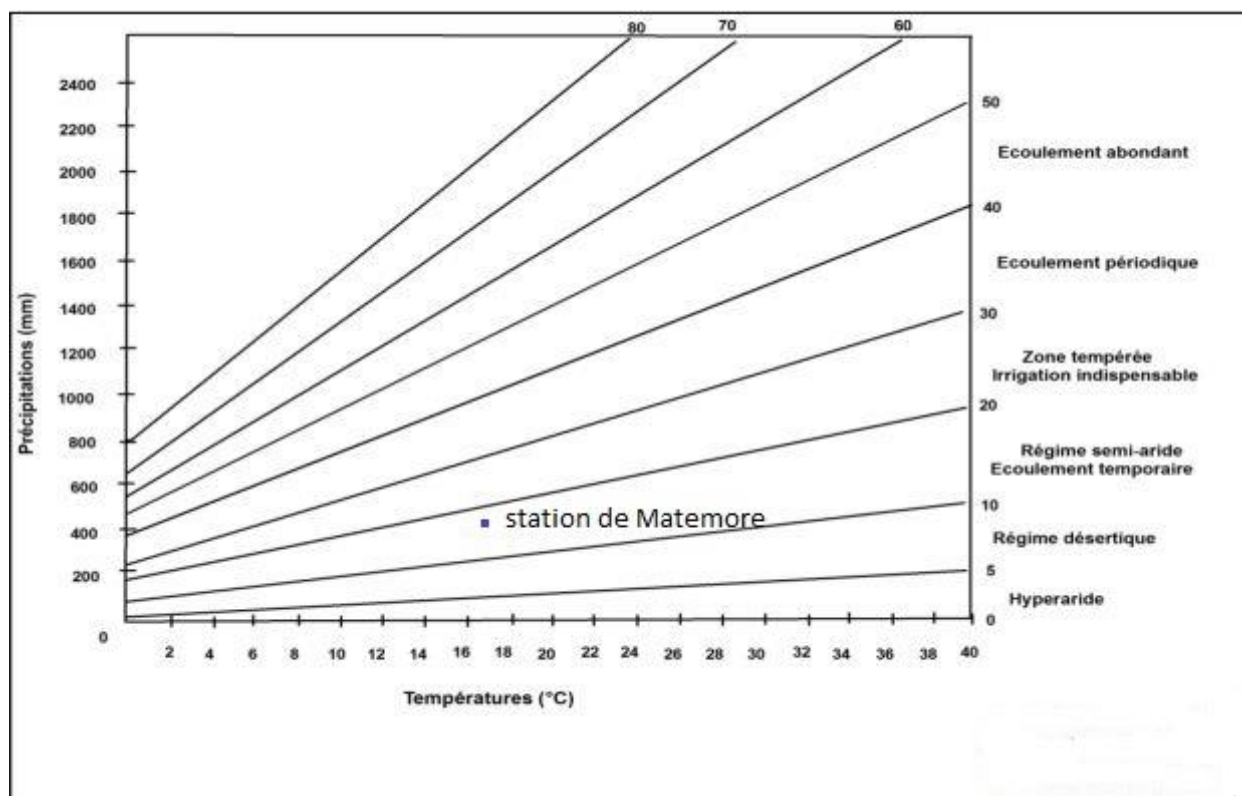


Figure 7 : Diagramme de DE MARTONE

## 5) Contexte socio-économique :

### 5.1 Agriculture :

Le développement socio-économique de la plaine de Ghriss est axé essentiellement sur l'agriculture. C'est une région d'une grande fertilité. Les habitants de cette région ont depuis longtemps pratiqué l'agriculture extensive.

Les cultures pratiquées sont dominées par des cultures maraîchères et quelques vergers d'arbres fruitiers. Pour la distribution du couvert végétal par bassin, les cultures ont été rassemblées et classées selon les formes suivantes :

- ❖ Cultures extensives : elles rassemblent toutes les cultures annuelles telles que les céréalicultures, les cultures maraîchères et l'association entre l'arboriculture et le maraîchage ;
- ❖ Couvert forestier dégradé : sont rassemblés sous ce thème, les maquis et les forêts clairs, les zones en cours de reboisement, les forêts et les maquis dégradés par l'utilisation excessive du sous-sol forestier, le pâturage sauvage et irrationnel compromettant la

renovation, le déboisement intégral pour installer d'autres cultures et les effets des incendies.

- ❖ Couvert forestier normal : représenté essentiellement par les forêts et les maquis denses n'ayant subi aucune dégradation que ce soit par l'action de l'homme (pâturage sauvage, déboisement) ou par l'effet des incendies.
- ❖ Arboriculture : représentée principalement par l'olivieraie et d'autres arbres fruitiers.

### 5.2 L'élevage :

La particularité agroéconomique de la zone a imposé le développement de l'activité de l'élevage extensif, particulièrement ovin et bovin. Les données recueillies auprès des services agricoles de la wilaya de Mascara font état que le cheptel dans la région est majoritairement composé d'ovins.

Il est en grande partie le fait des agriculteurs qui associent la céréaliculture et l'élevage, À ce système, essentiellement sédentaire, s'ajoute l'élevage itinérant pratiqué par de petits éleveurs ne disposant pas de terre, L'élevage bovin et avicole est également présent.

### 5.3 Industrie :

L'industrie dominante au niveau de la zone d'étude représente les limonaderies, travaux publics, minoterie, fabrication et finissage de textiles, laiterie, transformation du marbre, production de plastique, abattoir, travaux d'électricité ... La zone d'étude compte une zone industrielle (Mascara) et une zone d'activité (Tighennif).

Deuxième chapitre :

Considérations géologique et  
hydrogéologique

### 1 Contexte géologique :

La région d'étude est bordée par des reliefs constitués de différentes formations géologiques.

#### 1.1 Les bordures Nord et Ouest de la plaine de Ghriss :

Sont matérialisé par les monts de Beni- Chougranne, ceux-ci allongés en forme d'arc de cercle de direction SSW-NNE, sont très plissés, à ossature Crétacé et recouvrement Tertiaire très épais. Ils représentent les vestiges de l'ancien sillon méditerranéen, effondrés et transportés par charriage en deux ensembles :

- Le Crétacé moyen et supérieur : Il est formé essentiellement de marnes et de bancs de calcaires gris à semelle de Trias gypseux et salifère recouvrant en contact anormal les terrains du Miocène Antée-nappe.
- Eocène et Oligocène (Nummulitique) : Il est formé de marnes et de banc de grès qui recouvrent en contact anormal soit le Crétacé constituant la première nappe, soit le Miocène Antée-nappe.
- Miocène et Pliocène : Sur les terrains allochtones, sont venues se déposer en deux phases discordante, les formations du Miocène post-nappe et du Pliocène.

#### 1.2 La bordure Sud de la plaine de Ghriss :

Les Monts de Saida constituent la bordure Sud de la plaine. Ils ont subi une intense tectonique cassante ; ces ensembles s'enfoncent légèrement vers le Nord, ce qui favorise l'écoulement et le drainage des eaux vers la plaine.

A Ain Fekan cet ensemble calcaréo dolomitique du Jurassique Supérieur est limité par une faille qui le met en contact avec le Crétacé inférieur argilo-gréseux. Cette interruption soudaine de la perméabilité des terrains est à l'origine des sources des Aioune Fékan, où le Crétacé constitue un véritable barrage souterrain. Des dépôts de destruction, sables argileux rouges et conglomérats, se sont amassés au pied des Monts de Sidi Kadda sur de grandes épaisseurs par endroits.

#### 1.3 La bordure Est de la plaine :

À L'Est de Tighennif, les affleurements de marnes et d'argiles de L'Oligocène et du Miocène forment une barrière imperméable qui limite nettement les bassins versants de la plaine de Ghriss et de l'Oued Mina. La surface topographique confirme cette séparation.

### 1.4 Le centre de la plaine :

La plaine proprement dite est une cuvette d'effondrement correspondant à une zone de subsidence marquée par la flexure des couches du Néogène, en bordure des monts de Beni-Chougrane. Les apports d'alluvions argilo sableux de l'Oued Maoussa continuent de permettre à cette subsidence d'évoluer.

Le substratum effondré est constitué par des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur. Au-dessus, se sont déposés localement des conglomérats de base puis un remplissage marin d'argile et marne grisâtre et verdâtre du Miocène inférieur et moyen. Au centre de la plaine, la subsidence a permis l'accumulation d'une grande épaisseur de calcaires lacustres.

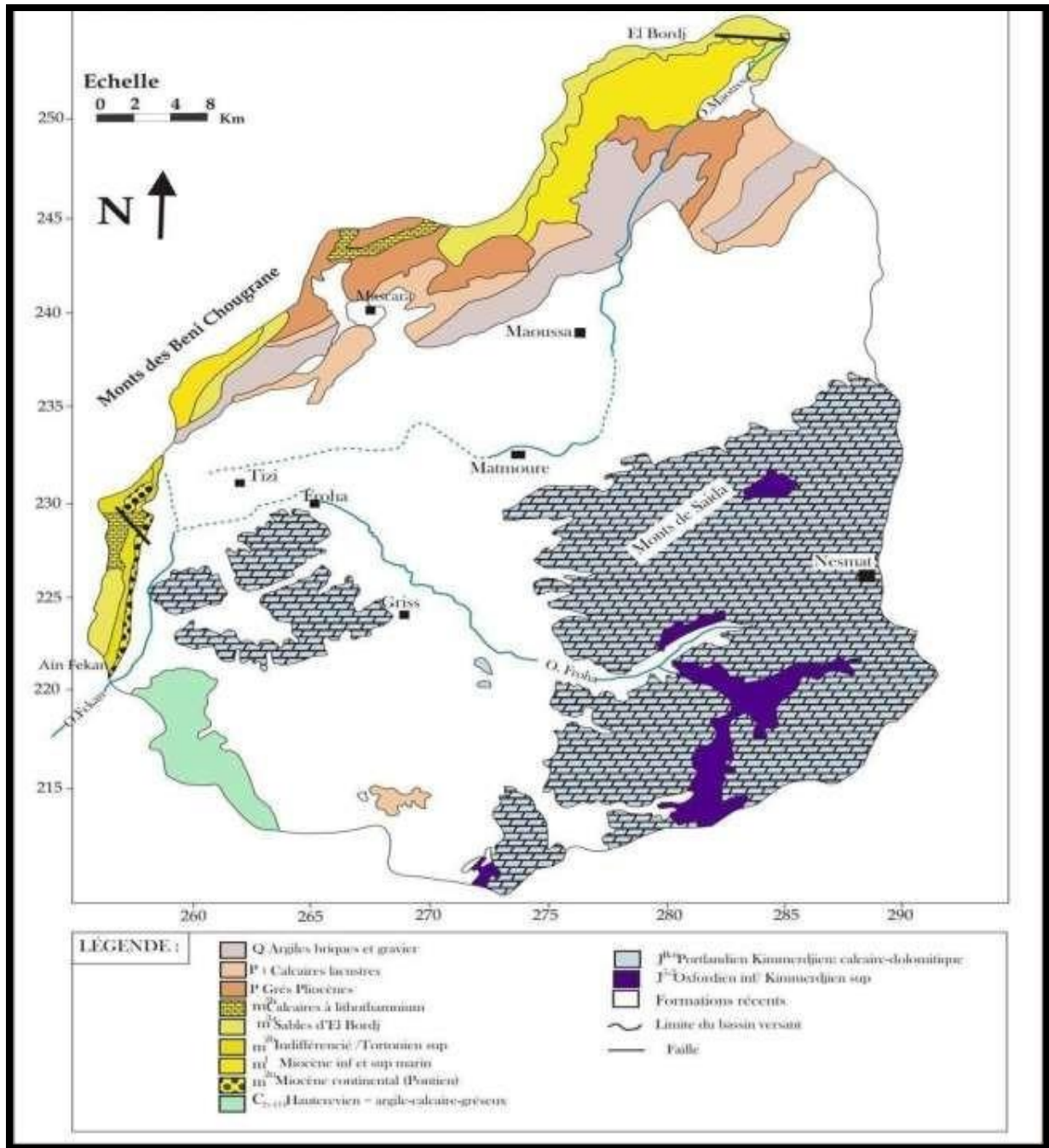


Figure 8 : Carte géologique de la plaine Ghriss (d'après Sourisseau 1974)

### 2 Stratigraphie :

La stratigraphie de la plaine a été décrite par B. Sourisseau, sur la base des observations de terrain et des logs de forages. Elle s'établit de haut en bas comme suit :

- ✚ Le quaternaire est représenté par des formations continentales constituées d'argiles rouges détritiques qui surmontent les calcaires lacustres du pliocène. Ces dépôts affleurent à l'Ouest et au Nord de la plaine. Entre les villes de Tighennif, Maoussa et Froha le quaternaire moyen correspond à une terrasse alluviale constituée de sables fins accompagnés de quelques petits graviers centimétriques.
- ✚ Le pliocène est constitué principalement par deux formations géologiques à savoir les grès de l'astien et les calcaires lacustres. Les grès affleurent dans la région de Khalouia et à proximité de la ville de Mascara et biseautent sous la plaine. Ces formations d'origine marine passent progressivement à des sables consolidés vers le sommet de la série. Leurs épaisseurs varient de 40 à 100 mètres. Les calcaires lacustres affleurent sur toute la bordure des monts Beni Chougrane. Ils reposent directement sur les grès ou séparés de ces derniers par une couche d'argile sableuse rouge de faible épaisseur. L'épaisseur des calcaires lacustres augmente sous la plaine jusqu'à atteindre une valeur de 270 mètres dans un forage au Sud-Est de la ville de Mascara (forage E5). Ces formations disparaissent au Sud d'une ligne reliant les Djebels d'Emfous et Bourradou et le Nord des monts de Saida.
- ✚ Le Miocène affleure au Nord des Beni Chougrane. Il s'agit d'un ensemble monotone, très épais, à prédominance de marnes vertes qui a une puissance totale de l'ordre de 400 mètres. Sous la plaine, il constitue les terrains qui ont comblé les fosses d'effondrement du Jurassique supérieur. Sous la plaine ces formations constituent le mur de l'aquifère des grès et calcaires lacustres du pliocène et le toit des nappes profondes.
- ✚ L'oligocène est représenté par des couches argilo-marneuses avec des passages de grès et à la base s'intercale un conglomérat à base polygénique. Il affleure dans les monts Beni Chougrane et à l'Est de la plaine.

## Deuxième chapitre : Considérations géologique et hydrogéologique

- ✚ L'éocène affleure dans le Nord-Ouest de la plaine. Il est représenté par une alternance de bancs métriques grésocalcaires et de couches argilo-marneuses de plusieurs mètres d'épaisseur.
- ✚ Le crétacé inférieur affleure au Nord-Ouest de la région de Mascara, à l'Ouest de Djebel Emfouss et dans le Sud-Ouest de la plaine de Guerdjoum aux environs de la ville de Fekan. Il est représenté par des calcaires gréseux, devenant argileux en profondeur. La puissance de ces formations atteint une centaine de mètres.
- ✚ Le jurassique (Kimméridgien et Purbeckien) affleure largement, tout au long de la bordure méridionale de la plaine (Figure 12). Il constitue également le substratum résistant effondré. Au sommet on trouve des calcaires gris à pâte fine, qui passent progressivement à des calcaires dolomitiques et à des dolomies. On observe de petits niveaux de marnes noires qui ralentissent l'infiltration des eaux et peuvent donner naissance à des résurgences perchées. La puissance totale de cette formation dépasse 400 mètres.
- ✚ Le lusitanien affleure dans la partie Sud des monts de Sidi Kada. Il est composé en alternance de bancs gréseux et dolomitiques. La puissance totale de cette formation est de l'ordre de 150 mètres.
- ✚ Le callovo-oxfordien (argiles de Saida) correspond à des séries d'argiles et de marnes grises, jaunes et vertes, avec une intercalation de bancs gréseux. La formation n'affleure pas dans le secteur étudié, mais constitue le substratum imperméable de l'aquifère calcaréo-dolomitique. Sa puissance totale est de l'ordre de 250 mètres.
- ✚ Le trias est rencontré dans les monts des Béni Chougrane à la base des formations du crétacé. On trouve dans toute la région Nord de l'Algérie deux associations de faciès bien

## Deuxième chapitre : Considérations géologique et hydrogéologique

caractéristiques, souvent mal datés mais rattachés au Trias par analogie avec ce que l'on trouve ailleurs. Dans la région ces deux associations correspondent d'une part, à une formation détritique grossière, et d'autre part à des dépôts lagunaires, riche en gypse, en halite et en argile versicolore.

| STRATIGRAPHIE        |                |                    | EPAISSEUR<br>(m) | COLONNE<br>LITHOLOGIQUE | DESCRIPTION<br>LITHOLOGIQUE                                                                                                          |
|----------------------|----------------|--------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AGE                  | SYSTEME        | SOUS SYSTEME       |                  |                         |                                                                                                                                      |
| QUATERNAIRE          | -              | -                  | -                |                         | Argile rouge silteuses, sable argileux, conglomérats, calcaire dolomitique, calcaire                                                 |
| PLIO-<br>QUATERNAIRE | -              | -                  | -                |                         | Argile rouge détritique, gravier, terrasses alluviale de sables                                                                      |
| TERTIAIRE            | MIOCENE        | Pliocène           | 40-270           |                         | Grès marins, sables, argiles sableuses, calcaire lacustre                                                                            |
|                      |                | Miocène            | =100             |                         | Sables fins argileux à concrétions calcaire, sables, calcaire récifaux massif                                                        |
|                      |                |                    |                  |                         | Marnes vertes, conglomérats                                                                                                          |
|                      |                | PALEOGENE          | Oligocène        | -                       | Couches argilo- marneuse avec des bancs de grès, conglomérat                                                                         |
|                      |                |                    | Inf marin        | -                       | Alternance métrique de bancs grès calcaires, couches argilo- marneuse                                                                |
|                      | CRÉTACÉ<br>INF | Hautérivien        | -                |                         | Calcaire gréseux devenant argileux en profondeur, grès fins argileux                                                                 |
| SECONDAIRE           | JURASSIQUE     | Supérieur          | 300 - 400        |                         | Calcaire gris, calcaires dolomitiques, dolomies, marnes noires                                                                       |
|                      |                | Lusitanien         | = 150            |                         | Alternance de bancs gréseux dolomitiques, série marneux à intercalation de calcaire dolomitique, marnes grises à modules ferrugineux |
|                      |                | Callovo- Oxfprdien | = 250            |                         | Bancs gréseux, argiles, marnes grises, jaunes et vertes                                                                              |
|                      | TRIAS          | Sup<br>Moy<br>Inf  | -                |                         | Marnes bariolée, dolomies, congueules, brèches fétides, gypse                                                                        |

Figure 9 :Log Litho-stratigraphique des formations de la plaine de Ghriss

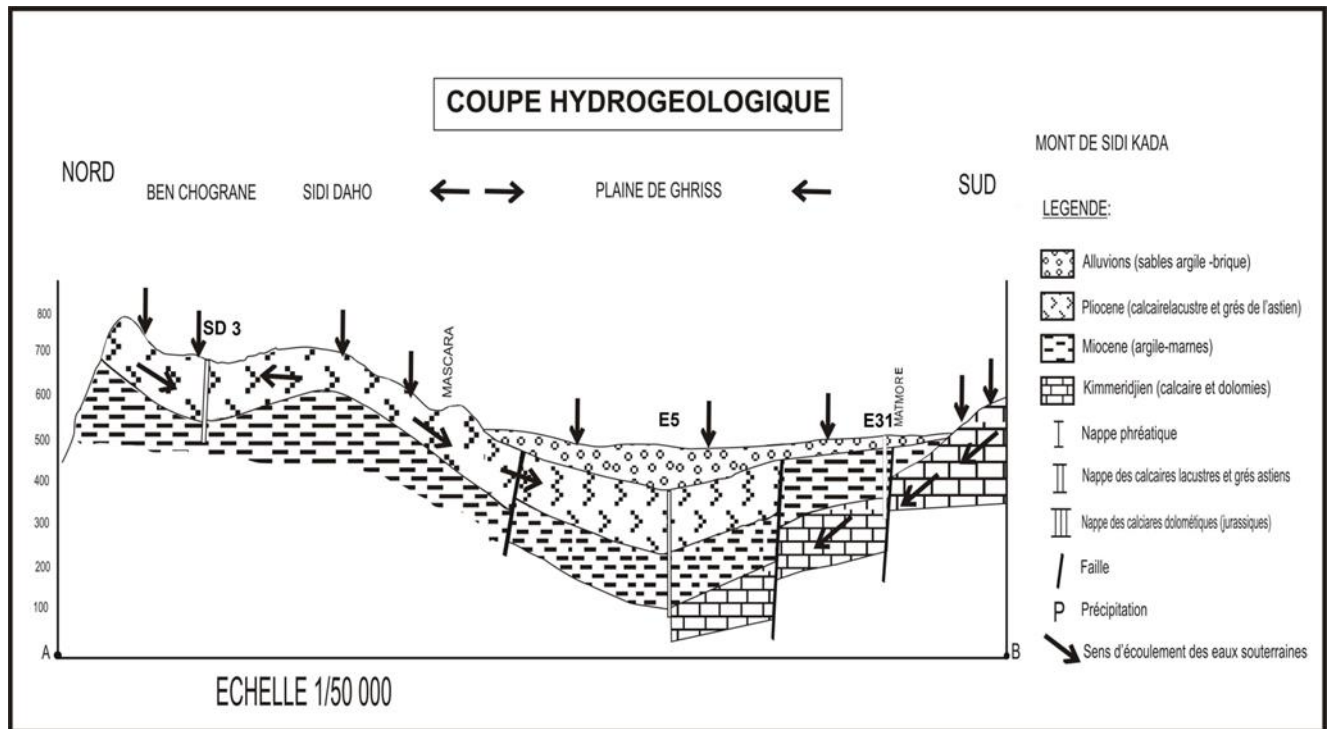


*Figure 10 : Coupe de la plaine de Ghriiss*

La corrélation entre les logs de sondage permet de constater que le recouvrement Plio-Quaternaire s'amincit en s'éloignant du centre et s'épaissit en allant vers le Nord-Ouest où il atteint son maximum. Le Miocène s'amincit vers le Nord-Ouest de la plaine (figure 10).

Le Kimméridgien constitue le substratum de notre plaine, il s'épaissit progressivement en allant vers le Nord Est, où il atteint son maximum.

### 3 Contexte hydrogéologique :

L'hydrogéologie s'occupe de la distribution et de la circulation de l'eau souterraine dans le sol et les roches, en tenant compte de leurs interactions avec les conditions géologiques et l'eau de surface.

#### 3.1 Identification des principaux aquifères :

La plaine de Ghriss est constituée par 4 niveaux aquifères plus ou moins en communication. Ce système aquifère décrit par B. Sourisseau est constitué par :

##### 3.1.1 La nappe des calcaires et dolomies du Jurassique supérieur :

Cette nappe, qui est constituée de calcaires et dolomies, couvre toute la plaine de Ghriss. Un système de failles affecte les calcaires et les dolomies, les disposant en panneaux effondrés sous la plaine.

La zone d'alimentation est constituée par les dépôts de galets et conglomérats situés sur les piémonts.

L'écoulement s'effectue par le réseau de karst, et les failles. La source de Ain Fekan constitue le point de convergence des eaux (exutoire).

##### 3.1.2 La nappe des grès Astien :

Localisée au nord de la plaine, elle se biseaute sous la plaine. La nappe est captive, et est constituée, comme son nom l'indique, par les grès d'âge astien. Dans la région de Mascara, elle est associée aux calcaires lacustres.

L'alimentation s'effectue par les affleurements de la région de Khalouia. Elle est drainée vers le Nord par la source de Sidi Daho, et vers le Sud par les calcaires lacustres. L'exutoire naturel est constitué par le lac de Tighenif.

##### 3.1.3 La nappe des calcaires lacustres :

Constituée de calcaires, elle est localisée dans la partie occidentale de la plaine, plus précisément dans les monts de Beni Chougrane. La nappe est à surface libre.

L'alimentation s'effectue par les pluies, sur les bordures nord et ouest, qui constituent l'impluvium. Elle est également alimentée par les grès astien du plateau de Mascara.

L'exutoire est représenté par la source d'Ain Tizi.

### 3.1.4 La nappe phréatique :

La nappe est contenue dans les dépôts alluvionnaires et les terrains d'altération des roches sous-jacentes (calcaires altérés, argiles caillouteuses et sable de désagrégation). Il s'agit d'une nappe libre qui couvre toute la plaine.

La nappe est alimentée par son impluvium, et sur les bordures par toutes les autres nappes. L'exutoire semble constitué par Ain Fekkan, car du fait que les dépôts superficiels deviennent argileux entre Tizi et Ain Fekkan, l'eau remonte en surface et converge vers cette dernière.

### 3.2 **Carte piézométrique :**

La distribution des charges hydrauliques d'une nappe est représentée par la morphologie de la surface piézométrique. Cette dernière est figurée par le sens des lignes équipotentiels.

La surface piézométrique est définie par l'ensemble des courbes d'égale niveaux piézométrique qui correspond à des lignes équipotentiels.

La carte piézométrique de la plaine de Ghriss a été établie à partir des relevés des niveaux statiques de 27 puits Dans la période des basses eaux en Mai 2009.

La carte piézométrique indique un écoulement général vers le Sud-Ouest. La profondeur de la surface piézométrique varie de 370 à 570 m.

La nappes superficielle et alimentée à la l'EST par les plateaux de Tighennif où une partie de débit souterrain poursuite son écoulement pour alimenter oued Maoussa, toutefois au Sud-Ouest à Ain Fekan les lignes de courant convergent vers Ain fekan et alimentent ces sources.

Plus au Nord, Ain Fares constitue un exutoire des eaux sous terraines de la plaine ainsi que les Monts de Beni Chougrane au Sud-Ouest.

Au Nord de Tizi le gradient hydraulique devient fort et les lignes de courant trace une zone d'alimentation dans cette partie.

À l'EST au sud de Sidi Kadda une autre zone d'alimentation s'étends avec un gradient hydraulique fort où ces eaux sont drainées par l'oued de MOUSSA, et une partie s'écoule vers le Sud (Nesmoth).

## Deuxième chapitre : Considérations géologique et hydrogéologique

Au centre de la plaine, à Matemore et Maoussa, les lignes de courant convergent et le gradient hydraulique devient relativement faible, indiquant une zone d'exploitation (pompage).

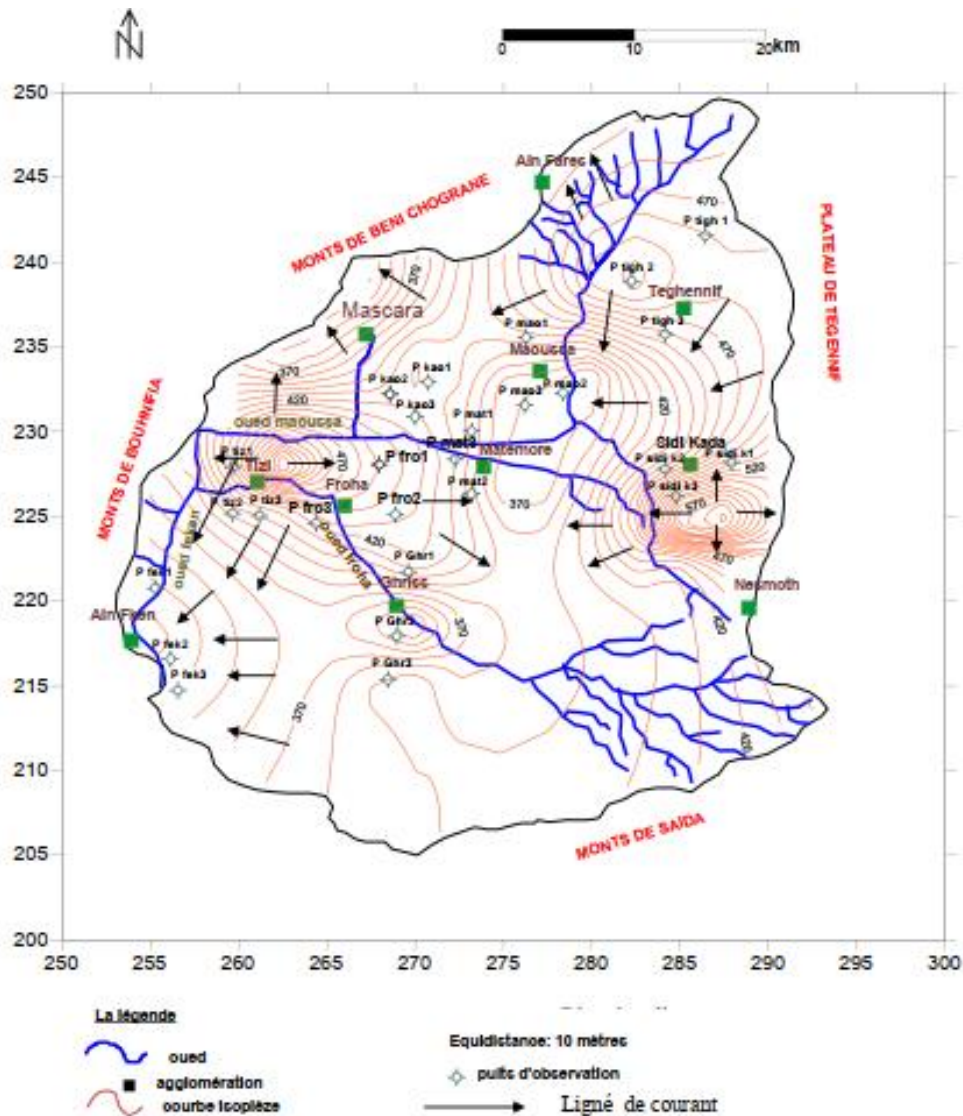


Figure 11 : Carte piézométrique de la plaine de Ghriss [basses eaux, 2009].

### 3.3 Évolution piézométrique :

#### 3.3.1 Les Piézomètres :

L'étude des niveaux statiques de sept (07) piézomètres durant la période s'étalant de mars 1998 jusqu'à mars 2019 a permis de mettre la lumière sur l'évolution des potentialités des différentes nappes au cours de ces trente dernières années.

Les piézomètres reflètent les variations des niveaux des nappes captées sans qu'il soit pour autant impactés par les pompages ou les perturbations d'origine anthropiques.

*Tableau 3: Piézomètres des nappes captées dans la plaine de Ghriss*

| N du piézomètre | Localisation       | Profondeur (m) | Coordonnées |        | Nappe surveillée       |
|-----------------|--------------------|----------------|-------------|--------|------------------------|
|                 |                    |                | Long.       | Lat.   |                        |
| <b>P2-1</b>     | Tizi               | 50             | 0,095       | 35,339 | Alluvions              |
| <b>P2-2</b>     | Tizi               | 190            | 0,095       | 35,338 | Calcaires lacustres    |
| <b>P3</b>       | ST. ONM            | 95             | 0,180       | 35,363 | Calcaires lacustres    |
| <b>P4</b>       | Matemore           | 131            | 0,222       | 35,315 | Calcaires dolomitiques |
| <b>P5</b>       | Sidi Kada          | 80             | 0,281       | 35,324 | Conglomérats           |
| <b>P6</b>       | Tighennif          | 90             | 0,320       | 35,410 | Grès et sable          |
| <b>P7</b>       | route de Tighennif | <b>60</b>      | 0,329       | 35,374 | Grès et graviers       |

Les piézomètres P2-1, P5 et P4 se sont asséchés respectivement en juin 99, juillet 2004 et mars 2019. Les rabattements les plus importants sont enregistrés au piézomètre P2-2 (48,13 m) et P6 (28,38 m). Le piézomètre P3 a connu pendant la période 1998-2019 un léger rabattement de quelques mètres jusqu'à ce que la tendance s'inverse en 2007 et les niveaux ont augmenté jusqu'en 2019 atteignant une valeur supérieure à celle observée en 1998.

C'est le seul piézomètre ayant enregistré des rehaussements de nappe. Les niveaux du piézomètre P7 sont restés plus ou moins stables avec quelques rabattements durant la période 1998-2008 et une augmentation de la surface de la nappe captée jusqu'à ce jour.

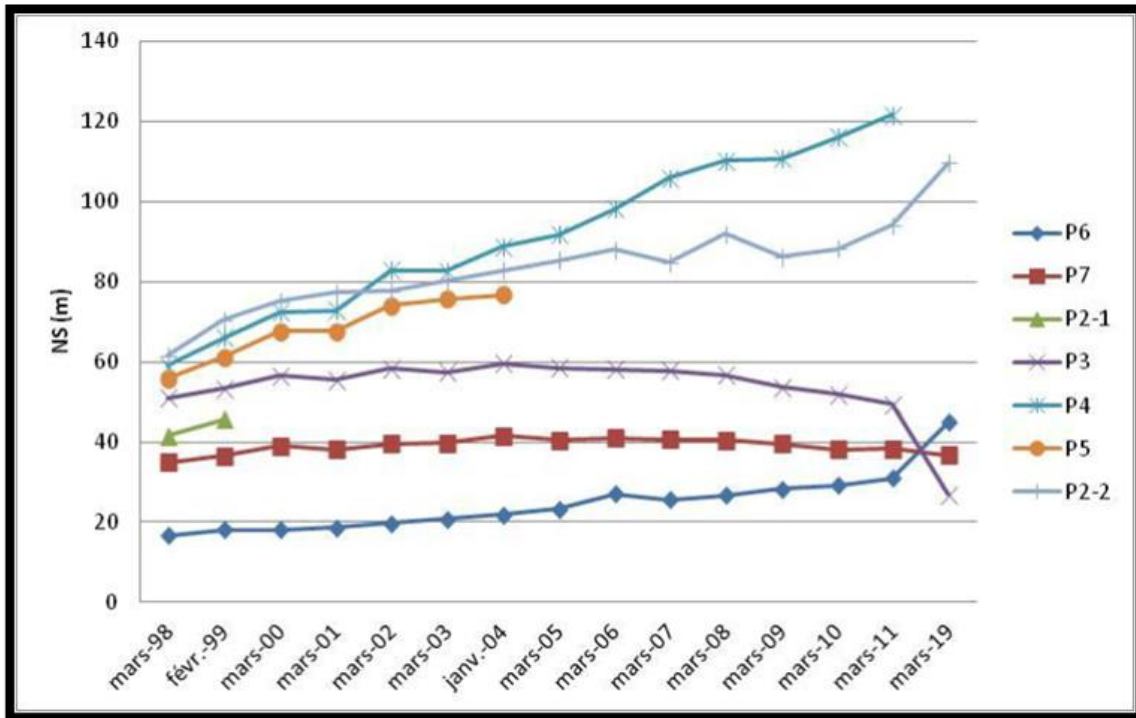


Figure 12 :Évolution des niveaux statiques des piézomètres constituant le réseau de Surveillance du système aquifère de Ghriss.

### 3.3.2 La nappe du Plio-Quaternaire :

Une approche visant à avoir une vision d'ensemble de la variation de la piézométrie de la nappe Plio-Quaternaire a été tentée en comparant les niveaux actuels (Mars 2019) et une année de référence à savoir 1999.

## Deuxième chapitre : Considérations géologique et hydrogéologique

*Tableau 4 : les niveaux statiques des points d'observations*

| <b>Puits</b>  | <b>NS 1999</b> | <b>NS 2004</b> | <b>NS 2019</b> | <b>Rabatement entre 1999 et 2019</b> |
|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------|
| <b>622bis</b> | 34.50          | 33.51          | 30.24          | -4.26                                |
| <b>519</b>    | 69.66          | 66.72          | 63.94          | -5.62                                |
| <b>1205</b>   | 30.70          | 27.41          | 9.89           | -20.81                               |
| <b>1098</b>   | 21.12          | 30.32          | 27.89          | 6.77                                 |
| <b>35</b>     | 23.95          | 37.45          | 29.83          | 5.88                                 |
| <b>1014</b>   | 44.90          | 44.61          | 44.35          | -0.55                                |
| <b>661</b>    | 38.56          | 50.82          | 44.33          | 5.77                                 |
| <b>107</b>    | 51.38          | 89.88          | 66.20          | 14.82                                |
| <b>82</b>     | 65.57          | 82.13          | 73.74          | 8.17                                 |
| <b>727</b>    | 72.71          | 66.26          | 59.66          | -13.05                               |
| <b>230</b>    | 28.02          | 18.90          | 9.12           | -18.24                               |

La Figure 13 représente une cartographie de la différence des niveaux entre 1999, 2004 et 2019. Les parties de la nappe Plio-Quaternaire qui ont connus un rehaussement sont situées à l'extrémité nord-est et au sud de la ville de Ghriss. Cependant, le centre de la plaine limité approximativement par les villes Maoussa et Tizi au Nord et la région de Guerdjoum au sud est la partie où les rabattements sont le plus important plus de 50 m.

On constate que la nappe réagit différemment face au forçage anthropique et/ou au forçage climatique dont elle était sujette. La partie Est reçoit, en plus des pluies efficaces et des retours des eaux d'irrigation, une recharge venant du Nord (nappe du Pliocène) et du Sud (nappe du Jurassique).

Ceci a certainement contribué à l'augmentation des niveaux après des rabattements record durant les années 80 et 90.

La partie centre quant à elle est la plus sollicitée par les pompages destinés plus particulièrement à l'irrigation. Elle reçoit les recharges par drainante ascendante à partir de la nappe profonde mais le débit n'est pas suffisant, et les rabattements sont importants.

L'évolution des niveaux statiques de quelques puits témoins pendant 20 ans (entre 1999 et 2019) a révélé globalement que le niveau de la nappe a une tendance à la baisse, mais

l'abaissement du niveau ne se fait pas d'une manière régulière ni dans le temps ni dans l'espace. Une diminution du niveau qui dépasse les 5 m a été enregistrée au niveau des puits : 1098 ; 35 ; 661 ; 82 et 107. Ce dernier puits présente la valeur maximale du rabattement avec 14.82m.

Cependant, on note une remontée d'eau variant de 4 à 18 m pour les puits 622bis ; 519 ; 727 ; 230 et une remontée maximale de l'ordre de 20m enregistré au niveau du puits 1205. Pour le puits 1014, le niveau varie entre 44.90m et 44.35 m avec une amélioration de l'ordre de 0.55 m en 2019 par rapport 1999 m. Il présente une stabilisation du niveau piézométrique au cours de la période d'étude.

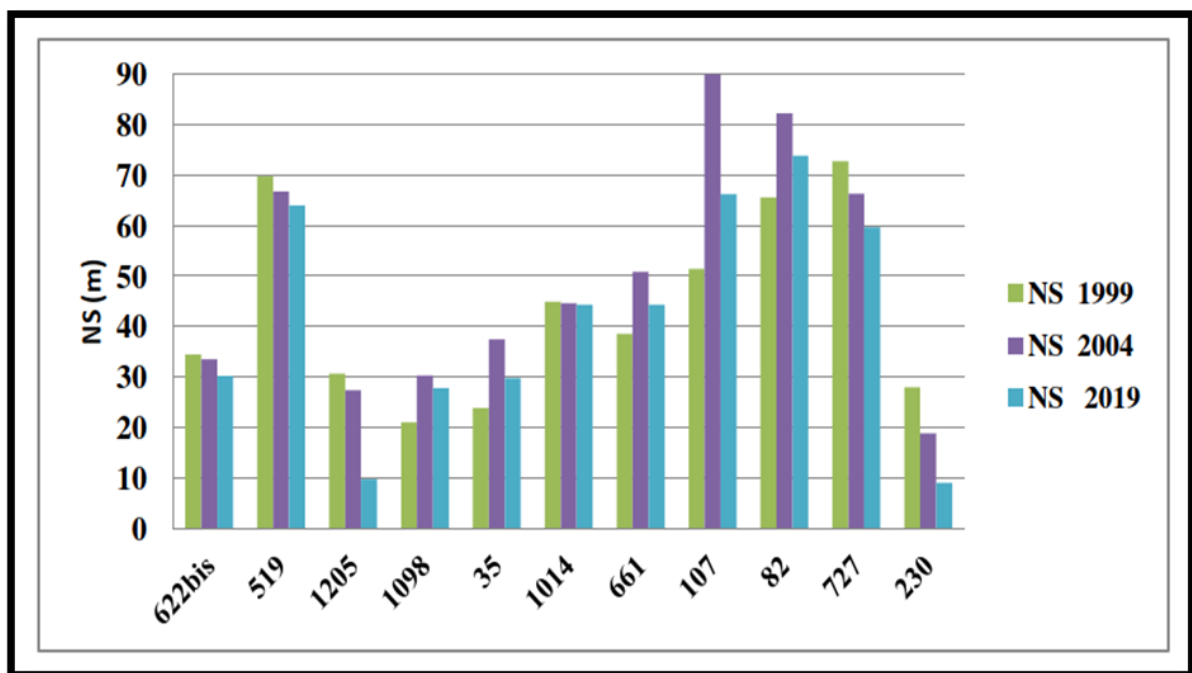


Figure 13 : Évolution des niveaux statiques des puits captant la nappe Plio-Quaternaire

### 3.3.3 La nappe du Jurassique et du Pliocène :

La Figure 14 représente la différence entre les niveaux statiques de quelques forages captant les deux nappes à différents endroits durant une période qui s'étale de novembre 2012 à septembre 2018. Pour la nappe du Jurassique, on enregistre une stabilisation des niveaux statiques des forages qui se situent dans les zones d'affleurements (monts de Saida ou Djebel Enfous et Bouradou) ou à proximité (forage F2, E54 et E59). Les forages situés plus au nord ont connus des rabattements très importants allant jusqu'à 77 m en moins de 6 ans.

## Deuxième chapitre : Considérations géologique et hydrogéologique

Par conséquent on peut supposer que la nappe du Jurassique se recharge plus aisément dans sa partie libre ce qui se traduit par une stabilisation des niveaux à ce niveau, alors que les parties les plus profondes connaissent des rabattements causés par un renouvellement très lent de la ressource en eau dans ces zones et une surexploitation massive. Pour la nappe du Pliocène les rabattements augmentent de l'est vers l'ouest avec un minimum au niveau de S2 et E61 et un maximum au niveau du forage E4.

Au Nord et à l'Est le rechargement de la nappe se fait respectivement à partir de l'affleurement des calcaires lacustre d'une part et des grès et sable d'autre part. Vers l'ouest ses formations s'enfoncent sous une épaisse couche de marne. Les niveaux piézométriques de la nappe dans sa partie libre sont assez stables tandis que dans les parties profondes le renouvellement est plus lent.

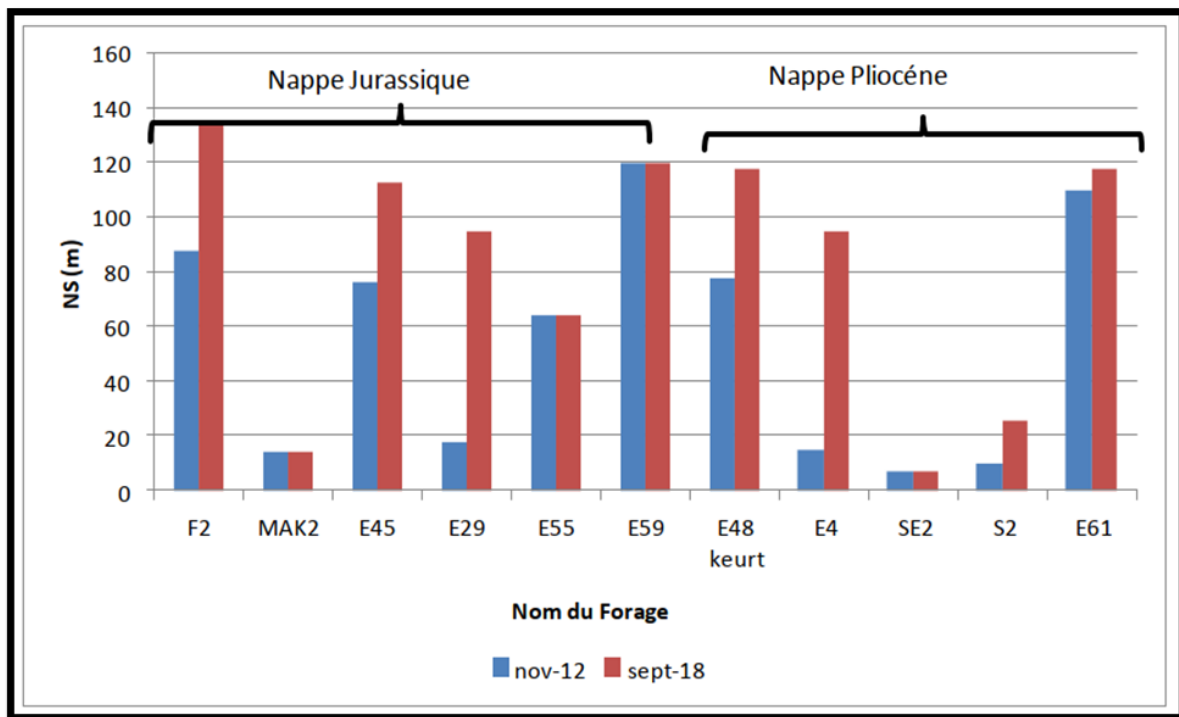


Figure 14: Évolution des niveaux statiques des forages captant la nappe Jurassique et la nappe Pliocène

Les observations relevées sur les piézomètres montrent que toutes les nappes sont touchées par de forts rabattements. Même la nappe des calcaires dolomitiques qui était considérée un certain temps comme nappe de réserve vu la profondeur de son toit est touchée.

### 3.4 Paramètres hydrodynamiques :

L'expression généralisée de la loi de Darcy dégage trois grands groupes de paramètres de l'écoulement de l'eau souterraine dans les aquifères.

#### 3.4.1 La transmissivité :

La transmissivité est le produit de coefficient de perméabilité (K) par l'épaisseur de l'aquifère (b). Elle exprime en ( $m^2/s$ ).

La répartition des valeurs de la transmissivité établie par « Sourisseau » est assez homogène sur la partie basse de la plaine de Ghriss. Elle est plus forte dans la moitié Sud ( $10^{-3} m^2/s$ ) que dans la moitié Nord.

Pour le Pliocène, la transmissivité est de [ $10^{-5}$  à  $4,85 \times 10^{-3} m^2/s$ ] (Sourisseau 1974).

La transmissivité est variable. Elle augmente dans le sens de l'écoulement des eaux. Plus on se rapproche de Ain Fekan, plus la nappe du substratum Jurassique est fissurée et karstique. Elle est comprise entre [ $10^{-4}$  et  $10^{-2}$ ] (Sourisseau 1974).

#### 3.4.2 Le coefficient d'emmagasinement :

C'est le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné par l'unité de la surface de l'aquifère à la variation de charge hydraulique correspondante. Pour la nappe libre, le coefficient d'emmagasinement établi par « Sourisseau » est compris entre [0.1 et 0,25], ceci implique que la nappe libre à une porosité élevée.

Pour la nappe des calcaires lacustres, le coefficient d'emmagasinement est de l'ordre de  $3$  à  $5 \times 10^{-3}$ . Pour la nappe des calcaires dolomitiques du Jurassique le coefficient d'emmagasinement est environ de  $3 \times 10^{-3}$  à 0,05 (Sourisseau 1974).

Troisième chapitre :  
Synthèse hydrochimique

Introduction :

Afin d'étudier le chimisme des eaux de la plaine de Ghriss, des résultats d'analyses ont été mis à notre disposition portant sur les dosages des puits et des forages issus de plusieurs organismes (ANRH, AGIRE), en :

- Les cations :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$
- Les anions :  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$
- La minéralisation, résidu sec et le pH

### 1 Classification chimique des eaux souterraines :

#### 1.1 Nappe des alluvions :

L'étude a porté sur 14 puits implantés dans cette nappe pour la période juillet 2011, représentés dans la figure 15.

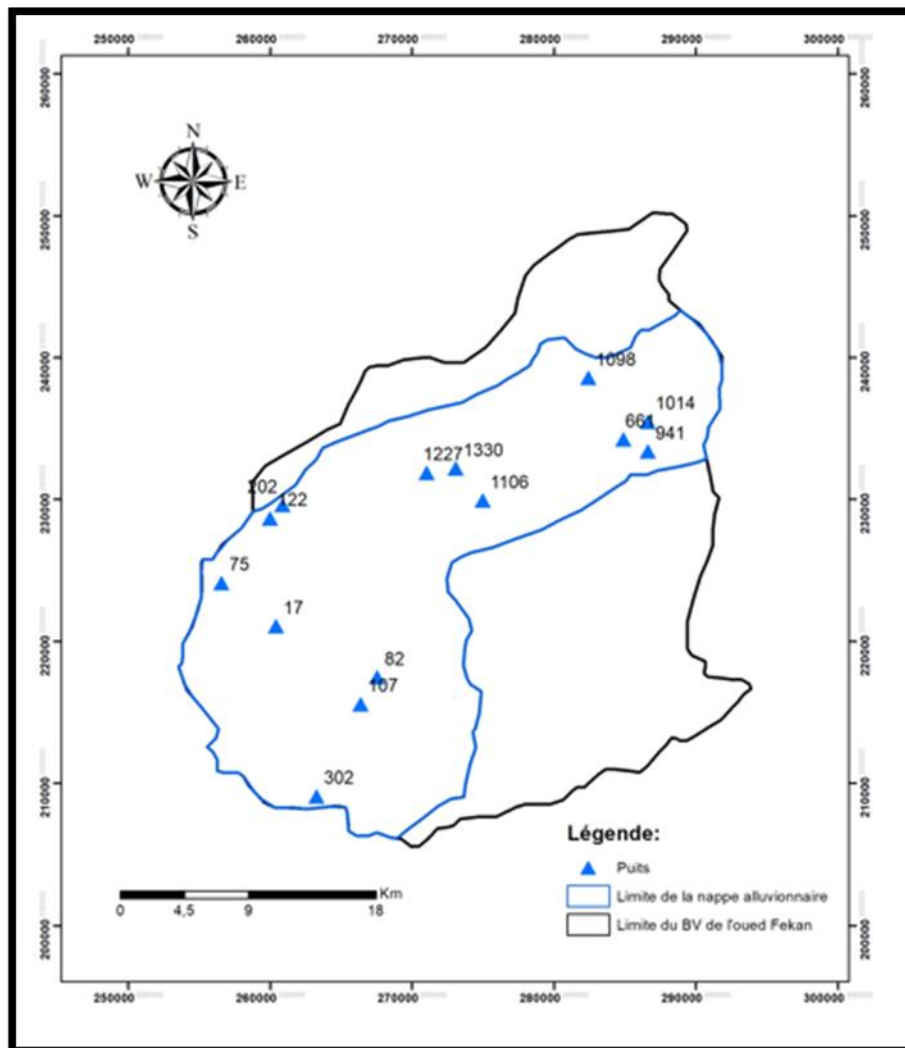


Figure 15 : Positionnement des puits captant la nappe des alluvions

### a) Paramètres physiques :

Il s'agit des paramètres facilement mesurables et utiles pour la détermination de l'état chimique des polluants dans l'eau.

#### ❖ Le pH :

C'est un paramètre qui détermine l'acidité ou l'alcalinité d'une eau ainsi que l'état d'équilibre des éléments chimiques.

Les valeurs des puits oscillent entre 7,17 et 7,92.

#### ❖ Conductivité électrique :

La conductivité électrique de l'eau reflète assez bien sa teneur en sels dissous, les valeurs observées sont très dispersées (de 780 et 3680  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), cette gamme étendue reflète la variété des facies chimiques.

### b) Paramètres chimiques :

#### ❖ Teneurs en calcium et en magnésium :

Les teneurs en calcium varient entre 30 et 280 mg/l et celles en magnésium entre 41 et 194 mg/l.

#### ❖ Teneurs en Sodium et en Potassium :

Les teneurs en sodium varient entre 28 et 377 mg/l alors que celles de potassium sont plus faibles et varient entre 3 et 8 mg/l.

#### ❖ Teneurs en Bicarbonates :

Les eaux sont totalement dépourvues de  $\text{CO}_3^{2-}$ , par contre les eaux ont des teneurs en  $\text{HCO}_3^-$

Assez importantes pouvant atteindre 453 mg/l.

#### ❖ Teneurs en Chlorures :

Elles peuvent atteindre une valeur maximale de 1123 mg/l, on constate que les chlorures sont en quantité très importante sur le secteur étudié.

#### ❖ Teneurs en Sulfates :

Les teneurs varient de 39 à 360 mg/l.

❖ Teneurs en Nitrates :

Elles varient entre 4 et 104 mg/l. les valeurs élevées sont dues à l'utilisation intensive des engrais azotés pour la fertilisation des sols agricoles.

c) **Classification graphique des eaux de la plaine de Ghriss :**

❖ Diagramme de PIPER :

Ce diagramme permet la représentation sur un même plan l'ensemble des points d'eau. On remarque que l'ensemble des puits présente un faciès chloruré sulfaté calcique et magnésien et d'autre faciès bicarbonaté calcique et magnésien (figure 16).

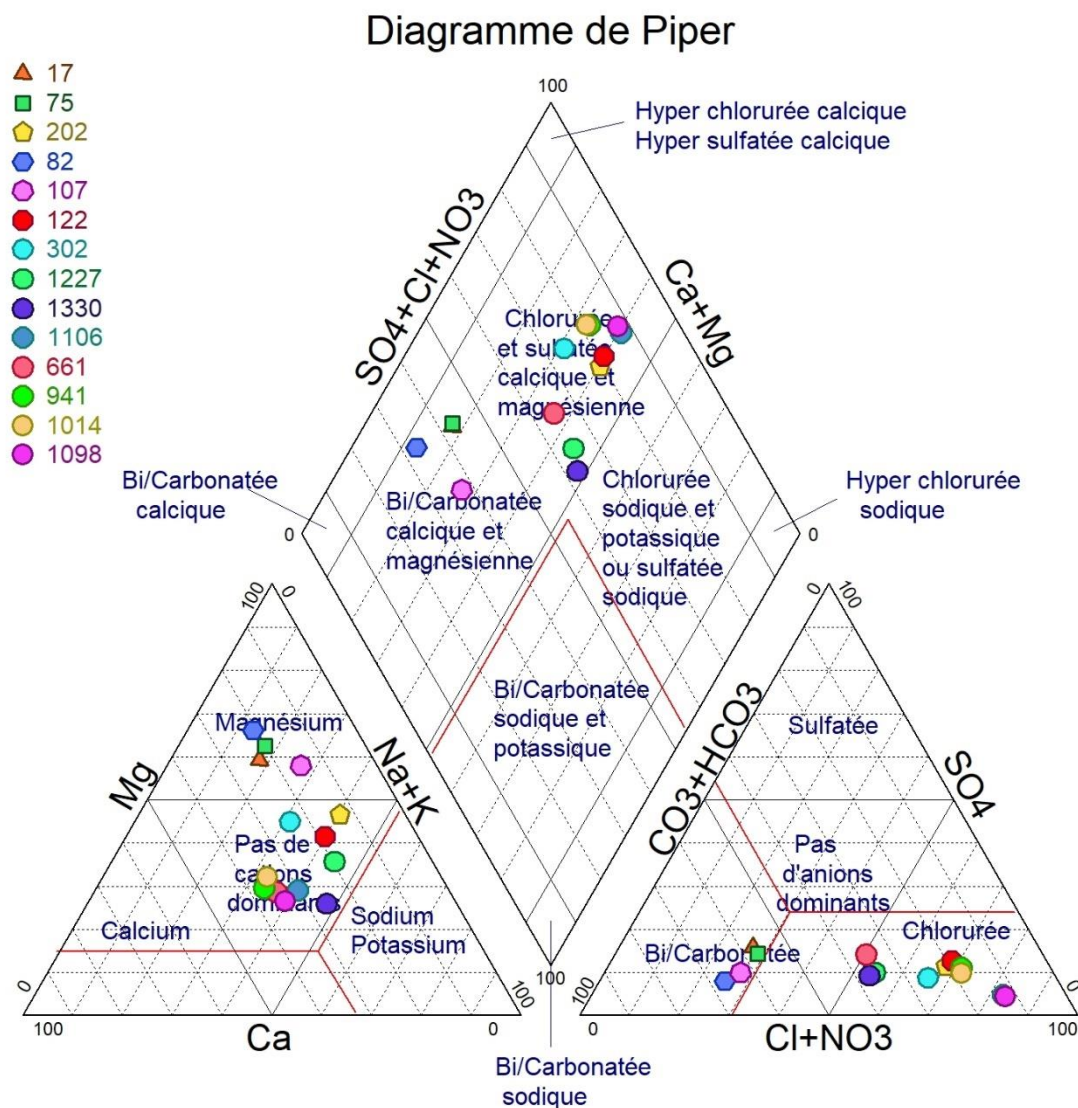


Figure 16 : Diagramme de Piper de la nappe Plio-Quaternaire

❖ Diagramme de Shoeller-Berkaloff :

On a pu classer les eaux sur diagramme semi log de Shoeller-Berkaloff visualisant les différents types de facies voire chloruré magnésien, chloruré sodique et bicarbonaté magnien (figure 17).

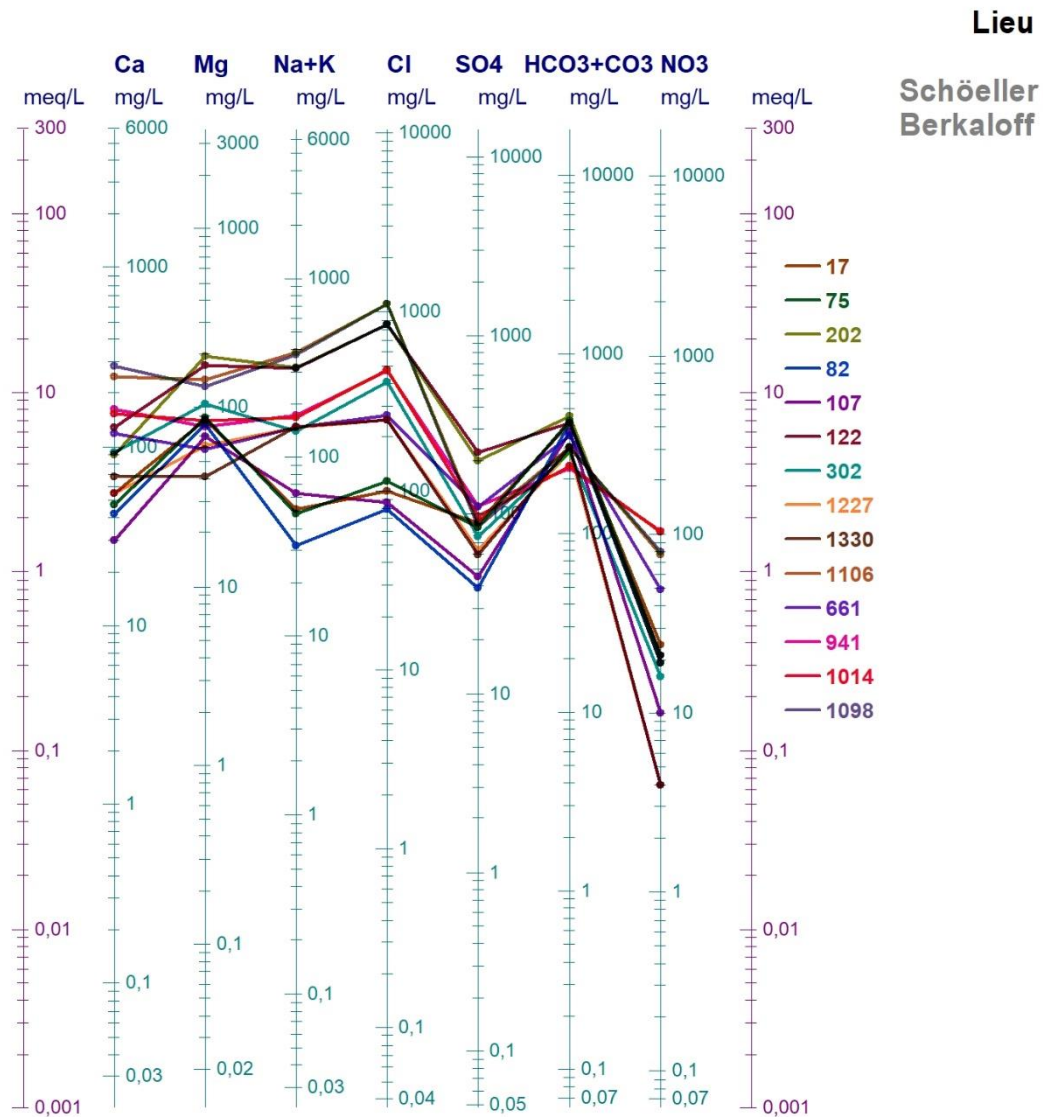


Figure 17 : Diagramme de Schöeller Berkaloff de la nappe Plio-Quaternaire de Ghriss

#### 1.2 Nappe des calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur :

Le faciès des eaux de la nappe des calcaires dolomitiques est principalement bicarbonaté magnésien, tandis que les eaux du deuxième faciès présentent une extension de faible envergure, de type chloruré magnésien.

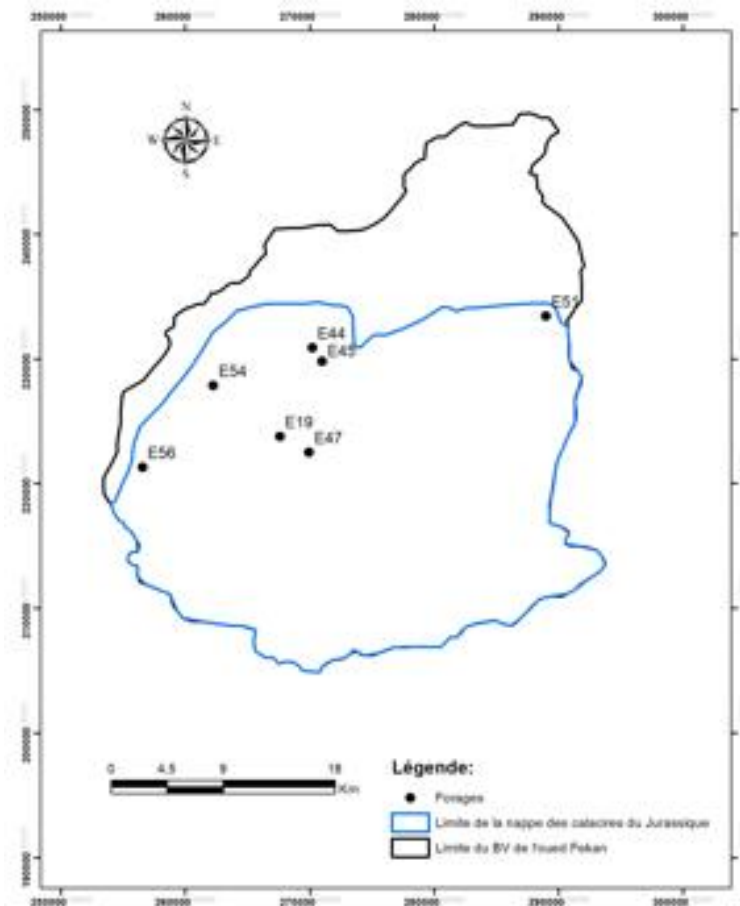


*Figure 18 : Positionnement des forages captant la nappe des Calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur*

La dissolution des calcaires dolomitiques est causée par les teneurs relativement élevées en bicarbonates et en magnésium. Les eaux chargées en chlorures de cette nappe pourraient résulter de la dissolution des sels présents dans les couches marneuses entrelacées dans les calcaires dolomitiques (Figure 19 et 20).

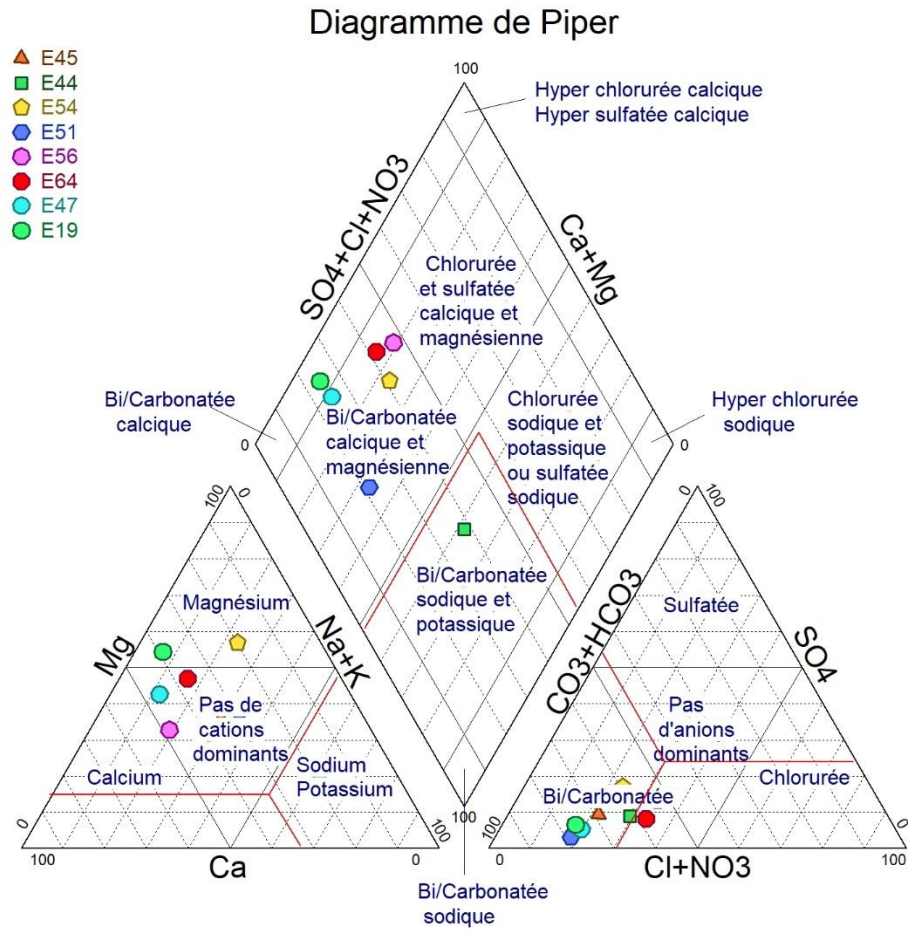


Figure 19 : Diagramme de Piper de la nappe des calcaires dolomitiques de Jurassique supérieur de Ghriss

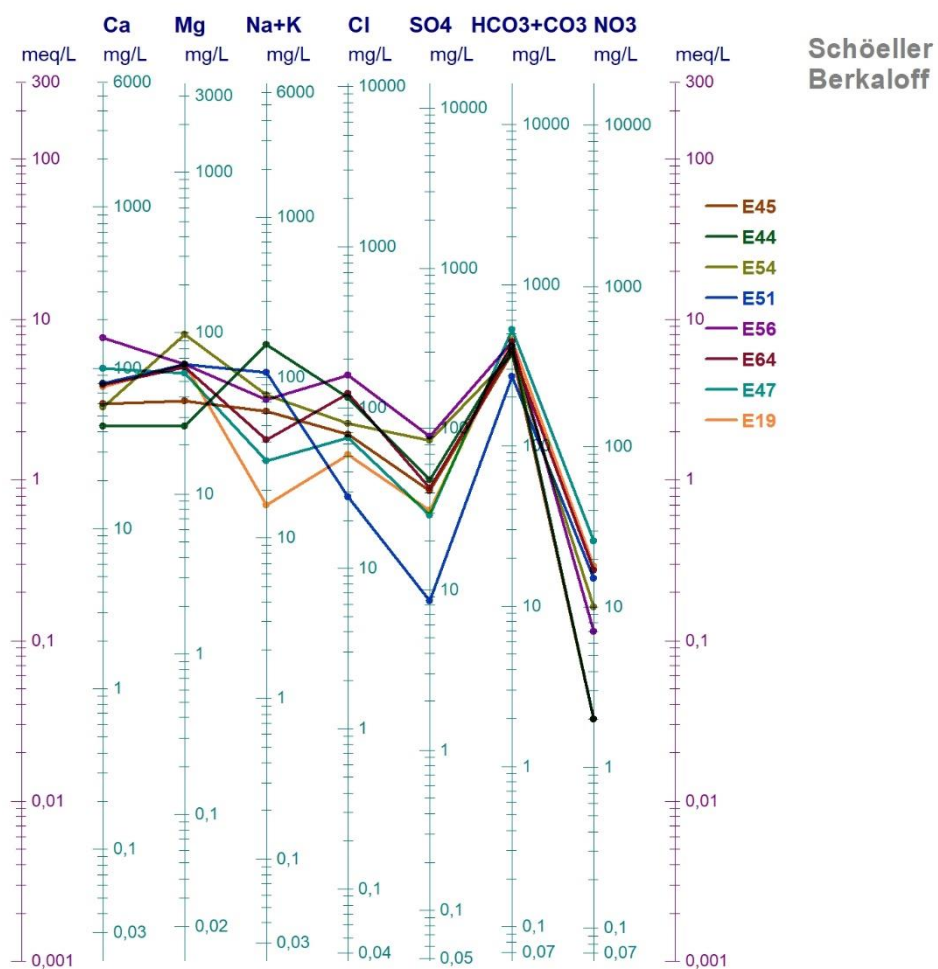


Figure 20 : Diagramme de Schöeller Berkaloff de la nappe des calcaires dolomitiques de Jurassique supérieur de Ghriss

#### 1.3 Nappe des Grès et des Calcaires lacustres du Pliocène :

Sur le plateau de Mascara, les grès et les calcaires lacustres du Pliocène sont recouverts d'une seule nappe dont la composition chimique est similaire. Le faciès bicarbonaté calcique dans la région de Mascara est un indicateur de la présence importante de ciment calcaire. Au Nord de Mascara à Tighennif, on peut observer des teneurs élevées de chlorure provenant des terrains argileux et le versant Sud des Béni-Chougrane est recouvert d'un dépôt marno-sableux provenant du Mio-pliocène (Figure 21,22 et 23).

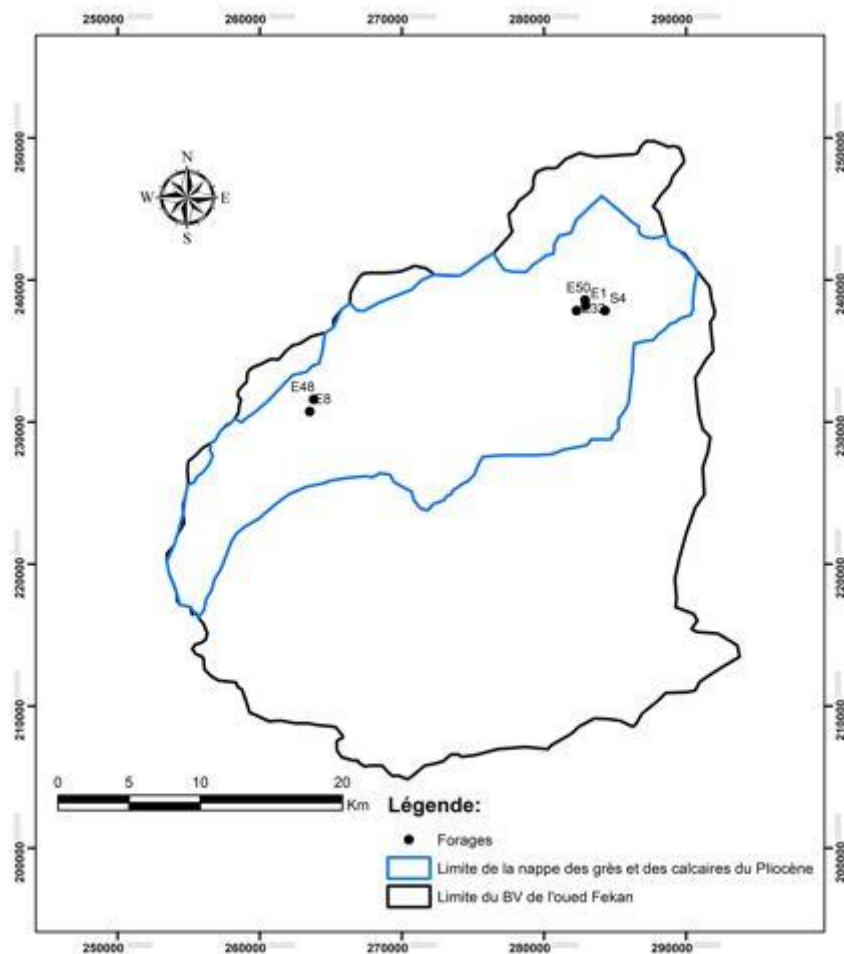


Figure 21 : Positionnement des forages captant la nappe des Grès et des Calcaires lacustres du Pliocène

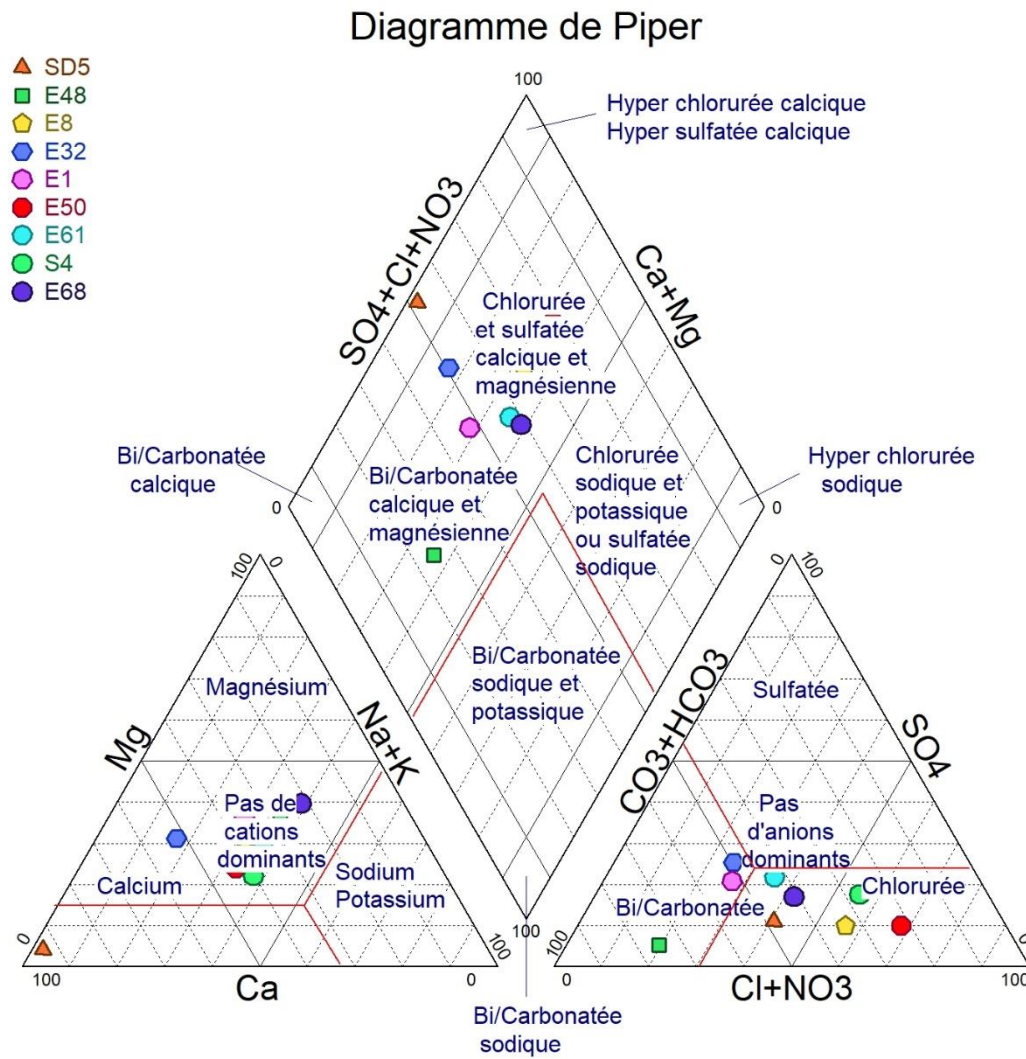


Figure 22 : Diagramme de Piper de la nappe des calcaires lacustre du Pliocène de Ghriss

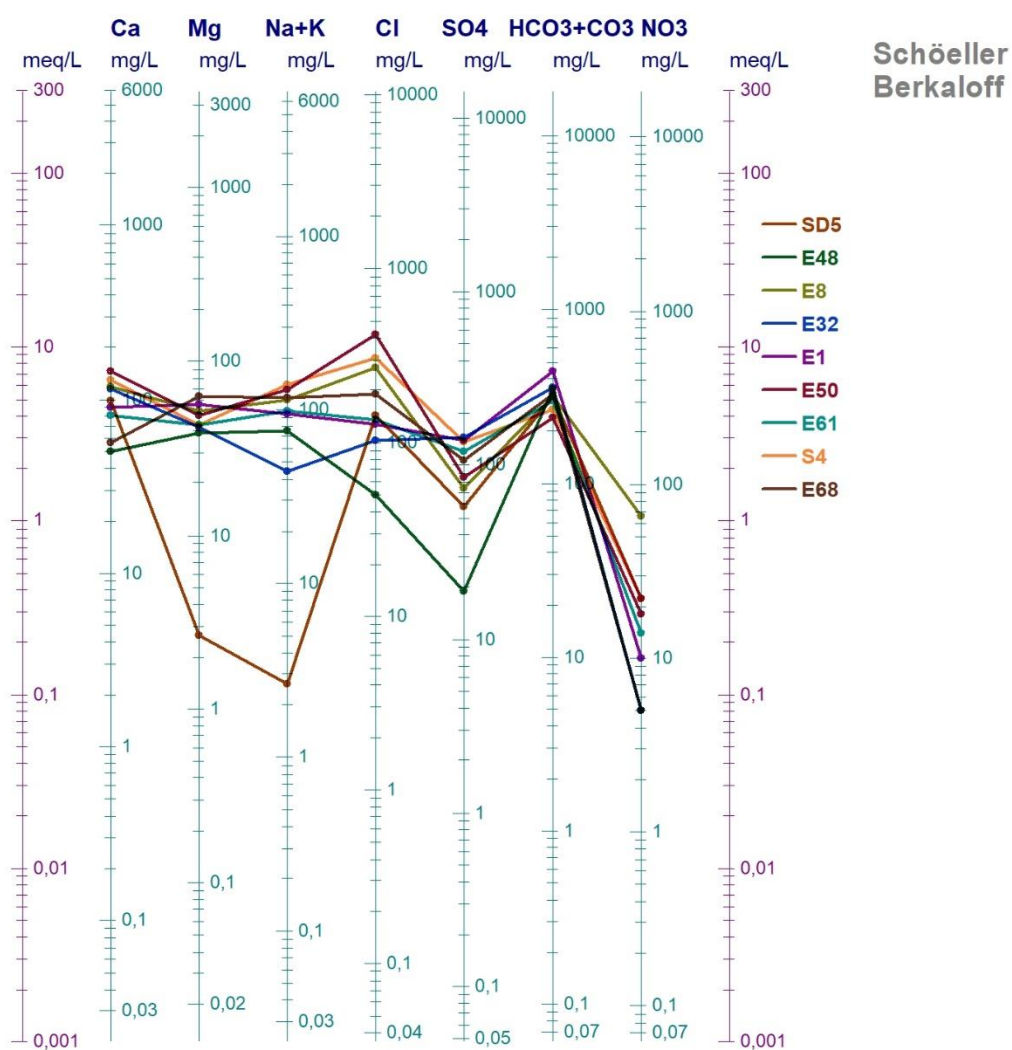


Figure 23 : Diagramme de Schöeller Berkaloff de la nappe des calcaires lacustre du Pliocène de Ghriss

## 2 Origine de la minéralisation :

Les eaux de la nappe de Ghriss traversent des formations géologiques riches en éléments solubles (calcaire, marne, gypse). Cela favorise une minéralisation naturelle, accentuée par des apports anthropiques (engrais, eaux usées).

*Tableau 5: Les paramètres les plus couramment analysés dans les études hydrochimiques  
( ABH)*

| Paramètre          | Valeur typique (Plaine de Ghriss) | Origine / Interprétation                  |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| pH                 | 7,2 – 8,5                         | Eau souvent alcaline (effet calcaire)     |
| Conductivité (EC)  | 1 000 – 3 500 $\mu\text{S/cm}$    | Taux élevé de sels dissous (salinité)     |
| $\text{Ca}^{2+}$   | 100 – 300 mg/L                    | Dissolution de calcaire                   |
| $\text{Mg}^{2+}$   | 30 – 80 mg/L                      | Marne, dolomie                            |
| $\text{Na}^+$      | 100 – 400 mg/L                    | Apports anthropiques / dissolution halite |
| $\text{Cl}^-$      | 150 – 600 mg/L                    | Pollutions, eaux usées, engrais           |
| $\text{SO}_4^{2-}$ | 150 – 700 mg/L                    | Dissolution de gypse / engrais            |
| $\text{HCO}_3^-$   | 150 – 350 mg/L                    | Carbonates naturels                       |
| $\text{NO}_3^-$    | 50 – 200 mg/L                     | Engrais azotés (pollution agricole)       |

### 3 Contamination de la nappe par les Nitrates :

#### ✚ Concentration des ions $\text{NO}_3^-$ :

La carte de distribution des nitrates (figure 24) montre que les eaux de la zone comprise entre Ghriss et Tizi ont des concentrations inférieures à 15mg/l. la bonne qualité des eaux dans ce couloir est probablement résulte, d'une part, à une bonne alimentation latérale par les formations carbonatées et d'une autre l'existence d'une zone avec pompage intensif ce permis un renouvellement permanent des eaux. On remarque que plus qu'on s'éloigne de ce couloir les teneurs en nitrates augmentent.

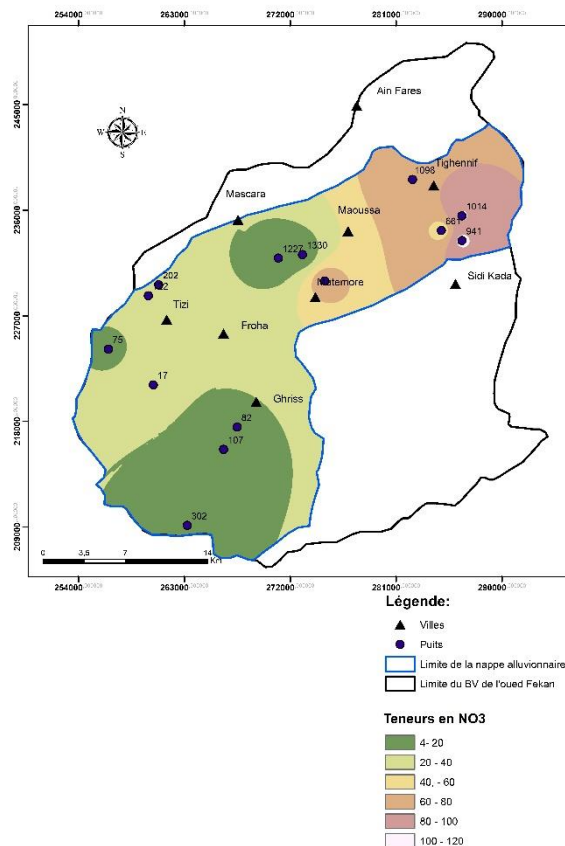


Figure 24 : Carte de distribution des nitrates dans les eaux de la nappe alluvionnaire

#### ✚ Concentration des ions $\text{NO}_2^-$ et $\text{NH}_4^+$ :

Les nitrites varient entre 0 à 0.18 mg/L et l'ammonium entre 0 et 0.21 mg/L. Aucun dépassement par rapport à la norme de potabilité n'est à signalé pour ces deux paramètres. Les coefficients de variations importants reflètent des gammes étendues pour les concentrations de ces deux éléments.

#### ✚ Contamination de la nappe par les pesticides :

Aucune donnée d'analyses de pesticides dans la nappe n'est disponible sur la zone d'étude

### **Conclusion générale :**

L'étude menée sur la plaine de Ghriss a permis de dresser un diagnostic approfondi de l'état qualitatif et quantitatif des eaux souterraines. Cette région à vocation agricole repose principalement sur des nappes phréatiques, plio-quadernaires et jurassiques, qui subissent depuis plusieurs décennies des pressions croissantes dues à la surexploitation pour l'irrigation, l'alimentation en eau potable et les usages industriels.

Sur le plan quantitatif, l'évolution piézométrique révèle une tendance générale à la baisse du niveau des nappes, avec des rabattements significatifs atteignant parfois plusieurs dizaines de mètres, notamment dans les zones fortement sollicitées. Cette baisse est accentuée par une recharge naturelle insuffisante et une gestion non durable des prélèvements.

D'un point de vue qualitatif, les résultats des analyses hydrochimiques montrent une diversité de faciès chimiques selon les nappes. Si les eaux de la nappe jurassique présentent généralement une bonne qualité (type Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>), les nappes phréatiques et plio-quadernaires sont marquées par des signes de pollution, notamment par les nitrates et les chlorures, traduisant une influence anthropique (engrais agricoles, eaux usées, sur-irrigation). Près de 45 % des forages présentent des concentrations en nitrates dépassant les normes de potabilité, ce qui soulève de sérieuses préoccupations environnementales et sanitaires.

L'approche combinée entre données de terrain, mesures piézométriques et analyses en laboratoire a mis en évidence la nécessité de renforcer le réseau de surveillance, de contrôler les pratiques agricoles, et de promouvoir une gestion intégrée et durable des ressources hydriques dans la plaine de Ghriss. La préservation de cette ressource vitale passe impérativement par une coopération entre les acteurs locaux, les institutions de gestion de l'eau et les agriculteurs.

### Références bibliographiques :

**ACHIT M, S. REZAK S. BENBOUALI A. (2004) :** Contribution a l'étude de la qualité des eaux d'irrigation en zone semi-aride. Cas des eaux souterraines de la nappe superficielle de la plaine de Ghriss (wilaya de mascara).P02-04.

**A.N.R.H d'Oran. (2012):** Données des précipitations de la Station de Ghriss 1980-2009 et des Températures de la station de Bouhnifia 2004-2009.

**BEKKOUSSA B. (2001) :** Evaluation et cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la plaine de Ghriss en utilisant la méthode DRASTIC et les systèmes d'information géographiques. Thèse de magister, Univ Oran ; 2001.

**BEKKOUSSA B. MEDDI M. JOURDE H (2008) :** Forçage climatique et anthropique sur la ressource en eau souterraine d'une région semi-aride : cas de la plaine de Ghriss (Nord-Ouest algérien) Article scientifique Sécheresse 2008 ; 19 (3) : 173-184. P 175-179.

**BENKADDOUR B. BBENABDELI K. :** Diagnostic des ressources hydrique et leur utilisation dans l'agrosystème dans le bassin versant d'oued el hammam (cas de la plaine de Ghriss, Algérie occidentale) Article scientifique Univ. Tlemcen.

**CASTANY G. (1982) :** Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Ed. Dunond, Paris.

**DJELLOULI R. HAMEL L. CHADLI A. LATRECHE A. ET MESRI N (2007) :** Analyse et évaluation des ressources hydriques dans la wilaya de Mascara. Revue des Energies Renouvelables ICRES-07 Tlemcen

**D.R.E de Mascara. 2012 :** Annuaire piézométrique de la plaine de Ghriss (Willaya de Mascara). Année 2008-2011. Logs des 33 Forages hydraulique.

**HADADJI A et HICHOUB B. (2007) :** L'état de la surexploitation des nappes de la plaine de Ghriss (Wilaya de Mascara) Mémoire d'ingénieur. Univ. Oran.

**MEDDI N. TALIA A. et MARTIN C (2009):** Évolution récente des conditions climatiques et des écoulements sur le bassin versant de la Macta (nord-ouest de l'Algérie). Manuscrit auteur, publié dans "Physio-Géo Géographie Physique et Environnement III (2009) 61-84" P 70.

**SOURISSOU B. (1970-1974) :** Étude hydrogéologique de la plaine de Ghriss (Mascara)