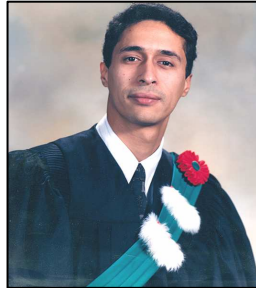


**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**Faculté des Sciences et Techniques**  
**Département des Sciences de la Terre**  
Marrakech



En hommage au professeur *Abdelhay BELKABIR*

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
LICENCE es SCIENCES ET TECHNIQUES  
« Eau et Environnement »

*Impact des fosses toutes eaux sur les eaux de la  
nappe exploitée pour l'AEP au douar Skoum  
(Commune Rural Ghmate Marrakech Maroc)*

**Présenté par : Mlle Lamyaa KACEM**

**Encadrée par : Pr M. AGOUSSINE -FST Marrakech**

**Soutenu le 28 juin 2010**

**Membres de jury :**

**Mr. AGOUSSINE**  
**Mr. IGMOULLAN**  
**Mr. KCHIKACH**

**Professeur FST Marrakech**  
**Professeur FST Marrakech**  
**Professeur FST Marrakech**

**Encadrant**  
**Examineur**  
**Examineur**

**Années universitaire : 2009/2010**

*DEDICACE*

*A ceux qui n'ont jamais cessé de m'encourager, et me  
Conseiller.*

*A ceux qui n'ont jamais été avares ni de leur  
Temps ni de  
Leurs connaissances pour satisfaire mes  
Interrogations.*

*A mes parents, mon frères et ma sœur.  
En témoignage de l'amour et de l'affection qui  
me lient.*

*A ma chère Houda  
A tous mes amis.*

# Remerciements

Ce modeste travail a été possible grâce à plusieurs personnes qui se sont toutes investies soit pour leur apport scientifique ou technique soit par leur encouragement. Il m'est agréable de leur exprimer en quelques lignes toute ma reconnaissance.

## ➤ A la faculté des Science et technique de Marrakech

Je tiens en premier lieu a remercier vivement mon encadrant, Monsieur **M . AGOUSSINE** pour m'avoir soutenu et appuyé tout au long de ce projet de fin d'étude .Monsieur vous avez su mener a bien mon encadrement. par vos idées pertinentes votre inépuisable enthousiasme vous m'avez encouragé a surmonter les difficultés aussi vos précieux conseils vos commentaires et vos critiques ont été très utiles pour structurer mon travail .Monsieur vous m'avez consacré de nombreuse heure de discussions, votre disponibilité, votre générosité m'ont été des atouts précieux .Un simple mot de merci n'est pas suffisant pour vous exprimer ma gratitude.

Mes vifs remerciements à Monsieur **B.IGMOULLAN** pour sa patience et ses conseils fructueux aillés à ses qualités humaines resteront gravés en ma mémoire.Mes sincères remerciements sont adressés à Monsieur **S .TAOURIRTE** Professeur de Chimie a la faculté pour son aide continuelle a chaque fois que je le demande.

## ➤ A la facultés des Sciences Semlalia de Marrakech :

J'ai l'honneur de présenter ma gratitude et je tiens de remercier vivement les professeurs au département de microbiologie pour m'avoir accepter de faire les analyses bactériologique.

Un grand merci à **Mme N .OUAZZANI** de m'avoir autorisé à travailler dans son laboratoire d'écotoxicologie au département de Biologie .Sa confiance et son souci m'ont souvent rassuré et incité a compléter ce travail.

## ➤ A l'ORMVA de Marrakech :

Mes sincères remerciement vont à Monsieur **A. MORINOU**, Ingénieur pédologue et responsable du laboratoire de pédologie et des analyses chimiques de l'eau, de m'avoir donner la possibilité d'effectuer mes analyses chimiques de l'eau, vraiment sa disponibilité, ses conseils m'ont toujours été très utiles.

Je veux également remercier tous ceux qui, de prés ou de loin, ont contribués à la réalisation de ce travail, sans oublier personne.

## Sommaire

Introduction générale .....	6
Première partie : Présentation générale de la région d'étude.....	8
I- Contexte géographique et géologique de la région d'étude .....	8
II- Contexte climatologique et hydrologique de la région.....	13
II.1- Climatologie .....	13
II.2- Hydrologique de surface : .....	14
II.3- Hydrogéologie:.....	14
Deuxième partie : problématique et travail effectuée.....	17
I- Problématique.....	17
II- Assainissement autonome dans le cas général et dans le secteur étudié.....	19
II.1- la réalisation de l'assainissement autonome dans le cas générale.....	19
II.1.1- Les fosses septiques : présentation générale et fonctionnement.....	19
II.1.2- Les puits perdus ou des latrines : .....	21
II.2-Description de l'assainissement dans le secteur d'étude (Douar Skoum).....	23
III- Le travail effectué .....	25
III.1- Méthodologie .....	25
III.2- Travail de terrain.....	25
A- Mesures in situ .....	25
B- Echantillonnage d'eau pour analyses chimiques .....	26
C- Echantillonnage d'eau pour les analyses bactériologiques.....	27
III.3- Travail de laboratoire .....	29
III.3.1- Les analyses chimiques : .....	29
III.3.1- les analyses bactériologiques .....	33
III.4- Résultats et interprétations.....	39
III.4.1- Les résultats physico-chimiques : .....	39
IV- Conclusion générale et recommandations .....	48
Références bibliographiques .....	49
Liste des figures et tableaux .....	50
Liste des photos .....	51
Liste des abréviations.....	52

## Résumé

L'utilisation des puits traditionnels pour l'alimentation en eaux potable et l'absence d'un réseau d'assainissement dans la zone d'étude aussi le rejets de ces effluents dans le milieu naturel fait soupçonner qu'il y a une contamination de cette nappe alluviale .

Durant le travail de ce mémoire nous avons réalisé diverses mesures sur la nappe de la région de Ghmate qui ont concerné des puits situés dans le douar Skoum. Ces puits ont fait l'objet d'un suivi de prélèvements d'eaux et d'analyses sur le terrain et au laboratoire .les actions qui ont été entreprises in situ ont concerné la mesure des paramètres physico-chimiques des eaux: la température de la conductivité. La mesure des niveaux piézoélectriques de la nappe et la collecte des données concernant la méthode utilisée pour l'évacuation des eaux usées.

Au laboratoire le dosage des nitrates, des sulfates des chlorure du sodium du calcium magnésium et du potassium, a systématiquement été effectué sur tous les échantillon prélevé. En ce qui concerne les analyses bactériologiques nous avons effectué le dénombrement des bactéries d'origine fécale les CF et SF.

Il ressort des résultats de recherche de ces germes bactériens que les eaux des puits prospectés hébergent de fortes densités des bactéries d'origine fécale alors les eaux de ces puits sont contaminés et impropre a l'utilisation directe pour la population locale de cette région car ces germes pathogènes posent un grand problème pour la santé publique.

## Introduction générale

L'eau est une richesse naturelle précieuse mais fragile et limitée. Indispensable à la vie et à toute activité humaine, elle est utilisée pour des usages domestiques, agricoles ou industriels, et la partie rejetée est souvent polluée.

Les conséquences, à court et long terme, d'un manque d'efficacité du traitement des effluents, sont connues : elles touchent à la santé, à l'hygiène et à la qualité du cadre de vie, ainsi qu'à l'environnement en général.

Les eaux souterraines jouent un rôle prépondérant dans l'alimentation en eau potable et le développement de l'irrigation. Cependant ces eaux souterraines peuvent être sujettes à différentes formes de pollutions surtout pour les nappes alluviales (Jamet et al.1996). En effet ces eaux de nappe constituent la principale source pour une grande partie des populations rurales.

Dans notre zone d'étude (Ghmate- Région de Marrakech) l'absence du réseau de distribution d'eau potable oblige la population à utiliser directement les eaux de puits traditionnels n'ayant subi aucun traitement préalable, dans leur alimentation. De même, ces communautés ne disposent pas de tous dispositifs adéquats d'évacuation des eaux usées. Aussi la population, face à l'inexistence de réseaux d'assainissement, rejette directement les déchets liquides et solides dans le milieu naturel. Egalement, les lieux d'aisance sont constitués par des fosses et latrines défectueuses dont les normes de construction n'ont pas été respectées. Alors, la qualité chimique et microbienne des eaux de puits situés sous un tel environnement est gravement menacée.

Le manque d'hygiène et la mauvaise qualité surtout bactériologique des eaux souterraines sont responsables de l'apparition et la propagation de maladies hydriques.

Le présent travail, qui entre dans le cadre d'un mémoire de fin d'études de licence ès sciences et techniques Eau et Environnement, a pour objectifs :

- ✚ La description de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement du douar Skoum,
- ✚ L'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de certains puits utilisés pour l'AEP.
- ✚ Montrer l'effet des « fosses » utilisées pour évacuer les eaux usées sur les eaux de la nappe d'une façon générale et sur les puits, sources d'alimentation des populations, en particulier.

En matière de protection de ressources en eau, la loi 10-95 sur l'eau, a prévu une série de mesures contre la pollution d'une part, et visant l'économie de l'eau et la lutte contre le gaspillage d'autre part. Ainsi, les instruments de protection des ressources contre la pollution sont définis comme suit :

- L'inventaire des degrés de pollution.
- Les autorisations de déversement des eaux usées.
- La réglementation des déversements existants.
- Les mesures d'urgence en cas de pollution accidentelle.
- La réglementation de l'utilisation des eaux usées ;
- La mise en oeuvre des zones de protection autour des puits dont les eaux est destinée à l'usage public.

**Première partie:**  
**Présentation générale de la région d'étude**



## Première partie : Présentation générale de la région d'étude

### I- Contexte géographique et géologique de la région d'étude

La zone d'étude fait partie de la plaine de l'Haouz du Haouz Central, limité au Nord par le massif des Jebilet, au Sud par la chaîne du Haut Atlas, par l'oued R'Dat à l'Est et par l'oued N'Fis à l'Ouest

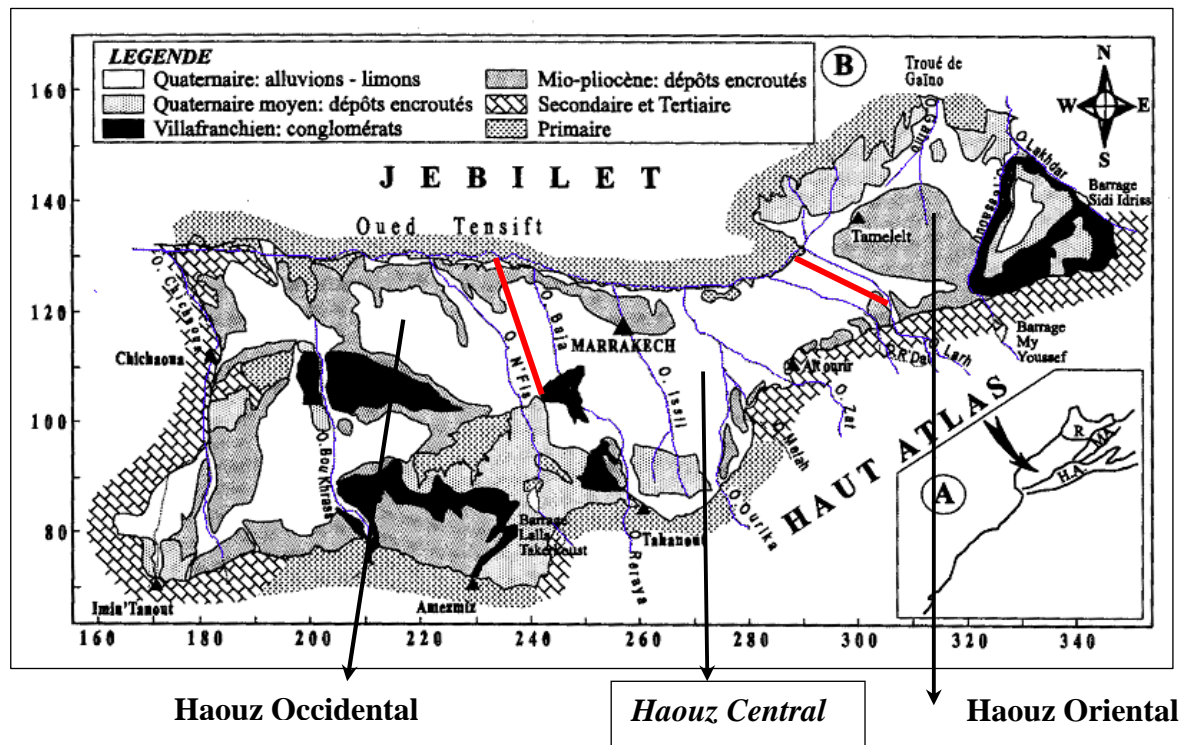
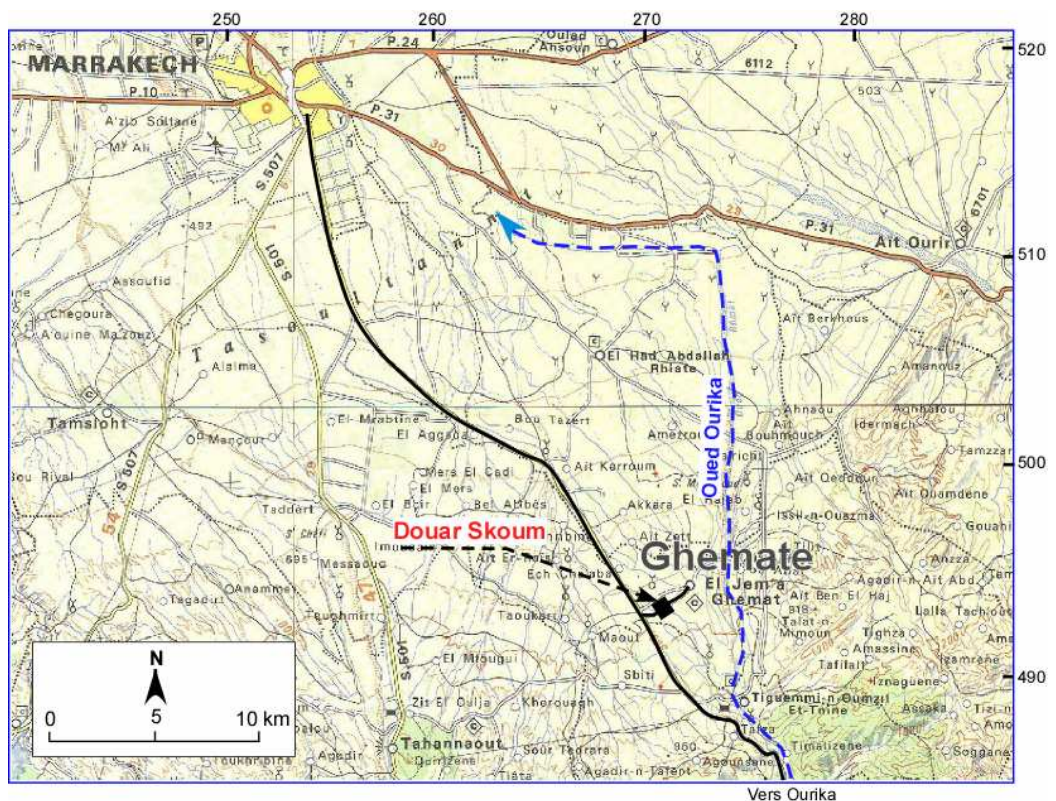


Fig1 :-Contexte géographique et géologique de la plaine du Haouz (Razoki, 2001).

Le secteur d'étude (Fig. 2) se situe dans la région de Ghmate et plus précisément au niveau du douar Skoum (35 km au sud-est de Marrakech)

Fig. 2 : Carte de situation de secteur d'étude (Extrait de la carte 1/250000 de Marrakech)





Du point de vue géologique, le Haouz central est constitué du : (Sinan, 2000)

### 1- Paléozoïque :

Dont ces terrains constituent le massif de Jebilet, limité nord du Haouz central et une grande partie du Haut Atlas. Ces terrains sont essentiellement formés de pélites, grès, quartzites et des argiles avec des carbonates au Dévonien.

### 2- Mésozoïque :

- **Permo-trias** : Les dépôts permio-triasiques sont constitués d'une série argileuse-salifère. Le Trias supérieurs Lias est marqué par l'individualisation du bassin haut atlasique.

- **Jurassique** : le Jurassique Inférieur est formé par les silto argileux, et le calcaire dolomitique, calcaire marneux et parfois du gypse.

Le Jurassique Moyen affleure essentiellement au niveau des cuvettes d'Ait ourir et est formé par des conglomérats, les silto-argileux et des grès.

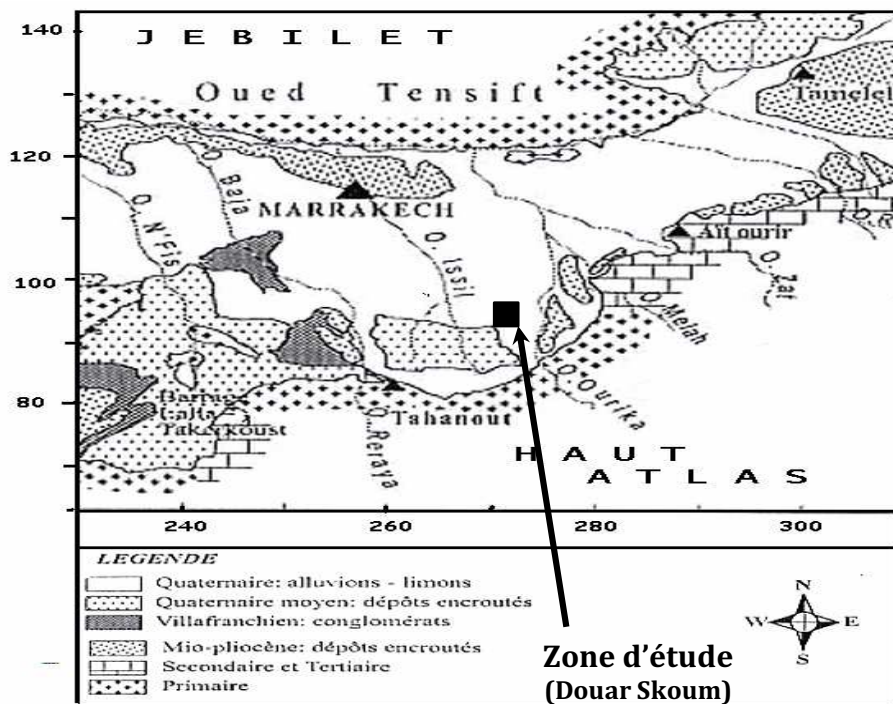


Fig.3 – Carte géologique du Haouz central (Razoki, 2001)

- **Crétacé** : le Crétacé inférieur est représenté, dans le Haouz central, par de calcaire gréseuse à altération jaunâtre (Albien) et le Crétacé moyen par un faciès argileux (cénomanien) et des calcaire (cénomano-turonien).

Le Crétacé supérieur est représenté par des faciès argileux (Sénonien) et des intercalations calcaires.

### 3- Cénozoïque :

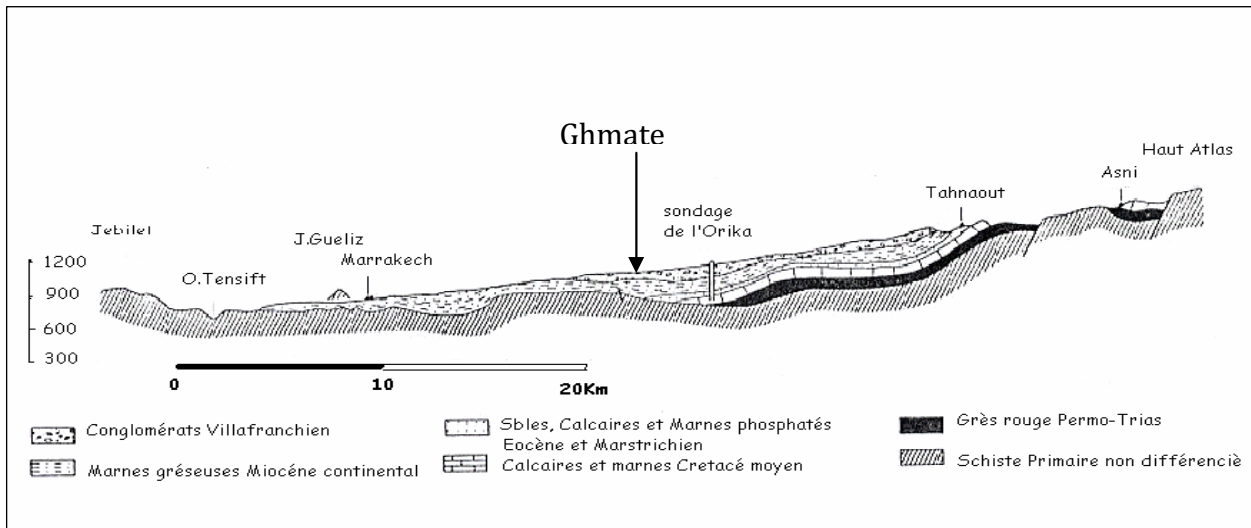
- **Eocène** : Il constitue le fond des synclinaux, le faciès est un calcaire à coquilles ou à silex ou bien de calcaire dolomitique avec des passages marneux ou gréseux.

- **Mio-Pliocène** : Il affleure au sud sous forme de pointements avec un faciès essentiellement gréseux et deviennent argileuses gréseux.

#### 4- Quaternaire :

Ses sédiments résultent des produits de démantèlement de la chaîne atlasique. Les dépôts sont constitués essentiellement par des limons rouges, argiles et des cailloux qui affleurent sur des grandes étendues dans le Haouz central.

Du point de vue structure interne, le Haouz centrale est caractérisé (Sinan, 2000) par la présence de trois accidents majeurs (Fig.4 ) mis en évidence par les différentes campagnes géophysiques. Il s'agit des failles d'Assoufid ; de Tahnaout et celle de N'fis



*Fig.4- Coupe géologique à travers le Haouz central et la bordure Nord du Haut Atlas (Ambroggi et Thuile, 1952)*

Notre secteur d'étude (Douar Skoum) est situé dans la vallée de Ghmate (Fig. 2). On y exploite une nappe alluviale constituée dans les dépôts quaternaires de la vallée de l'oued Ghmate.

Deux sondages (IRE 3586/53 et IRE 3848/53), réalisés par l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift (ABHT), montrent la nature lithologique des différentes formations rencontrée lors de la foration (Fig. 5 et Fig. 6 ).

L'oued Ourika, connu aussi sous le nom de l'oued Ghmate dans ce secteur, est responsables de tous les matériaux quaternaires (limons, alluvions et cônes de déjection caillouteux) qui constituent la vallée.

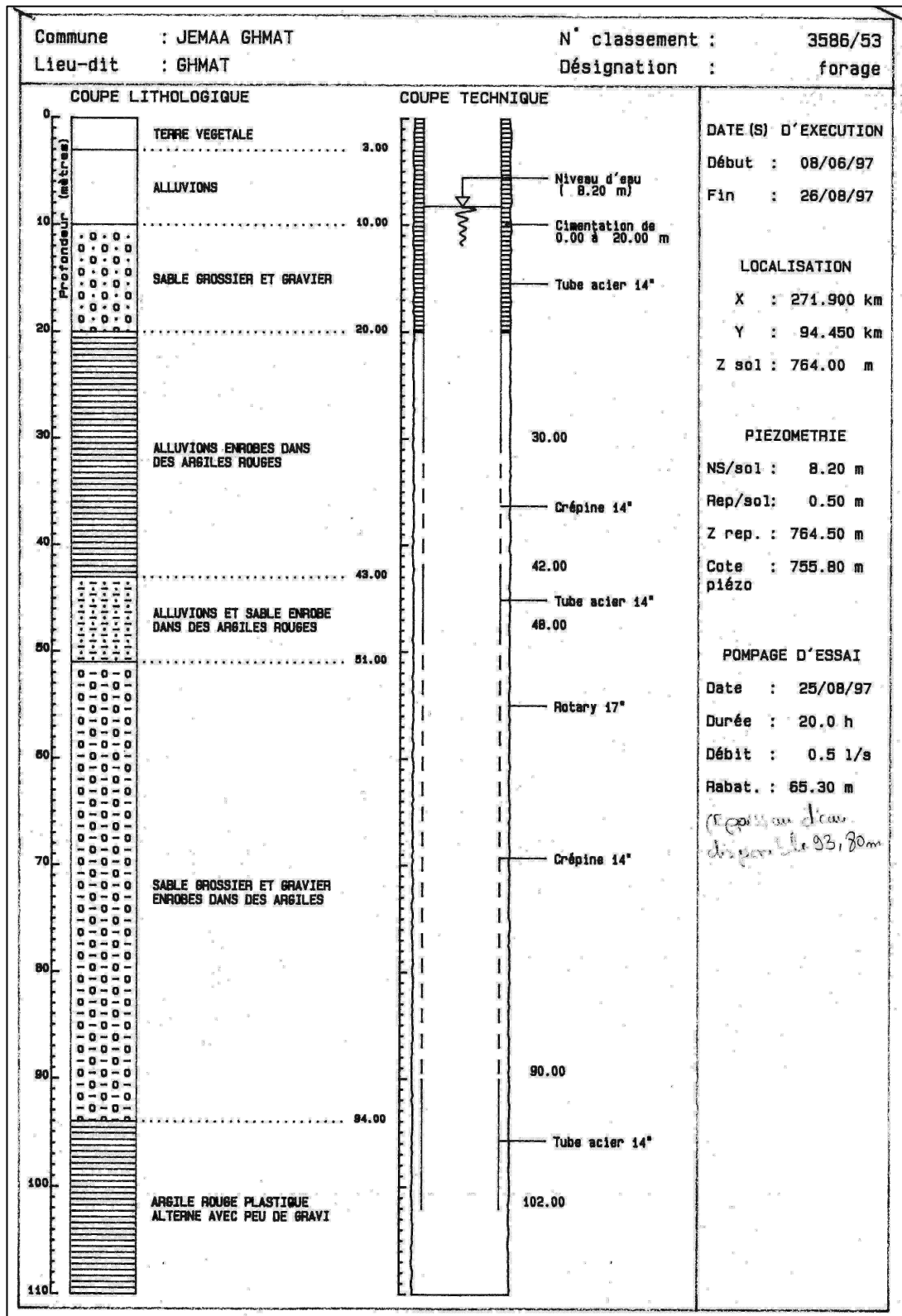


Fig.5 : Coupe géologique du forage IRE : 3586/53 (Source : ABHT)

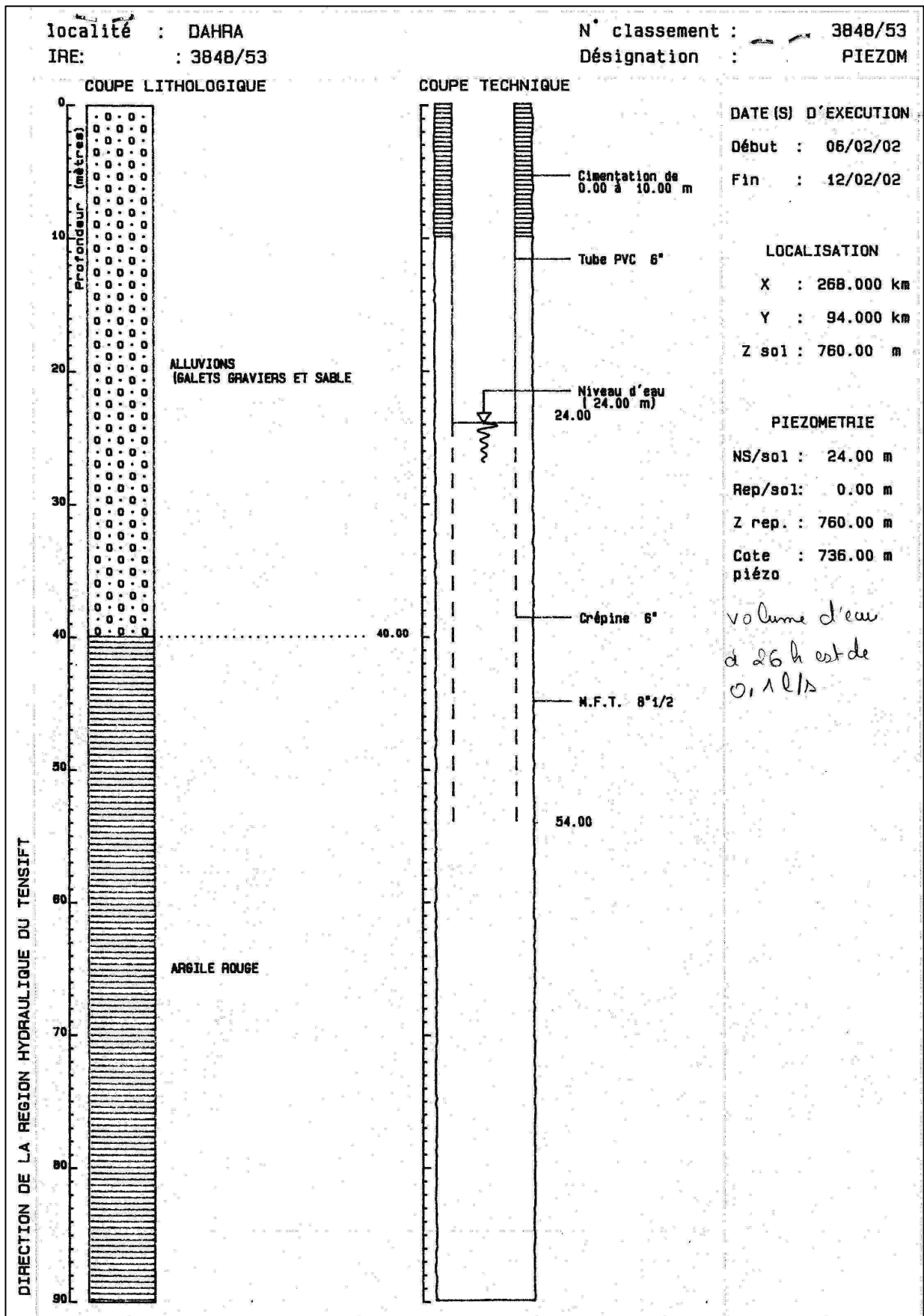


Fig.6 : Coupe géologique du forage IRE : 3848/53 (Source : ABHT)

## II- Contexte climatologique et hydrologique de la région

### II.1- Climatologie

La station la plus proche du secteur d'étude est la station du barrage Lalla Takerkoust, gérée par l'ABHT. L'étude climatologique est donc basée sur l'exploitation des données de cette station. Nous disposons d'une série allant de 1984 à 2010.

- **Evaporation au Piche**

L'analyse des histogrammes relatifs à la répartition de l'évaporation moyenne annuelle (Fig. 7 ) montre un régime irrégulier. L'évaporation maximale a été enregistrée en 2000 - 2001, alors que l'évaporation minimale a été enregistrée en 2009-2010. L'évaporation moyenne pour la période d'étude est de l'ordre 1800 mm/an

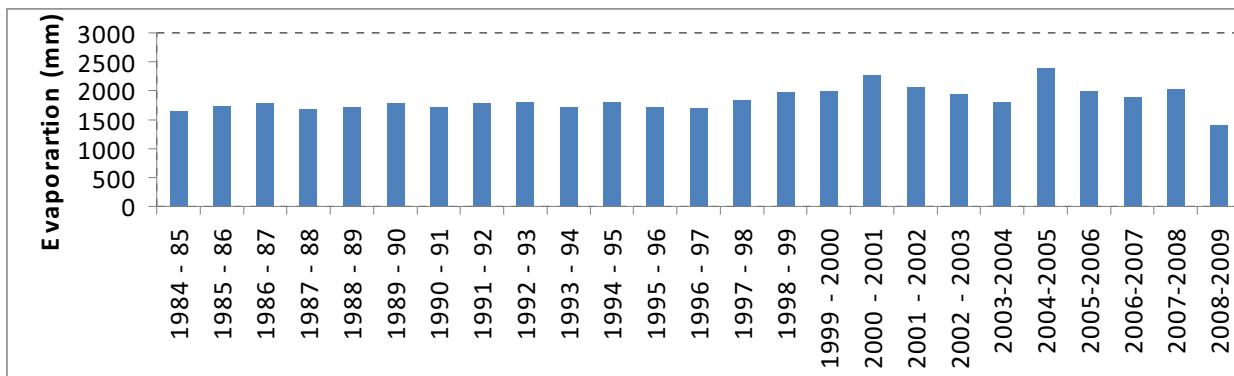


Fig.7- Evaporation moyenne annuelle au Piche à la station du barrage Lalla Takerkoust, (1984-85 à 2008-2009, source ABHT)

- **Température**

L'analyse des températures (Fig.8) montre des valeurs très contrastées. Elle permet de constater des variations de la température selon les années. Le diagramme montre que la température peut atteindre 48 °c et la température moyenne maximale est de 39 °c.

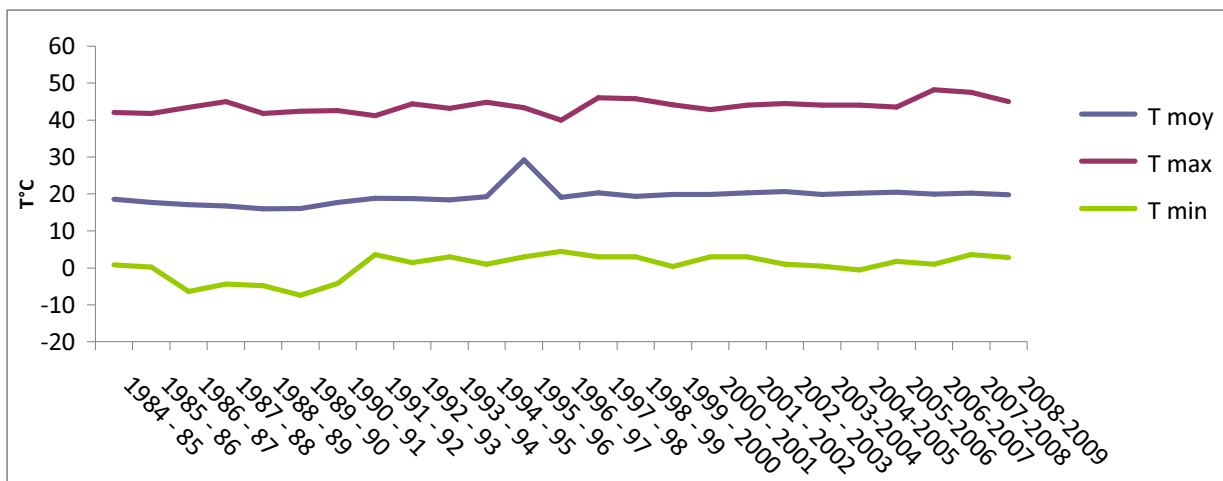


Fig.8 : Températures moyennes annuelle à la station du barrage Lalla Takerkoust, (1984-85 à 2008-2009, source ABHT)



- Humidité:

Les mesure de l'humidité effectuée par l'ABHT sur la période 1985 et 2010 (fig.9) nous ont permis de déduire que l'humidité est moins importante pendant les mois d'été et élevé pendant le mois d'octobre a juin et aussi il y a une variation pendant chaque année.

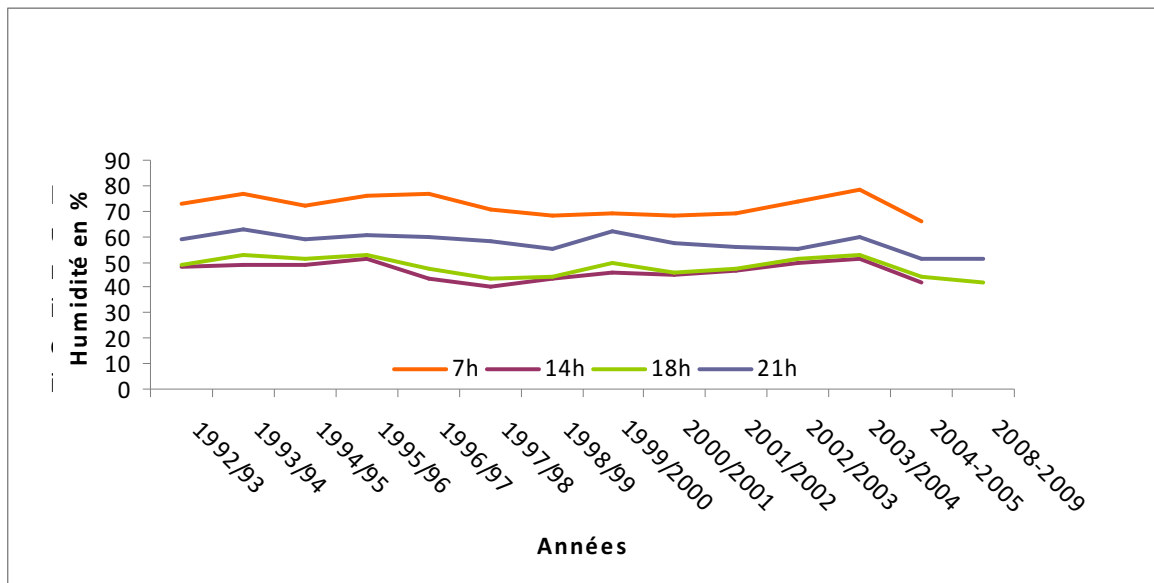


Fig.9. : Humidité relative moyennes annuelle à la station du barrage Lalla Takerkoust, (1992-1993 à 2008-2009, source ABHT)

En général, la plaine de Haouz est caractérisée (Abou rida, 2007) par un climat continental de type aride à semi-aride caractérisé par une faible pluviosité, une forte évaporation et des températures moyennes pouvant atteindre 39 °C. Par conséquent, l'hydrologie peut être influencée par le climat.

## II.2- Hydrologique de surface :

L'oued Ghmate est le cours d'eau qui traverse la plaine de même nom. Les crues de cet oued permettent la réalimentation de la nappe alluviale.

## II.3- Hydrogéologie:

La nappe phréatique exploitée dans la vallée de Ghmate est une nappe alluviale. Un grand nombre de puits, peu profonds, permettent d'exploiter cette nappe pour les besoins d'irrigation et pour l'alimentation en eau potable de la population locale.

Les coupes géologiques des forages réalisés par l'ABHT (Fig.5 et Fig.6) montrent que le substratum de cette nappe alluviale est formé d'argiles rouges (imperméables) situé à une profondeur de 40m dans le **forage IRE : 3848/53** et à **20m au niveau du forage IRE : 3586/53 (Fig. 6)**.

Les profondeurs de l'eau dans les puits traditionnels des particuliers, sont faibles. Une vingtaine de puits visités lors de l'enquête ayant servi à cette étude (Partie II- Travail effectué) présentent une moyenne de 11 m.

Les fluctuations du niveau général de la nappe sont données par les mesures réalisées au niveau du piézomètre IRE n°2701/53 (Fig.10), réalisé aussi par l'ABHT.

Ce piézomètre présente les caractéristiques suivantes :

Coordonnées : x= 270,55 , y= 942,5 et z= 619m d'après carte 1/50000 de Tahnaout  
 pH = 8,82, O<sub>2</sub> dissout : 82,5 mg/l, T°= 19,9 °C et Conductivité = 440 µs/cm

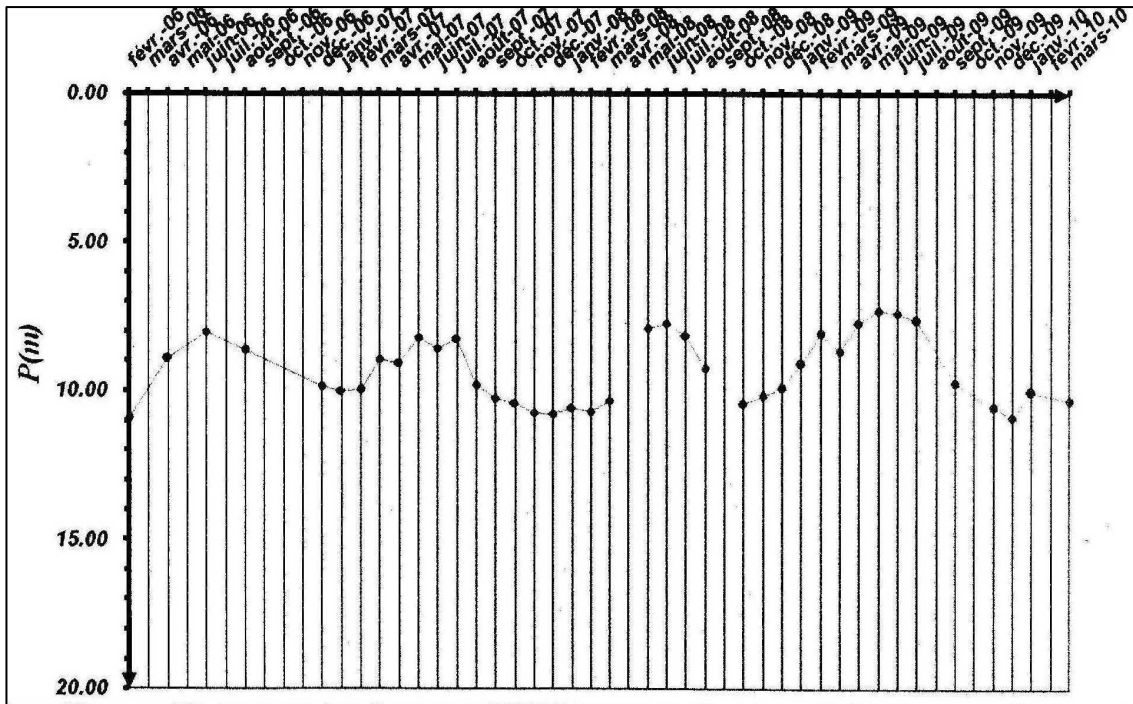


Fig.10 : Fluctuations de la nappe alluviale de Ghmate au niveau du piézomètre IRE 2701/53, de Février 2006 à mars 2010 (source ABHT)

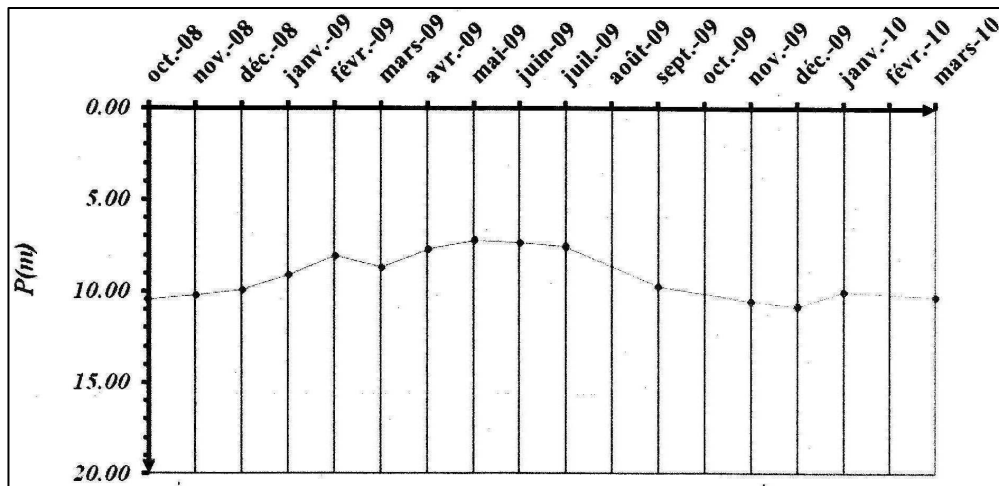


Fig.11 : Fluctuations de la nappe alluviale de Ghmate au niveau du piézomètre IRE 2701/53, D'octobre 2008 à mars 2010 (source ABHT)



# **Deuxième partie:** **Problématique et travail réalisé**

## Deuxième partie : problématique et travail effectuée

### I- Problématique

Parmi les principes de base ayant guidé l'élaboration de la Loi 10-95 sur l'eau sont résumés en 4 points essentiels :

- la protection de la santé de l'homme ;
- la réglementation de toutes les activités polluantes ;
- une répartition équitable des ressources en eau en une solidarité interrégionale ;
- un contrôle rigoureux de l'utilisation de l'eau et de sa rationalisation.

Pour pouvoir protéger la santé de l'homme, il faut:

- que l'eau destinée à l'alimentation en eau potable soit de bonne qualité,
- éviter toutes sources de pollutions des eaux

Dans le milieu rural, une grande partie de la population ne dispose ni d'une alimentation en eau potable saine, ni d'un assainissement correct.

L'évacuation des eaux usées, des déchets solides et des rejets fécaux se fait n'importe comment sans parler des conditions d'hygiène.

La mauvaise qualité de ces eaux, le manque de traitement adéquat peut provoquer des problèmes de santé publique et aussi pour l'environnement.

Dans le secteur d'étude (douar Skoum, région de Ghmate), les eaux de puits sont utilisés pour des activités multiples : notamment l'irrigation et l'alimentation en eau potable. L'absence d'un réseau d'assainissement dans le douar oblige les habitants à creuser des « fosses » dans lesquelles sont évacués les eaux usées et les rejets fécaux, ou carrément l'évacuation directe dans le milieu naturel.

Le problème qui se pose dans notre cas est que ces fosses sont mal construites ,et l'effluent des rejets peut s'infiltrer et atteindre la nappe et entraîner la contamination de cette dernière.



**Photo n°1** : puits utilisé pour l'alimentation en eau potable (puits sans cuvelage)



**photo n°2** : puits utilisé pour l'irrigation avec pompe a axe vertical



**Photo n°3** : *rejet des effluents dans le milieu naturel*



**photo n°4** : *rejet des huilerie dans le milieu naturel*



**Photo n°5** : *Rejet des eaux ménagères directement dans le milieu naturel*

## II- Assainissement autonome dans le cas général et dans le secteur étudié

L'objectif de l'assainissement est double :

- ✚ d'une part assurer l'hygiène publique par la collecte et l'évacuation des eaux usées,
- ✚ d'autre part protéger l'environnement en épurant les eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel.

Mais la réalisation de ces deux objectifs, dans des conditions satisfaisantes, n'est pas une chose facile, tant les situations rencontrées sur le terrain sont diverses et complexes.

*Le technicien en assainissement doit tenir compte : des techniques disponibles sur le marché, de la nature d'aménagement proposé, des équipements déjà réalisés, des caractéristiques du milieu naturel, des impératifs économiques au niveau de l'investissement et de l'entretien, etc.( guide de l'assainissement).*

### II.1- la réalisation de l'assainissement autonome dans le cas général

Contrairement à l'assainissement collectif qui véhicule par le moyens de long collecteurs, la pollution à l'extérieur du tissu urbain vers la station d'épuration, l'assainissement autonome tend à regrouper toute la filière, collecte et traitement sur la parcelle individuelle ou sur des parcelles collectives peu éloignées des habitations (*guide de l'assainissement*). L'assainissement autonome apparaît alors comme une solution alternative intéressante.

Les filières de traitement des eaux usées en assainissement autonome se composent généralement d'un dispositif de traitement préalable, qui peut être soit une fosse toutes eaux, soit un décanteur digesteur, raccordé obligatoirement à un système d'épuration et d'infiltration, réalisé sur le sol naturel en place, ou sur un sol reconstitué tel le sable. L'efficacité de cette technique est donc étroitement liée aux contraintes naturelles du site (**guide de l'assainissement**).

#### II.1.1- Les fosses septiques : présentation générale et fonctionnement

Les fosses septiques toutes eaux assurent la liquéfaction partielle des matières polluantes concentrées dans les eaux usées ainsi que la rétention des matières solides et des déchets flottants (**RéFEA**).

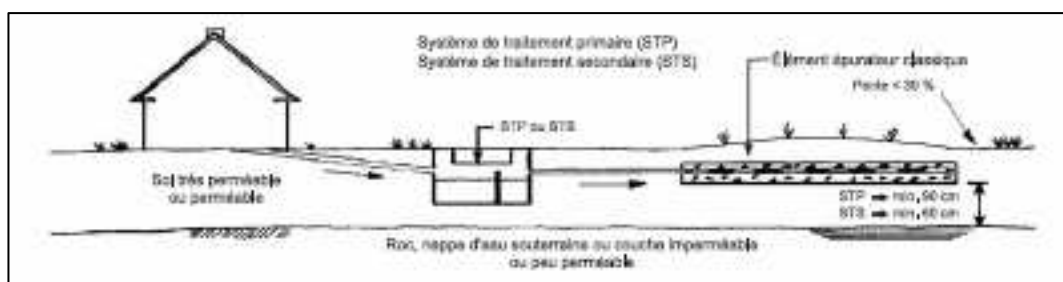


Fig.12 : Schéma du système de traitement d'une fosse septique.

#### a) Avantages de la fosse septique

La fosse toutes eaux assure un prétraitement efficace et une liquéfaction des rejets indispensable à la phase d'épuration de l'eau qui suit la fosse. C'est aussi le moyen le plus «traditionnel» de disposer d'un assainissement non collectif pour les maisons. Elle peut constituer une alternative économique aux réseaux d'assainissement actuel. Une étude sur les économies réalisées doit cependant être entrepris dans chaque cas.



## b) Inconvénients de la fosse septique

Les fosses septiques coûtent plus cher que la plupart des systèmes d'assainissement individuel et ne sont pas, le plus souvent, à la portée des classes défavorisées. Une forte quantité d'eau canalisée est nécessaire pour chasser les déchets des toilettes alimentant la fosse.

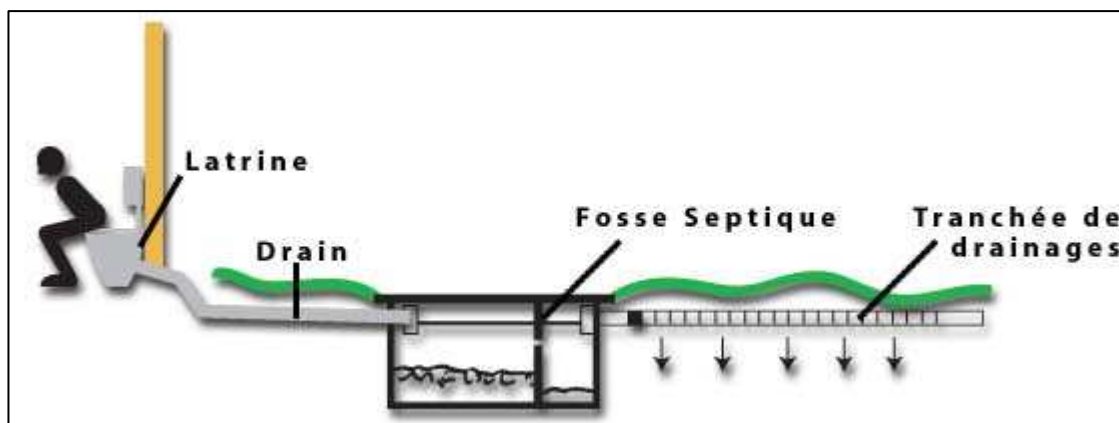
Les eaux sortant de la fosse septique ne sont pas épurées. Ce type d'ouvrage n'assure qu'un prétraitement n'éliminant que très peu, voire pas du tout, la pollution. En particulier, les germes bactériens. Une grande partie des problèmes posés par les fosses septiques est due à ce qu'on néglige trop souvent le traitement de ces effluents.

Pour l'irrigation, les rejets de fosses septiques posent des problèmes sanitaires.

La construction comme l'entretien des fosses septiques nécessitent une main d'œuvre relativement spécialisée qui n'est pas toujours présente dans les zones à faibles revenus.

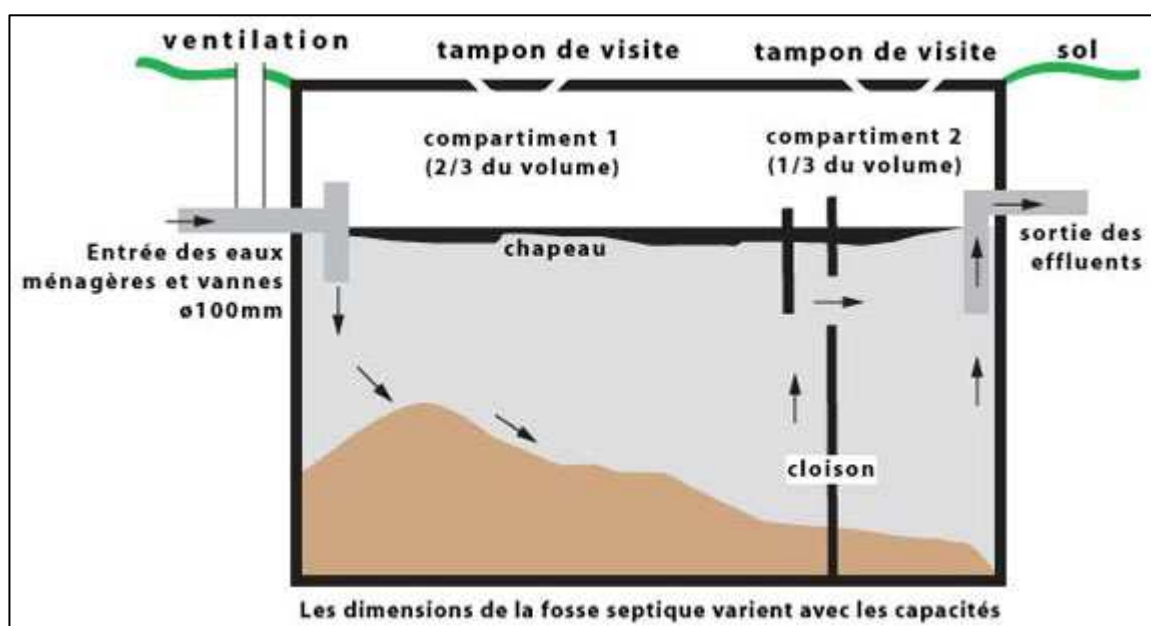
## c) Principe de fonctionnement de la fosse septique

Système de rejet sur fosse septique (source : Franceys, Pickford J. & Reed R., 1995, Guide de l'assainissement individuel, Organisation mondiale de la santé)



*Fig13. : Schéma de principe d'une fosse septique*

(Source : Ministère de l'Environnement, Agence de l'Eau Rhône Musées pour les sites isolés en montagne)



*Fig.14 : Dimensionnement d'une fosse septique*

Les matières solides s'accumulent, en général, dans un premier compartiment et subissent une fermentation anaérobie basique que l'on appelle " digestion ". Cette digestion entraîne la production de gaz carbonique, d'hydrogène sulfureux et de méthane. A la surface, les bulles entraînent des particules de boues qui finissent par former une croûte appelée " chapeau ". Au fond, les matières solides se déposent. Un conduit de ventilation doit donc assurer l'évacuation des gaz tandis que des vidanges périodiques doivent permettre l'évacuation des matières solides. Après ce premier compartiment, un deuxième reçoit les effluents décantés sous la forme d'un liquide clair. Cependant, les eaux sortant de la fosse septique ne doivent surtout pas être considérées comme épurées.

Le liquide sortant de la fosse doit être admis dans un ouvrage annexe (filtres bactériens, tranchées d'infiltration, lits filtrants, plateaux absorbants, filtre à sable ...) pour un traitement plus poussé, respectant ainsi l'hygiène publique et les normes d'assainissement en vigueur.

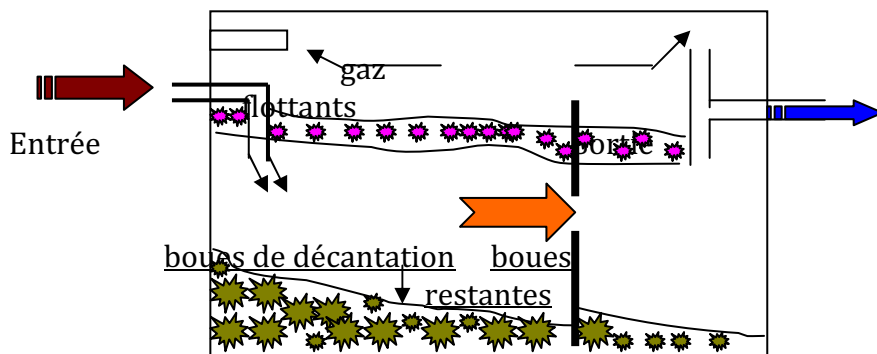


Fig.15 : Schéma de principe d'une fosse toutes eaux (guide de l'assainissement)

### c) Entretien de la fosse septique (guide de l'assainissement)

La fosse toutes eaux accumulent des boues et des matières flottantes de façon continue. Il est donc nécessaire de les vidanger avant que le niveau ne puisse atteindre et obstruer les dispositifs d'entrée et de sortie. Il est couramment admis un intervalle de vidange de deux ans minimum à cinq ans maximum. La vitesse d'accumulation des boues varie notablement selon le mode de vie et le comportement alimentaire des habitants.

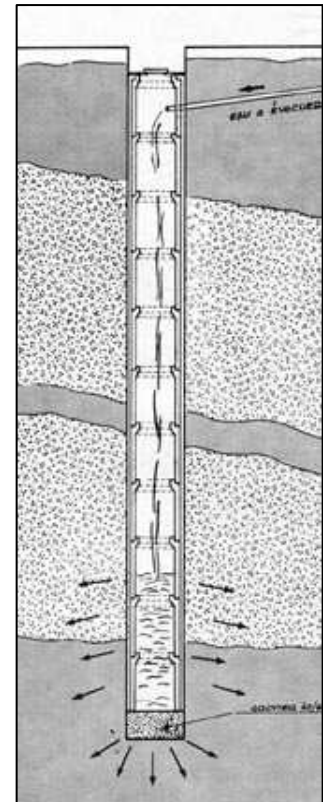
## II.1.2- Les puits perdus ou des latrines :

### • Puit perdus

Le puit perdu permet d'évacuer les eaux usées épurées directement dans la nature alors ce puit perdu ne peut pas être utilisé que pour les eaux déjà complètement épurées. Alors cette technique des puits perdus ne devrait être utilisée que dans des conditions précises :

- \* il faut que les premiers mètres du sol soient imperméables et inappropriés à l'infiltration.
- \* la qualité et l'usage de la nappe ne risquent pas d'être altérés par l'eau infiltrée.
- \* il est préférable d'implanter des puits perdus de large diamètre peu profonds et plus éloignés possible de la nappe plutôt que des puits profonds et de faibles diamètres.

Fig. 16 : Coupe d'un puits perdu plus profond que la nappe pour éviter la contamination de la nappe



### Les latrines (RéFEA)

Comme pour les puits perdus il est préférable d'opter pour des grandes sections afin de protéger la nappe. Contrairement au puits perdu, la latrine (fosse) n'est pas remplie de cailloux, ce qui peut engendrer quelques difficultés de stabilité des parois.

Une épaisseur de deux mètres de sol sableux ou limoneux insaturé sous une fosse où une tranchée de drainage est capable de faire efficacement obstacle à la pollution de la nappe, et l'ampleur de la pollution latérale reste limitée. Lorsque la nappe est peu profonde, une barrière de sable disposée autour de la fosse peut empêcher la pollution.

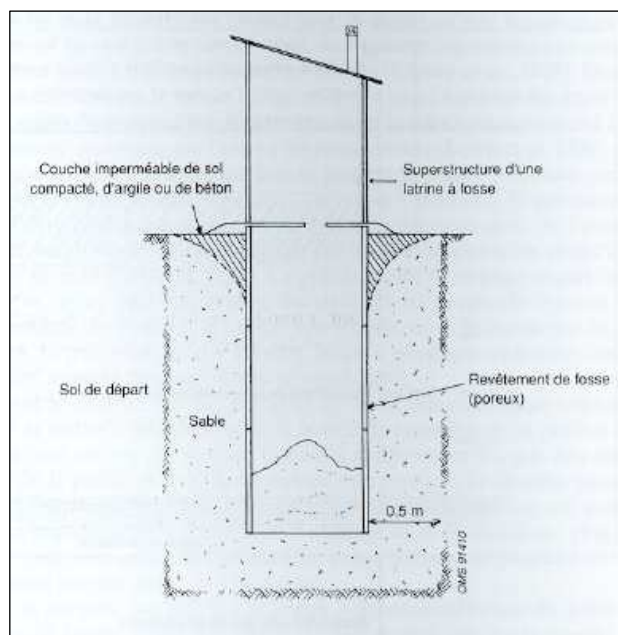
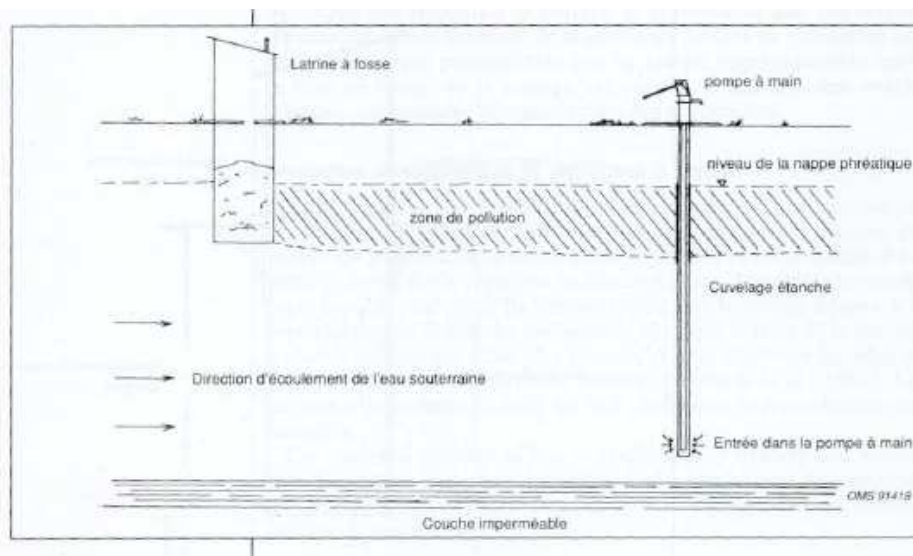


Fig.17 : Réduction de la pollution d'une latrine par une barrière à sable

(Source : Franceys R., Pickford J. & Reed R., 1995, Guide de l'assainissement individuel, Organisation mondiale de la santé)



La latrine à simple fosse est l'installation d'assainissement relativement acceptable la moins chère. Une fois construite, elle ne demande pas d'autre attention que de garder propre le sol autour de la latrine et de veiller à ce que le couvercle du trou soit refermé quand on ne l'utilise pas. Malheureusement, la superstructure est souvent infestée de mouches et de moustiques et est très malodorante parce que les usagers ne remettent pas le couvercle en place.



*Fig18. : Protection d'une pompe à main contre la pollution d'une latrine à fosse*

(Source : Franceys R., Pickford J. & Reed R., 1995, Guide de l'assainissement individuel, Organisation mondiale de la santé)

## **II.2-Description de l'assainissement dans le secteur d'étude (Douar Skoum)**

Dans la région étudiée les habitants utilisent des puits pour l'alimentation en eau potable et pour l'irrigation mais ne sont pas équipés par des réseaux d'assainissement. Ce qui entraîne un mauvais état d'évacuation des eaux usées.

Une enquête de terrain a permis de dégager certaines observations concernant l'état de l'assainissement du secteur et a montré que :

- ✚ Tous habitants du douar Skoum (CR Ghmate) utilisent des puits perdus pour l'évacuation des eaux usées (rejet fécaux, les eaux domestiques .....
- ✚ selon les déclarations des propriétaires, ces puits perdus ont généralement une profondeur de 4 à 5 m et 2 m de largeur.
- ✚ la distance entre le puits perdu et le puits destiné à l'AEP est de 15 à 25m pour les habitants qui ont une grande surface pour la construction. Cette distance est, dans la plupart des cas, de 3 à 5 m pour les habitants qui ne disposent pas d'une grande superficie.
- ✚ dans le secteur étudié, les habitations sont concentrées en général dans le long d'un axe par lequel passe une grande séguia d'eau de surface (photo).
- ✚ Certaines habitants ne disposent pas de « puits perdus » pour les rejets fécaux et rejettent l'eau de ménage à l'extérieur des foyers, soit en pleine rue (devant la maison), soit directement dans la séguia (photo 6 )

### **Remarque :**

La technique des fosses septiques est inconnue dans ce secteur. Tout le monde, sans exception parle indifféremment de fosse septique, mais en réalité se sont des puits perdus (des fosses). et les gens ne savent pas que ces puits perdus qui sont mal construits présentent un grand danger pour les eaux souterraines et ces effluents peuvent contaminer les puits de consommation.



**Photo n° 7 : rejet des effluents dans la rue**

**Photo n° 6 : Rejet des effluents dans la seguia.**



**photo n°8 : la pollution des seguia par les rejets des déchets domestique**

**L'absence du réseau d'assainissement oblige la population de cette région d'étude d'évacuer les eaux usées directement dans le milieu naturel**



### III- Le travail effectué

#### III.1- Méthodologie

Pour pouvoir approcher la problématique étudiée, à savoir la détermination de l'effet des fosses toutes eaux sur la qualité des eaux de la nappe exploitée dans le douar Skoum (CR de Ghmate), nous avons procédé de la manière suivante :

- ✓ Une enquête de terrain (3jours) a permis (voir modèle de fiche d'enquête annexe1) :
  - ✚ de relever les caractéristiques d'une vingtaine de puits exploités par les habitants (Localisation par GPS, relevé des niveaux statiques de la nappe, mesure des paramètres tels que la conductivité et la température de l'eau,
  - ✚ relever les caractéristiques des « fosses toutes eaux » utilisées par les habitants pour évacuer leur eaux usées,
  - ✚ la prise de 13 échantillons d'eau pour analyses physico-chimique, ce qui nous permettra les caractéristiques physico chimiques des eaux de la nappe et leur faciès chimique sachant que chaque habitation possède son propre puits pour AEP (ce ci nous permettra de savoir si ces eaux respectent les normes de potabilité en vigueur au Maroc),
  - ✚ la prise d'une dizaine d'échantillons d'eau pour analyse bactériologiques afin de savoir si on peut parler de contamination de la nappe par les eaux usées et déchets fécaux des fosses (sachant que chaque habitation à son propre puits d'AEP et sa « fosse toutes eaux » contigus dans la même parcelle de terrain et quelques fois dans maison)
- Des analyses au laboratoire :
  - ✚ Les analyses chimiques ont été réalisés au laboratoire d'analyse des eaux et des sols de l'ORMVA du Haouz
  - ✚ Les analyses bactériologiques ont été réalisées au laboratoire de microbiologie du Département de Biologie de la Faculté des Sciences Semlalia de Marrakech

#### III.2- Travail de terrain

##### A- Mesures *in situ*

Au niveau des 19 puits de particuliers, visité (Fig. 19 ) nous avons mesuré :

- la profondeur total du puits de l'eau / sol dans chaque puits (niveau statique),
- les coordonnées du puits (Latitude, longitude et Altitude par GPS),
- la conductivité de l'eau (par conductimètre)
- la température de l'eau.



Photo n° 9 : Sonde piézométrique



Photo n° 10 : Conductimètre de terrain

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité électrique permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (RÉFEA).

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau.

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). La température est mesurée in situ. L'appareil de mesure de la conductivité possède généralement un thermomètre intégré.

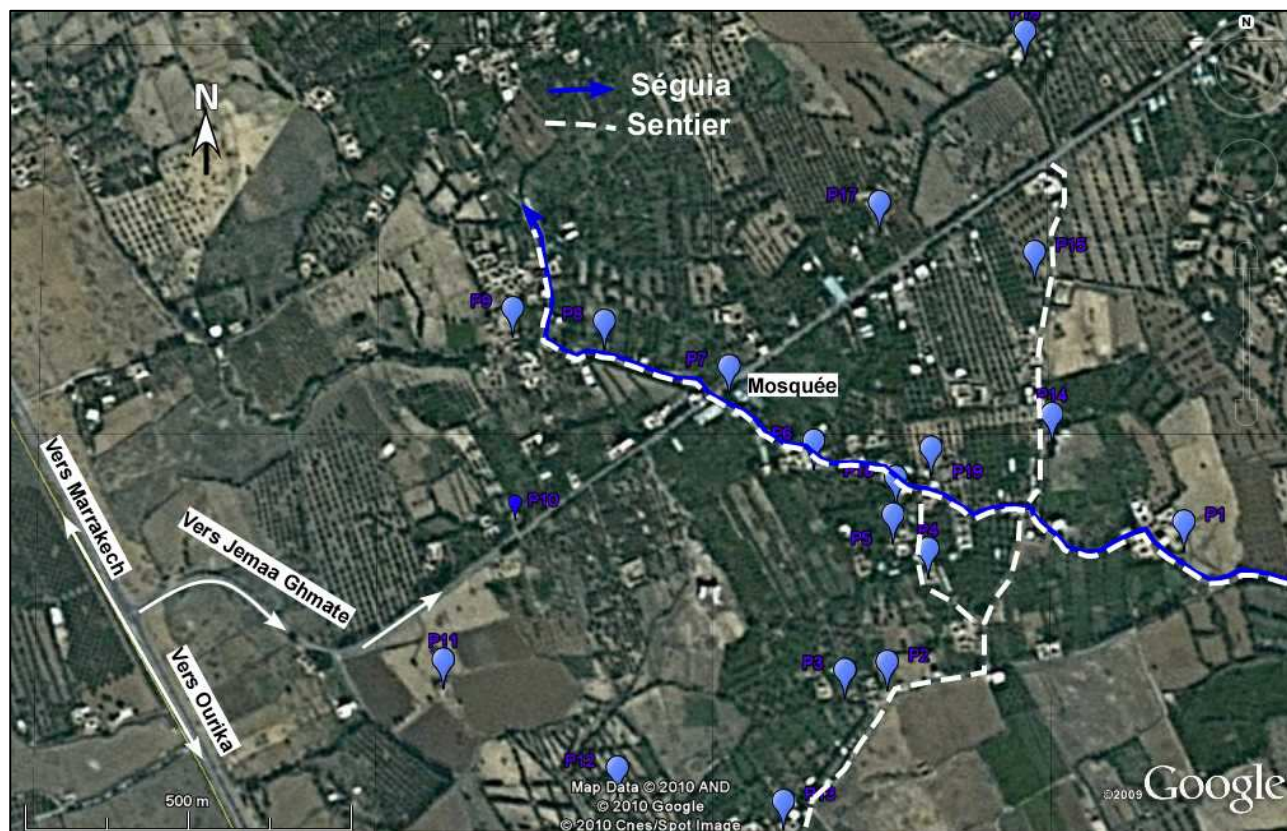


Fig. 19 : Situation des puits visités au douar Skoum (enquête juin 2010)

### **B- Echantillonnage d'eau pour analyses chimiques**

Le prélèvement des échantillons est d'une grande importance puisque la valeur de leur analyse dépend directement de l'eau prélevée. Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipient propres rincées plusieurs fois avec l'eau à analyser puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

Sur chaque flacon il faut mentionner le numéro de puit de prélèvement et noter dans une fiche la date le lieu de prélèvement de l'échantillon.

Lors de notre enquête, nous avons prélevé 13 échantillons d'eau au niveau des 19 puits précités (Fig.19)

Les résultats de l'analyse des eaux des 13 puits sont donnés et interprétés au paragraphe III.4-(Résultats et interprétations)



### C- Echantillonnage d'eau pour les analyses bactériologiques

Sur chaque échantillon prélevé, il faut indiquer sur la bouteille la date, l'endroit et le numéro de puit de prélèvement.

Selon le lieu de prélèvement, il faut procéder avant prélèvement, comme suit :

- Eau du robinet : Laisser couler l'eau froide du robinet de consommation principal à fort débit, pendant au moins cinq (5) minutes.
- Eau de puits avec pompe : Pompez environ cinq (5) seaux d'eau
- Eau de surface : Tenir le contenant par l'extérieur et le plonger dans l'eau en faisant un arc de cercle pour le ramener à la surface. Dirigez le goulot dans le sens contraire du courant, s'il y a lieu, afin que l'eau prélevée dans le contenant n'entre pas en contact avec les mains.

Dans notre cas, afin de montrer l'impact des « fosses » utilisées pour évacuation des eaux usées, sur les puits et sur la nappe façon générale, nous avons sélectionné 10 puits (Fig. 20 ) dans lesquels nous avons fait des prélèvements pour analyses bactériologiques. Nous rappelons que chaque habitation dispose d'un puits pour l'AEP et d'une « fosse » toutes eaux, généralement très proche du puits.

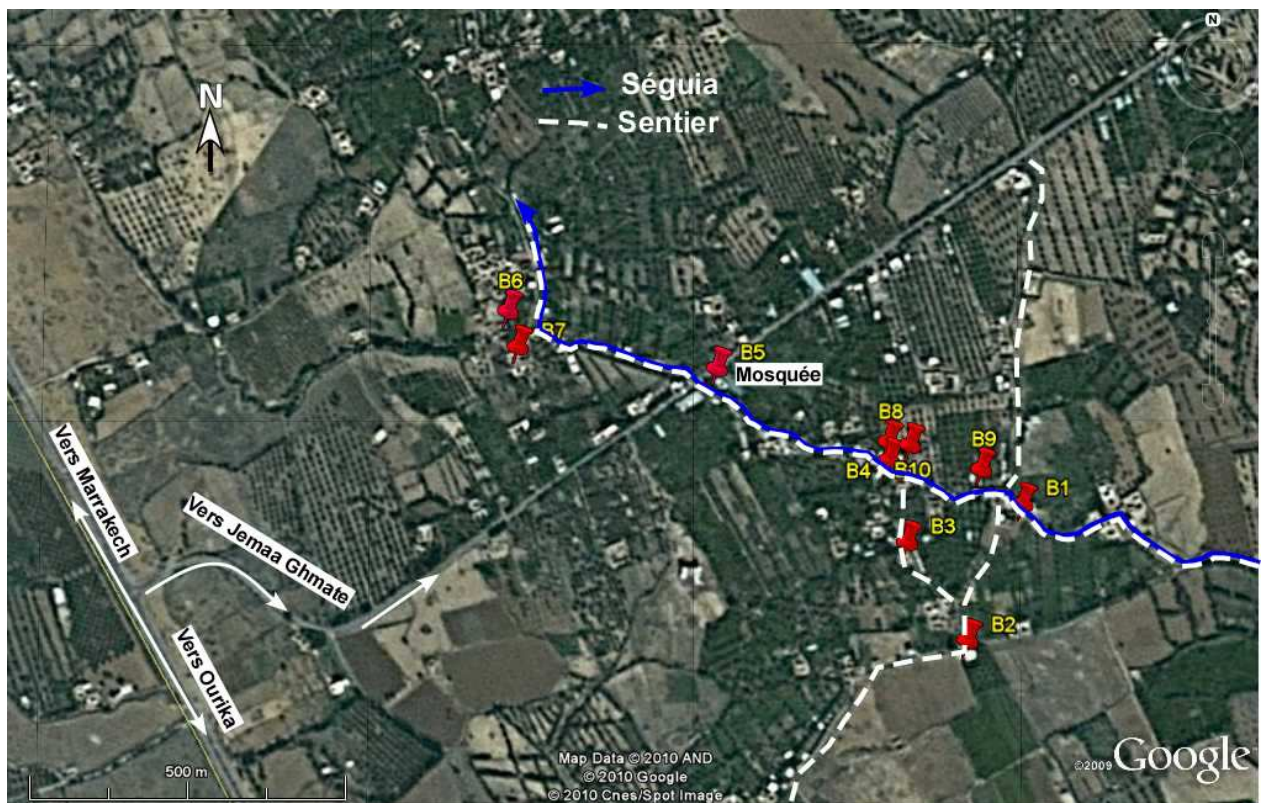


Fig. 20 : Situations des puits échantillonnés pour analyses bactériologiques

#### Procédure d'échantillonnage :

- ✓ La bouteille est déjà stérilisée. Il est donc important de ne pas rincer le flacon.
- ✓ Avant d'effectuer le prélèvement de l'eau, il est recommandé de laver les mains.
- ✓ Afin de préserver la stérilité du contenant, ouvrez celui-ci seulement au moment du prélèvement.
- ✓ Pour ne pas contaminer le contenant, évitez de toucher l'intérieur du contenant ou du bouchon avec les doigts.

- ✓ Nettoyer l'intérieur et l'extérieur du bec du robinet à l'aide d'une pièce de coton propre à usage unique imbibée d'une solution commerciale d'eau de Javel. Remplissez la bouteille jusqu'à 2 cm du flacon.
- ✓ Fermer la bouteille hermétiquement avec le bouchon et bien agiter
- ✓ Gardez l'échantillon au frais en le déposant dans la boîte isolante immédiatement après le prélèvement, et conservez-le au réfrigérateur jusqu'au moment de son envoi au laboratoire.
- ✓ Les contenants doivent parvenir au laboratoire dans les 24 heures suivant le prélèvement.



**Photo n°11** : chaque flacon doit porter le N° du puit la date et le lieu de prélèvement



**Photo n°12** : échantillonnage pour les analyses bactériologiques



**Photo n°13** : préservation de l'échantillon dans une glacière

### III.3- Travail de laboratoire

#### III.3.1- Les analyses chimiques :

Les analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire de l'analyse des eaux de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz (ORMVA).

Pour le mode opératoire des analyses chimiques, nous avons utilisé les méthodes tirées de Jackson, 1965 et Rodier 1984.

- ✚ Le potentiel hydrogène (pH), mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H<sup>+</sup>) en solution pour déterminer l'acidité de l'eau.

Mode opératoire :

- Remplir un bécher de 50 ml forme haute avec l'eau à analyser, le bécher ayant été préalablement rincé avec cette même eau.
- Etalonner le pH-mètre (photo 14) avec une solution étalon à pH=7 et pH=9.
- Introduire l'électrode de verre dans l'eau et lire le pH lorsque la valeur est constante.

- ✚ Dosage du chlore

On utilise la méthode de Mohr. Elle consiste à doser les chlorures avec du nitrate d'argent en présence de chromate de potassium.

#### **Mode opératoire :**

- Prélever à la pipette 10ml d'eau, et la mettre dans un erlenmeyer.
- Ajouter 3 gouttes du colorant chromate de potassium.
- Titrer la solution avec le nitrate d'argent (photo 15) jusqu'à virage au rouge brique.
- Noter le volume de nitrate d'argent réagit
- Après calculer la concentration de chlorure dans l'eau.

La teneur en Cl<sup>-</sup> est donnée en ml.

#### **Calcul:**

Le nombre des meq/l de Cl<sup>-</sup> =  $(n \cdot 0.05 \cdot 1000) / 10 = 5 \cdot n$  ou mg/l =  $5 \cdot n \cdot 35.5$

Avec :

n (ml): la teneur en Cl<sup>-</sup> dosée.

0.05 : titre du complexant AgNO<sub>3</sub>

10 ml volume d'eau à analyser

35.5 : Masse atomique du chlore.





**Photo n°14 :** pH -mètre de laboratoire



**Photo n°15 :** Dosage du chlore par le Nitrate d'argent (méthode de Mohr)



**Photo n°16 :** Volumétrie par l'EDTA pour déterminer la dureté de l'eau (calcium et magnésium)



**Photo n° 17 :** Spectrophotomètre à flam



**Photo n° 18 :** Colonne à Cadmium



**photo n°19 :** spectrophotomètre utilisé pour le dosage des Nitrates

- ✚ Dureté calcique (calcium) : C'est la concentration en ion calcium. Elle est déterminé par titrage en utilisant l'EDTA (l'Acide Ethylène Diamine Tétra acétique) (photo16) à pH >12 afin de faire précipiter l'hydroxyde de magnésium, on utilise la molikcite comme indicateur de réaction.

**Mode opératoire :**

- Prélever 10ml de l'échantillon et le mettre dans un erlenmeyer .
- Ajouter 40 ml d'eau distillée+2ml de NaOH une pince de colorant molikcite.
- Titrer la solution avec le EDTA jusqu'à virage au violet.
- Noter le volume de EDTA réagit, et calculer le volume de Ca<sup>++</sup>.

**Calcul :**

$$\text{Ca}^{++} \text{ en meq/l} = (n \cdot 0.02 \cdot 1000) / 10 = 2 \cdot n$$

$$\text{Ca}^{++} \text{ en mg/l} = \text{meq/l} \cdot 20$$

Avec :

0.02 : Titre du complexant

10 : Volume d'eau à analyser

20 : Masse atomique de ça

- ✚ Dureté magnésienne (magnésium) : C'est la concentration en ion magnésium. Elle est déterminée par titrage en utilisant l'EDTA à pH=10, afin de faire précipiter les ions calcium sous forme d'oxalate de calcium et on utilise le noir d'érichrome comme indicateur de fin de réaction.

**Mode opératoire :**

- Prélever 10 ml d'eau et la mettre dans un erlenmeyer.
- Ajouter 2 ml de la solution tampon +3gouttes de noir d'érichrone.
- Titrer la solution avec l'EDTA jusqu'à virage au bleu.
- Noter le volume de EDTA réagit ,et calculer le volume de Mg<sup>++</sup>.

**Calcul :**

Soit N (ml) : le volume de Mg<sup>++</sup> + Ca<sup>++</sup> obtenu  
et n le volume de Ca<sup>++</sup> dosé.

$$\text{Mg}^{2+} \text{ en meq/l} = ((N-n) \cdot 0.02 \cdot 1000) / 10 = 2 \cdot (N-n)$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ en mg/l} = (\text{meq/l} \cdot 12.15)$$

Avec 0.02 : Titre du complexant

10 ml : Volume d'eau à analyser

12.15 : Masse atomique du Mg<sup>2+</sup>

✚ Dosage des carbonates et bicarbonates (photo n° 16 )

**Mode opératoire :**

- Prélever 10 ml d'eau,et la mettre dans un erlenmeyer de 100 ml.
- Ajouter 3 gouttes de phénophtaléine : si le liquide reste incolore, il n'y a pas de carbonate.

Donc c'est le cas de notre échantillons, on prélève 10 ml de l'échantillon on ajoute 3 gouttes de vert de bromocrésol : la solution devient bleue, on titre avec l'acide sulfurique 0.02 N jusqu'à virage au jaune pur.

**Calculs :**

Soit n le volume de bicarbonates présent en ml.

$$\text{HCO}_3^- \text{ en méq/l} = (n \cdot 0.02 \cdot 1000) / 10 = 2 \cdot n$$


$$\text{HCO}_3^- \text{ en mg/l} = \text{méq/l} \cdot 61$$

Avec :

10 : Volume d'eau à analyser

0.02 : Titre du complexant

61 : Masse atomique du  $\text{HCO}_3^-$


 **Sodium (Na++) et potassium K+ :**

La spectrophotométrie à flamme (photo17) est l'un des procédés rapides pour doser les éléments alcalins ( $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ ).

Pour calculer la concentration de ces ions on a besoin d'une solution étalon, courbe d'étalonnage, et la dilution.

**Mode opératoire :**

- Etalonner l'appareil par des solutions étalon de  $\text{Na}^+$  et de  $\text{K}^+$  (5N, 10 N, 15N, 20N et 25N)
- La valeur de l'échantillon ne doit pas dépasser la valeur maximale de la solution étalon 25N noté par l'appareil sinon il faut diluer l'échantillon.
- On trace la courbe étalon pour trouver la concentration en  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$ .

 **Dosage des Sulfates :** Le dosage des sulfates se fait par l'EDTA.

**Mode opératoire :**

- On commence par détruire l'alcalinité à l'aide de HCL (le volume d'acide nécessaire est donné par celui de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  versé lors du dosage de l'alcalinité) la solution est amenée à l'ébullition pour détruire les carbonates.
- A l'ébullition on ajoute 5 ml de  $\text{BaCl}_2$  (0.04 N) pour précipiter les sulfates sous forme de sulfates de baryum ( $\text{BaSO}_4$ )
- Après refroidissement on ajoute 2 ml de solution tampon + 2 ml de  $\text{MgCl}_2$  (0.04 N) + 2 gouttes de noir d'érichrone.
- On dose avec l'EDTA jusqu'à point de virage on obtient une couleur bleu on note le volume.

**Calculs**

On a N ml : la somme ( $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ ) dosé

T (ml) la valeur obtenue pour le dosage de témoin

0.02 le titre du complexant

10 ml le volume de l'eau à analyser

48 la masse atomique du SO

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ en meq/l} = ((T+N) - v) \cdot 0.02 / 10 \cdot 1000$$

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ en mg/l} = 2(T+N) - v \cdot 48$$

### Dosage des Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

La colonne a Cadmium(photo 18)

Méthode de réduction sur colonne de cadmium (Rodier ,1984).

- Préparation de la colonne :
    - On lave 25 g de cadmium en grain de 0.3 a 0.5 de diamètre avec une solution d'HCl 6N (50 % ) , puis on rince avec de l'eau distillée avec le soin de ne pas laisser la colonne de cadmium en contact avec l'air .
    - On lave avec une solution de sulfate de cuivre jusqu'à décoloration et on renouvelle l'opération avec une autre fraction de 100ml jusqu'à apparition d'un précipité colloïdal brun.
    - Une fois la colonne remplie par Cd - Cu, on l'active avec une solution nitrique a 0.5 mg N/l.
    - Enfin on règle le débit a 10 ml /min.
  - Réactif :
    - Sulfate de cuivre a 2 %.
    - Solution d'HCl 12 N diluée au ½
    - Solution tampon :100 g de NH<sub>4</sub> Cl , 20 g de tétraborate de sodium , 1 g d'EDTA ,après la dissolution des composés on ajuste dans une fiole jaugée de 1000 ml avec de l'eau distillé.
  - Méthode d'utilisation de la colonne :
    - A une prise d'essai de 5 ml d'eau filtrés dilué au 1/100 , on ajoute 5 ml de solution tampon et on ajoute une quantité suffisante d'eau pour 50 ml.
    - On laisse couler les premières 25 ml et on récupère les secondes 25 ml de l'échantillon après percolation a travers la colonne.
    - On ajoute 0.5 ml de réactifs de diazotation et on effectue le le dosage spectrophotométrie a une longueur d'onde de 537 nm après 30 mn d'attente.
    - Expression des résultats :
- Selon l'équation de la droite d'étalonnage on en déduit la concentration en nitrates en mg/l.

### III.3.1- les analyses bactériologiques

La surveillance de la qualité microbiologique de l'eau est l'un des enjeux majeurs .de nombreuses méthodes analytiques permettant de rechercher les microorganismes. Il n'est cependant pas économiquement et matériellement envisageable de rechercher, de manière courante, tous les microorganismes qui représentent un danger pour la santé humaine. Dans ce contexte, il est essentiel de disposer d'indicateurs fiables qui donnent une idée précise de la qualité microbiologique des eaux de puits, essentiellement utilisés pour l'AEP.

Les indicateurs microbiologiques les plus fréquemment utilisé pour détecter les agents pathogènes dans les eaux de boisson sont: **les coliformes totaux (CT)**, **les coliformes fécaux (CF)**, et **les streptocoques fécaux (SF)**. Il est à noter que les CF et SF sont traditionnellement considéré comme étant des indicateurs hautement spécifiques de la pollution fécale. (Edberg et al.1997; OMS 2000 ; Noble et al, 2003)

Charrière et al. (1994) ont clairement démontré que la détection des SF et CF étaient fortement associées a la présence des germes pathogènes comme l'E.coli et Vibrio cholerae non-O1 et Salmonella, des germes qui provoquent des maladies hydriques nocifs pour la santé publique et surtout pour les enfants. Parmi ces maladies on cite la choléra, La diarrhée et La Typhoïde .

## Définitions

• **choléra** : Le choléra est une maladie aiguë et diarrhéique provoquée par une infection de l'intestin par la bactérie *Vibrio cholerae*.

Une personne peut attraper le choléra par l'eau potable. La maladie peut s'étendre rapidement dans les secteurs où le traitement des eaux usées et de l'eau potable est inadéquat. La bactérie du choléra peut également vivre dans un environnement en rivières saumâtres et eaux côtières.

### La diarrhée

• **La Typhoïde** : Les fièvres entériques est un excréation fréquente de fèces aqueuses par les intestins, contenant parfois du sang et des mucus.

Une diarrhée due à une infection peut durer quelques jours, ou plusieurs semaines, en tant que diarrhée persistante. Une diarrhée persistante peut avoir comme conséquence une déshydratation sévère. Il est ainsi nécessaire de remplacer le fluide perdu par le corps. Une diarrhée grave peut menacer la survie de l'individu à cause des pertes de fluide, particulièrement chez les enfants et les nourrissons, les personnes malnutries et les personnes ayant un système immunitaire déséquilibrer.

La diarrhée est un concomitant de nombreuses maladies infectieuses, spécialement la fièvre typhoïde,, et le choléra.

La diarrhée est un symptôme d'infection par des bactéries, des virus et des organismes parasitiques dont la plupart proviennent d'une eau contaminée. typhoïdes et paratyphoïdes sont aiguës, infections généralisées causées respectivement par des la Salmonella

La principale source d'infection est l'eau contaminée. Une personne devient infectée après avoir mangé de la nourriture ou avoir bu des breuvages manipulés par une personne infectée ou par de l'eau contaminée par des déchets contenant les bactéries.

Une fois que les bactéries entrent dans le corps de la personne, elles se multiplient et se diffusent à partir des intestins, par le réseau sanguin.

Les symptômes de la typhoïde apparaissent 10 à 14 jours après l'infection; ils peuvent être légers ou sévères et incluent des fortes fièvres, des tâches de couleur rose sur l'abdomen et le torse, des diarrhées ou des constipations, et un agrandissement de la rate et du foie.

### • Coliformes fécaux (CF)

Proviennent des intestins et des excréments des humains et des animaux à sang chaud. La présence de ces bactéries dites pathogènes est très risquée pour la santé des humains et des animaux. L'absorption d'une eau infectée de coliformes fécaux peut entraîner des maladies très graves et, dans certains cas, peut causer la mort. La bactérie e-coli (*Escherichia coli*) appartient à cette catégorie de coliformes.

## Préparation du milieu de culture de CF

Le milieu de culture des CF est préparé de la façon suivante (Tab.1)

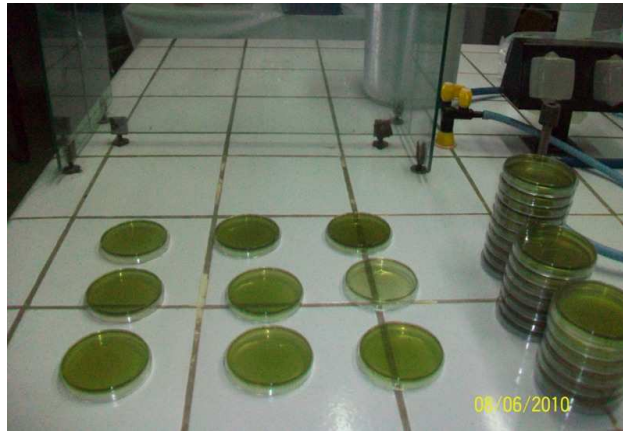
<b>Constituant</b>	<b>Dose</b>
Peptone pancréatique de viande	5 g
Extrait autolytique de levure.	3 g
Lactose	10 g
Tergitol 7	0,1 g
Bleu de Bromothymol.	0,025 g
Agar agar bactériologique.	15 g
Eau distillée QSP	1000 ml

Tab. 1 : Gélose Lactosée au Chlorure de Triphényl Tétrazolium (TTC) et au Tergitol 7

Le pH du milieu est ajusté à  $6,9 \pm 0,2$  (25°C) avec HCl. Le milieu est stérilisé à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. Il est par la suite refroidi et maintenu à 47°C. On y

ajoute stérilement 1,6 ml de supplément TTC 12,5 mg reconstitué (BSO 26) et on homogénéise parfaitement.

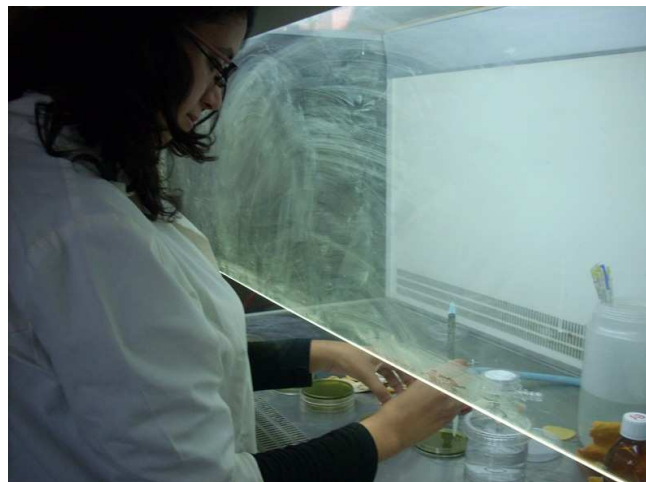




*Photo.n° 20 : Milieux de culture préparés pour les coliformes fécaux (CF*



*Photon°21 : Etalonnage de (0.1 ml) de l'échantillon dans le milieu de culture*



*Photo. 22: Filtration de (100 ml) de l'échantillon par des filtres de 45  $\mu$ m et le mettre dans le milieu de culture*



Au cours de notre expérience, nous avons effectué le dénombrement des CF, encore appelés coliformes thermotolérants, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies, capables de fermenter le lactose à 44°C. Les échantillons ont été ensemencés par étalement sur gélose lactosée au tergitol et au TTC (Chlorure de Triphényl Tetrazolium) . Ces boites ont été incubées à 44±1°C pendant 24 heures. Seules les colonies jaunes et oranges, considérées comme typiques des CF, ont été dénombrées.

- **Streptocoques fécaux (SF)**

S'apparentent aux coliformes fécaux, ils sont donc des bactéries pathogènes, c'est-à-dire dangereuses pour la santé. Presque toujours reliés à la contamination fécale, les streptocoques fécaux résistent beaucoup aux substances aseptiques qui devraient empêcher leur croissance. Certains streptocoques peuvent se transformer en germes initiateurs de plusieurs maladies telles que les angines, les méningites et d'autres toutes aussi sérieuses.

Pour ces bactéries, l'ensemencement du milieu de culture s'est fait par la technique d'incorporation. Ainsi, 1 ml de l'échantillon est incorporé dans la gélose à la bile et esculine (Pronadisa), maintenue en surfusion (45-46°C). Après incubation à 37±1°C, pendant 24 heures, les colonies translucides à halo noir très net, typiques des SF, ont été dénombrées.

**Préparation du milieu de culture de (SF) :**

Constituant	Dose
Extrait de viande.	3 g
Esculine	1 g
Citrate ferrique	0,5 g
Peptone bactériologique.	5 g
Bile de bœuf.	40 g
Agar bactériologique.	15 g
Eau distillée QSP.	1000 ml

*Tab. 2: Gélose Bile Esculine (Pronadisa)*

Le pH du milieu est ajusté à 6,6 ± 0,2 avec HCl. Le milieu est stérilisé à l'autoclave à 121°C durant 15 minutes.



**Photo n°23 :** Milieux de culture pour les streptocoques fécaux (SF)



**Photo n°24 :** Pour stériliser le milieu on utilisé l'autoclave à 121°C durant 15 minutes.



**Photo n°25 :** L'étuve utilisée pour l'incubation des SF

### III.4- Résultats et interprétations

#### III.4.1- Les résultats physico-chimiques :

Notre étude a concerné 19 puits situés dans la région de Ghmate (Douar Skoum). Les puits prospectés (Fig.19 ) montrent les résultats suivants :

N° Puits	Propriétaire	Lat	Long	Alt(m)	P.T/sol (m)	N.S (m)	N.P (m)	Cond (ms/cm)	T(C°)
P1	Ait radi	31°24.498'N	007°48.546'O	791	19,0	9,8	781,2	0,75	22,3
P2	m'himid (Takwa)	31°24.381'N	007°48.836'O	793	12,5	10,0	783,0	0,80	28,0
P3	Zahiri abd el Hakim	31°24.374'N	007°48.877'O	792	12,3	9,5	782,5	0,82	22,8
P4		31°24.475'N	007°48.796'O	791	13,0	9,0	782,0	0,80	23,6
P5	El maizi	31°24.503'N	007°48.830'O	785	12,5	9,6	775,4	0,80	23,8
P6	Tchiw	31°24.565'N	007°48.907'O	784	12,5	8,6	775,4	0,78	23,6
P7	mosqué Skoum	31°24.627'N	007°48.99'O	782	10,8	7,5	774,5	0,80	23,0
P8		31°24.665'N	007°49.112'O	780	11,3	7,3	772,7	0,83	23,0
P9	Skssiwi Fatima	31°24.676'N	007°49.203'O	780	9,5	8,8	771,2	0,85	22,5
<b>P10</b>		31°24.523'N	007°49.200'O	779	11,8	6,5	772,5		
P11		31°24.382'N	007°49.270'O	783	9,0	4,2	778,8	0,78	21,5
P12		31°24.293'N	007°49.099'O	784	28,0	9,7	774,3		
P13		31°24.266'N	007°48.937'O	789	15,6	10,6	778,4		
P14	Pressoir	31°24.587'N	007°48.673'O	780	15,0	9,7	770,3		
P15	Bouaidi	31°24.722'N	007°48.690'O	780	17,0	9,6	770,4		
P16	Ait Taleb	31°24.908'N	007°48.697'O	776	25,5	8,5	767,5	0,72	22,8
P17		31°24.764'N	007°48.842'O	778	18,0	9,0	769,0		
P18		31°24.535'N	007°48.827'O	786		10,5	775,5	0,84	25,0
P19	Habiba	31°24.559'N	007°48.792'O	779		10,9	768,1	0,84	22,0

Tab. 3 : Résultats de l'enquête sur 19 puits dans le douar Skoum

PT : Profondeur Total  
 NS : Niveau Statique  
 NP : Niveau Piézométrique

Une carte piézométrique a été réalisée (Fig.21 ).

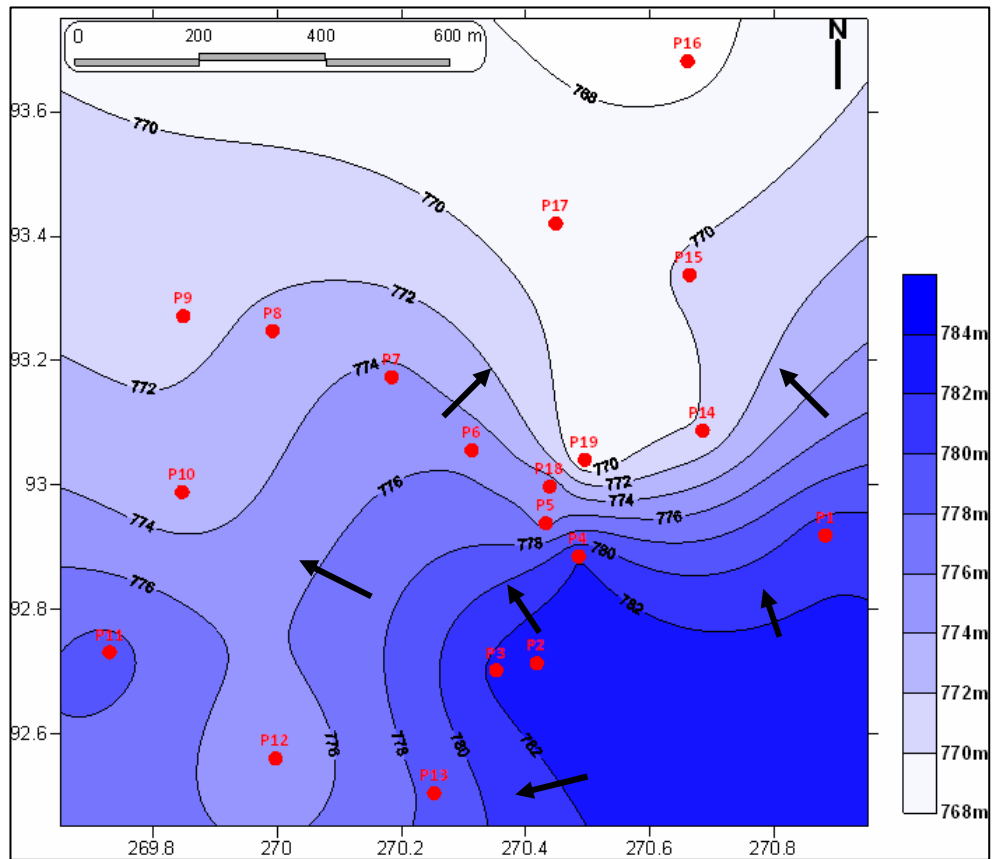


Fig. 21 : Piézométrie de la nappe de vallée de Ghmate (Douar Skoum)- Juin 2010

L'écoulement général de la nappe se fait du SE au NW du secteur. Le gradient hydraulique élevé entre les puits P19 et P4 est probablement dû à la forte concentration des habitations dans cette zone, ce qui veut dire une forte exploitation de la nappe, puisque chaque habitation dispose d'un puits.

### La conductivité:

La mesure de la conductivité (CE) permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

Dans notre secteur, la conductivité est comprise entre 0.75 et 0.85 ms/cm. La carte de la figure montre que la CE augmente du Nord vers le Sud du douar. La valeur maximale de la CE se rencontre au niveau du puits P9 et la valeur minimale dans le puits P16.

Selon la carte établie (fig.22) La conductivité des eaux augmente de l'amont vers l'aval selon le sens de l'écoulement de l'eau de la nappe indiquée par la (fig. 21) .

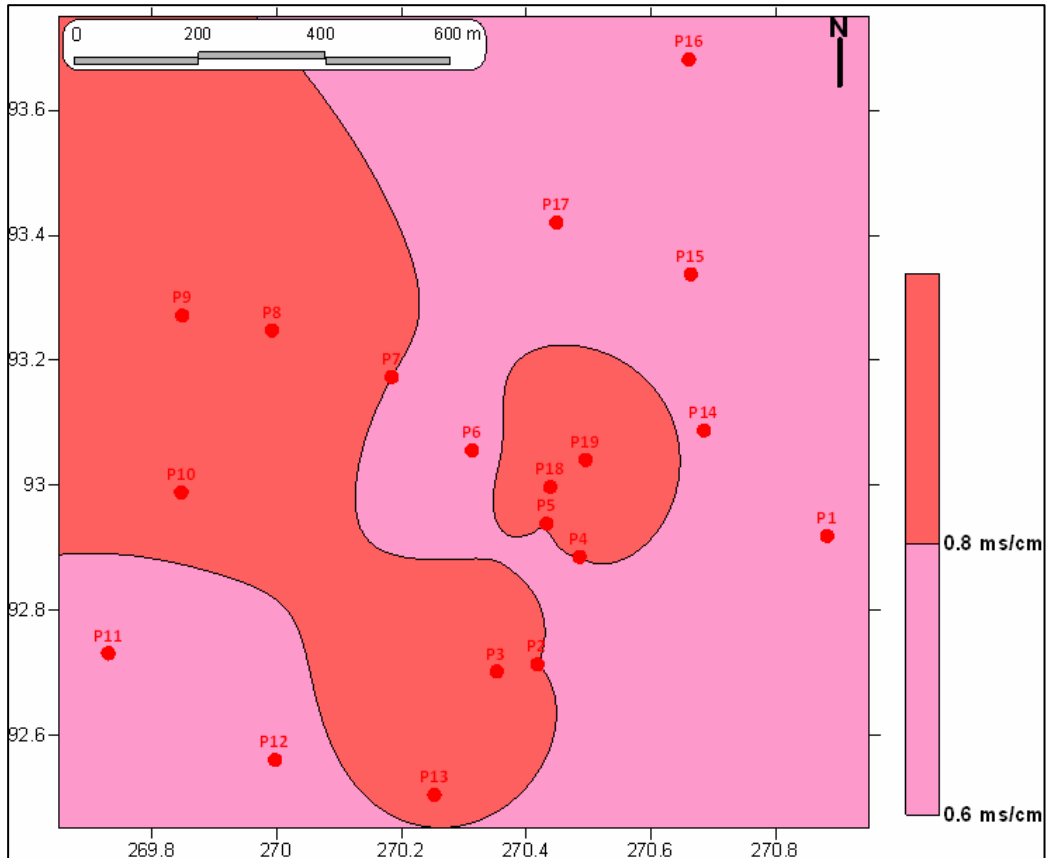


Fig. 22 : Conductivité électrique des eaux des puits du Douar Skoum (vallée de Ghmate)- Juin 2010

### La répartition des éléments chimiques dans les eaux de la région d'étude

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate.

Les résultats obtenus dans notre secteur sont récapitulés dans le tableau n°4.



Puits n°	pH	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>++</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>--</sup>
P1	7,53	65	325	20	10,51	45	1,89	33,74	10
P2	7,1	65	310	21	14,16	65	2,52	30,02	11
P3	7,1	30	290	22	18,6	70	2,52	30,02	13
P4	7,01	30	290	30	16,6	100	2,2	28,19	12,5
<b>P5</b>	7,01	55	305	26	10,51	40	2,52	30,02	11
P6	6,96	70	280	30	10,3	65	2,2	26,39	12
P7	6,94	85	325	32	11	71	2,2	31,87	11,23
P8	6,94	82	330	32	9,1	55	2,05	33,74	12,5
P9	6,93	105	315	26	16,6	65	2,05	30,02	12,5
<b>P11</b>	7,15	105	290	24	11	55	1,89	39,48	8,37
P16	7,06	95	290	26	9,5	40	2,05	31,87	8
P18	6,98	125	300	24	8,5	23	2,36	30,02	15,88
P19	7,07	115	300	30	10,3	60	2,36	33,74	11,7

Tab .4 : les résultats des analyses chimique de l'eau des puits prospecté (mg/l)

## Le pH

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

D'après les résultats obtenu la majorité des point d'eau ont un pH légèrement acide a légèrement alcalin ( $6.9 < \text{pH} < 7.6$ ). Ce sont des valeurs assez proches de la neutralité avec une légère tendance vers la basicité ce qui explique l'absence des ions CO<sub>3</sub>.

Aussi selon les normes marocaine, pour que la désinfection de l'eau par le chlore soit efficace, le potentiel Hydrogène doit être de préférence  $< 8$ .

## La répartition des cations

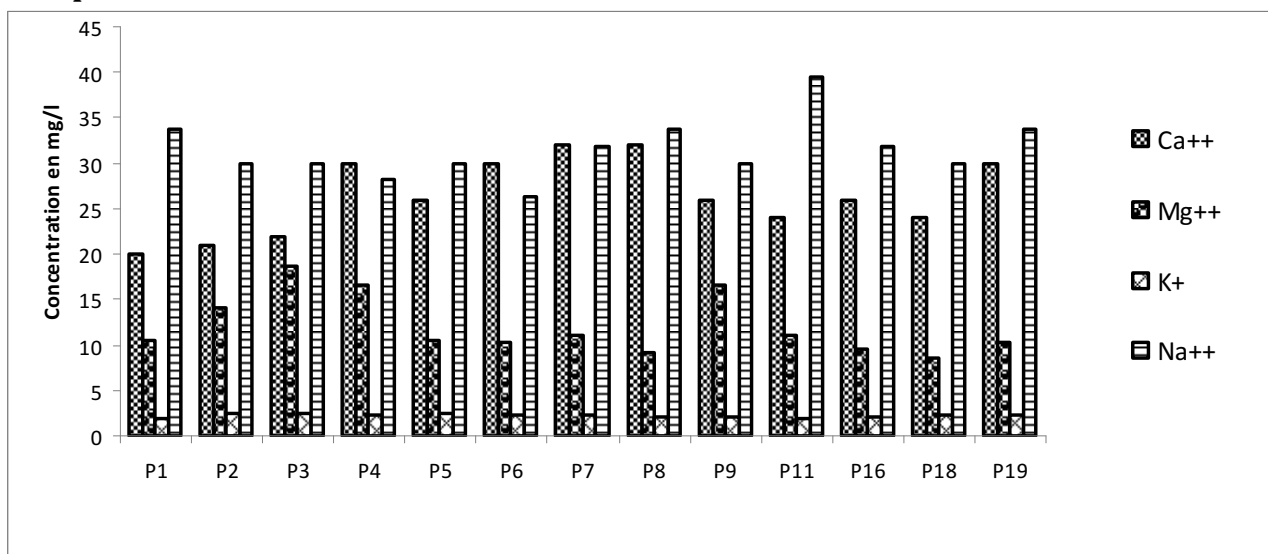


Fig .23 : les concentrations des cations dans les différents puits étudiés

D'après la (fig 23) les concentrations en potassium (K+) sont presque constantes dans tout les puits. Pour les autres cations, la valeur maximale du Na++ est remarquable dans le puits P11. La concentration maximale en Mg++ dans P3 et pour Na++ dans le puits P11

### La répartition des anions

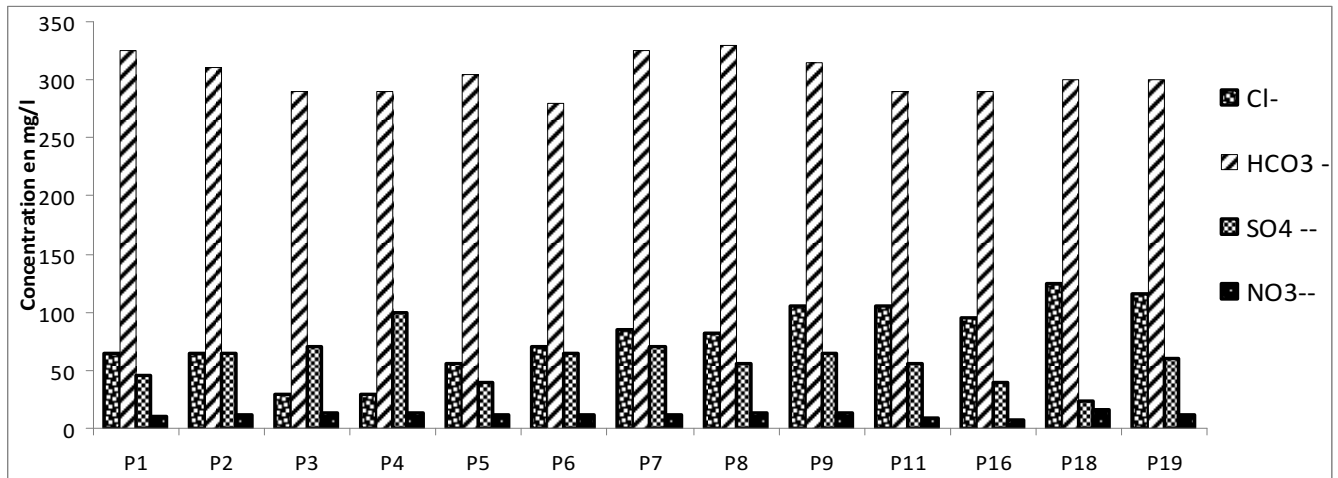


Fig .24 : les concentrations des anions dans les différentes puits étudiés

La concentration des bicarbonates est généralement élevée dans tous les puits.

Les concentrations en Nitrates (NO3--) sont presque constantes dans tous les puits les sulfates augmentent du puits 1 au puits 13

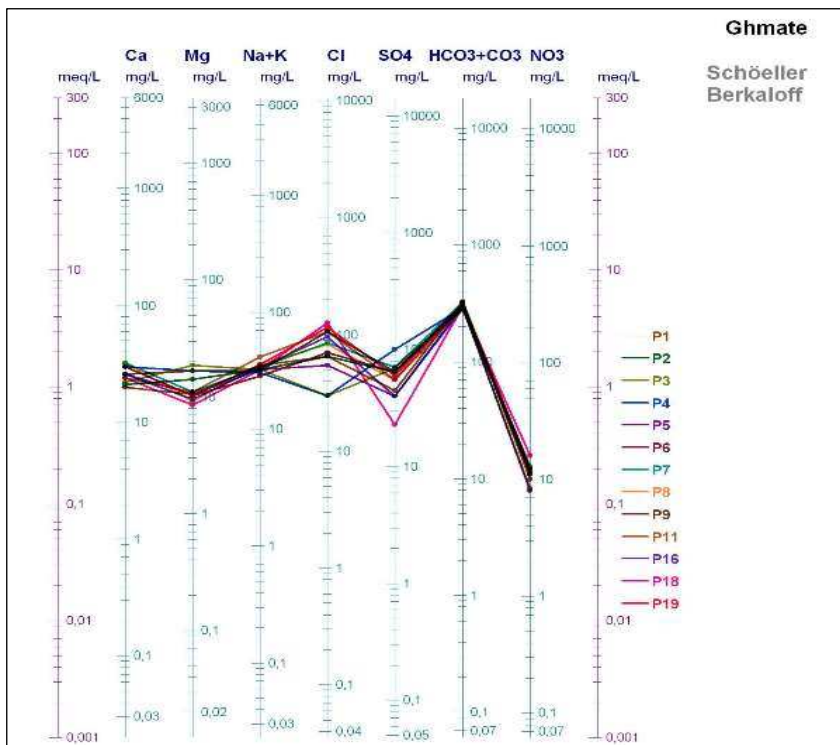
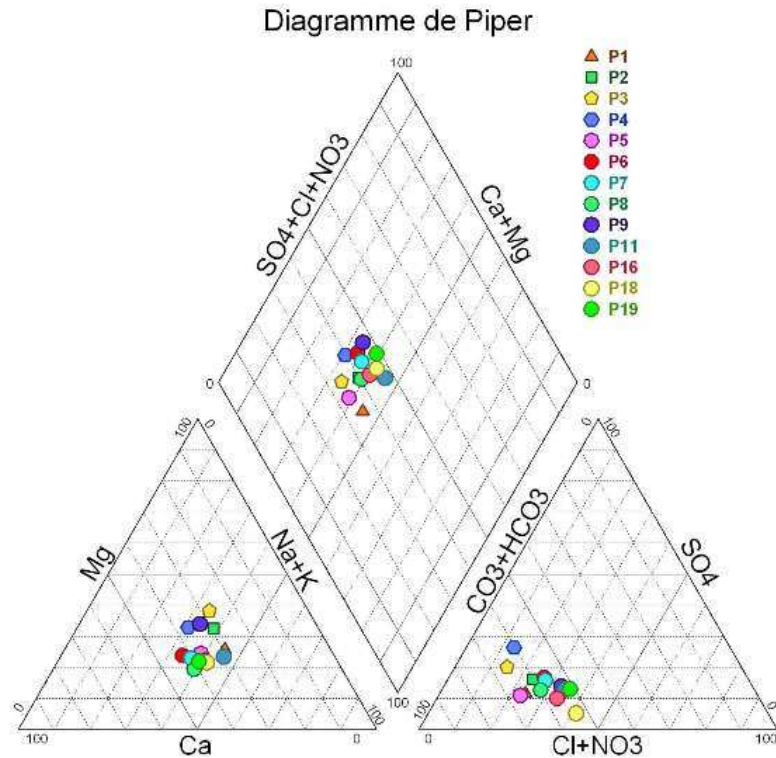
## La classification des eaux

Les nombreuses données physico-chimiques, utiles à la caractérisation d'une eau, induisent l'utilisation de représentations graphiques. L'objectif principal est de permettre une approche rapide des résultats analytiques en vue de caractériser facilement une eau. Les deux graphiques de Schoeller-Berkaloff et de Piper sont les représentations des concentrations en ions majeurs les plus courantes.

- **Diagramme de piper :**

Selon le diagramme de PIPER, les eaux souterraines des puits visités présentent un faciès *Bicarbonaté calcique magnésien* (fig 25) à cause des fortes concentrations en HCO<sub>3</sub>.

**Fig .25 :** Représentation graphique des eaux de l'aquifère de la région d'étude sur le diagramme Piper



**Fig .26 :** Représentation graphique des eaux de la nappe Ghmate, sur le diagramme Schoeller-Berkaloff

- **Diagramme de schoeller-berkaloff :**

Le diagramme de Schœller-berkaloff permet une lecture directe des concentrations en mg/l des différents ions majeurs.

Elle fait ressortir trois ensembles de faisceau de droite:

- Le puits P18 présente la valeur minimale des sulfates
- les puits P3 et P4 présentent la valeur minimale du Chlore
- les autres puits ont presque la même répartition des ions.

Les eaux des puits visités sont chimiquement, moyennement chargées. Selon les normes marocaine des eaux de boisson (Tab. ), la qualité chimique est acceptable sauf pour l'élément bicarbonate.

Element	Concentration max
chlorures (Cl)	200 mg/l
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	250 mg/l
magnésium (Mg)	50 mg/l
sodium (Na)	150 mg/l
potassium (K)	12 mg/l
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	50 mg/l
Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> )	50 mg/l

Tab. 5: Normes marocaine de potabilité des eaux (Source : Loi sur l'eau)

Cette augmentation en bicarbonates est probablement due à la lithologie des formations géologiques rencontrées dans le bassin versant de l'oued Ghmate en amont du secteur étudié (douar Skoum).

### III.4.2- Les résultats bactériologiques

On rappelle que l'AEP de toute la population du douar Skoum se fait à partir de puits individuels qui captent la nappe alluviale de la région.

Nous cherchons à montrer l'impact des fosses d'eaux usées sur cette nappe, les résultats des analyses bactériologiques obtenues sont présentés dans le tableau n° 6 :

N° Prélèvement	Propriétaire	Latitude	longitude	SF (nbre/100 ml)	CF (nbre/100ml)
B1	Aval de P1	31°24.5082'N	007°48.6786'O	0	3
B2	Mosquée Takoua	31°24.3798'N	007°48.7398'O	1	1
B3	P4	31°24.475'N	007°48.796'O	37	34
B4	Aylal Brahim	31°24.5382'N	007°48.837'O	50	70
B5	Mosqué Skoum (P7)	31°24.627'N	007°48.99'O	30	27
B6	Skssiwi Fatima (P9)	31°24.676'N	007°49.203'O	3	>100
B7	derrière Ass Skoum	31°24.6312'N	007°49.1796'O	2	33
B8	à 10 de B4	31°24.5522'N	007°48.8364'O	22	4
B9		31°24.5112'N	007°48.7182'O	24	39
B10	Habiba(P19)	31°24.559'N	007°48.792'O	7	6

Tab. 6 : les résultats des analyses bactériologiques

Par l'absence de la lumière, la pauvreté de l'eau en oxygène ainsi que par la petite taille des interstices, ce milieu offre aux espèces bactériennes des conditions favorables pour se développer.

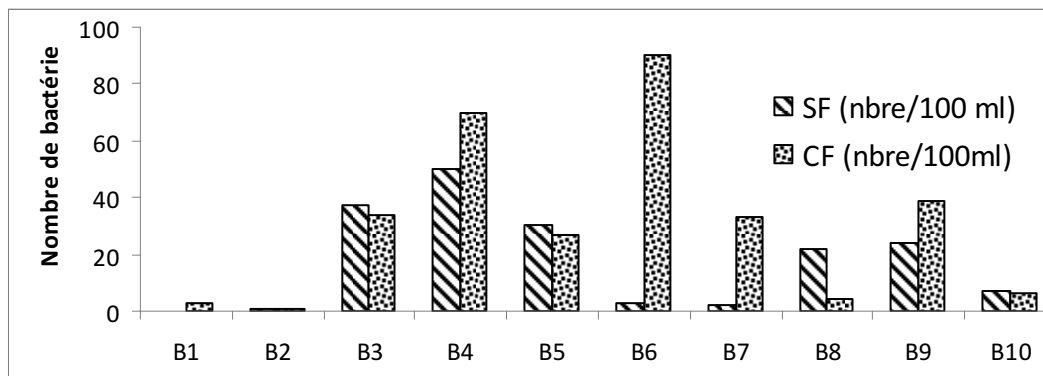


Fig. 27 : Nombre de bactéries dans un 100 ml de l'échantillon prélevé

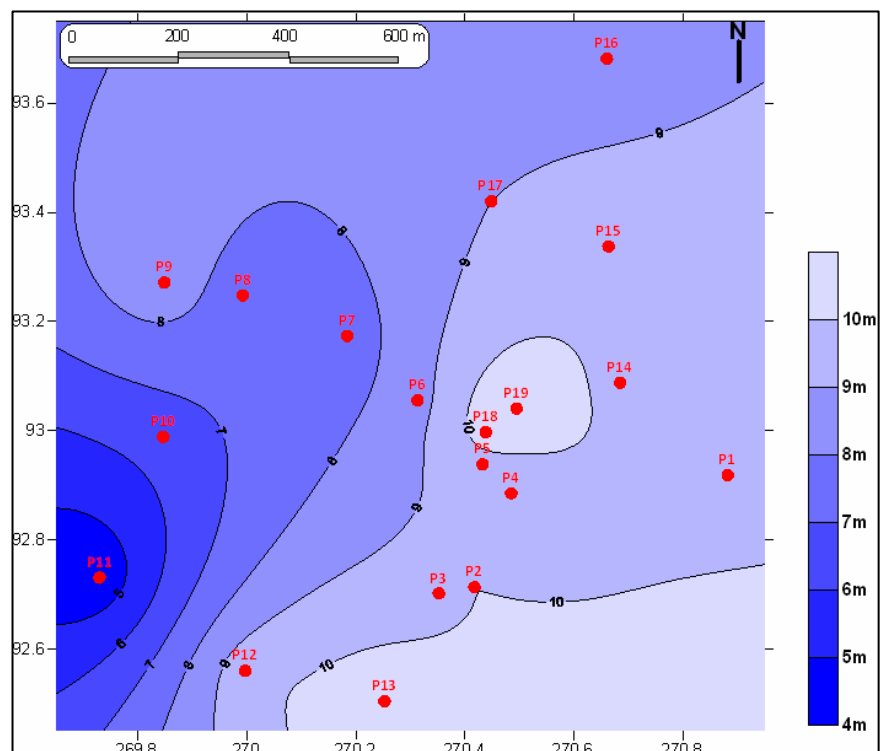
Selon les normes marocaines et l'OMS, l'eau doit être exempte de bactéries et de virus pathogènes. Etant donné qu'on ne peut s'en assurer que par l'analyse d'un volume limité ou échantillon, on définit le volume d'eau dans lequel il ne devra se trouver aucun germe pathogène. Dans 100 ml, aucun coliforme, aucun streptocoque fécal, aucun staphylocoque pathogène ; dans 50 ml, aucun bactériophage fécal contamination.

Les résultats obtenus (Tab. 6 et Fig. 27) montrent que la totalité des puits examinés sont contaminés bactériologiquement à des degrés différents.

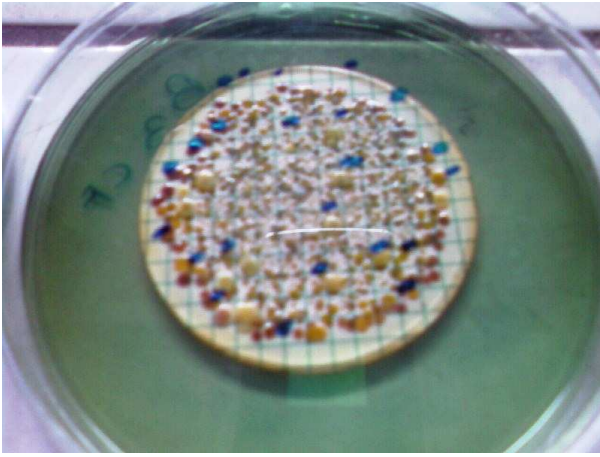
Le degré de contamination de ces puits peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- la situation géographique du puits : les points d'eaux situés dans la zone amont sont moins contaminés
- la situation du puits par rapport à la fosse d'eaux usées : Plus la fosse est éloignée du puits, plus la contamination est peu probable
- la profondeur du niveau de la nappe (Fig.28): plus la nappe est proche du sol, plus elle est facilement contaminée.

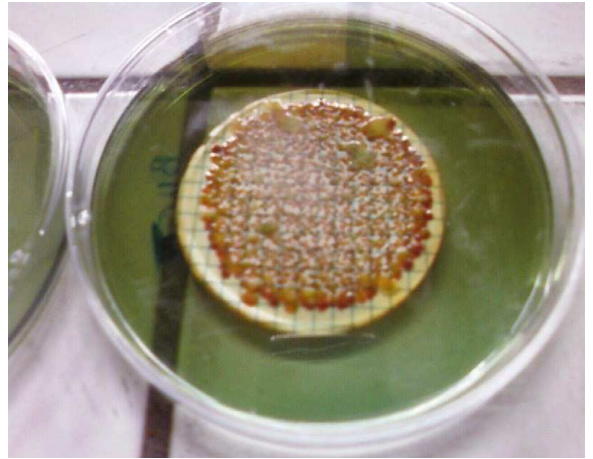
Fig. 28 : la profondeur des puits étudiés sur la nappe de Ghmate







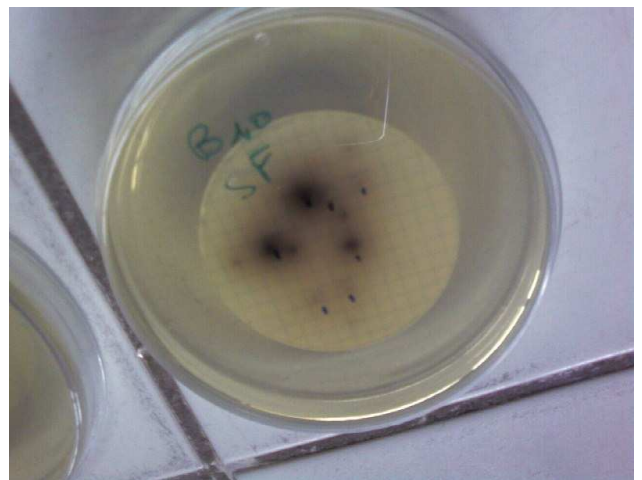
*Photo n°26 : les (CF) dans le puits B3*



*photo n °27 : les (CF) dans le puits B8*



*Photo n°28 : les (SF) dans le puits B8*



*Photo n ° 29 :(SF) dans le puits B10*



*Photo30 : Boîtes de pétri montrant le nombre de bactéries après incubation dans une 100 ml d'eau filtrée*

## IV- Conclusion générale et recommandations

Les eaux souterraines représentent une ressource précieuse très sollicitée par les populations rurales dans la région de Marrakech.

L'AEP du douar Skoum se fait en totalité à partir des puits traditionnels privés. Les activités anthropiques et domestiques liés aux habitations font que les eaux souterraines sont exposées à différentes sources de pollution. D'autant plus que le douar ne dispose pas de réseau d'assainissement.

Notre travail a consisté à l'étude de la qualité chimique et bactériologique de quelques puits du Douar Skoum dans la région de Ghmate. Ce travail nous a permis de montrer l'impact des « fosses toutes eaux » sur ces puits destinés à l'AEP.

L'enquête de terrain a montré que chaque habitation dispose d'un puits pour l'AEP et à de très petites distances (5 à 20m), sont creusées des fosses toutes eaux pour l'évacuation des eaux usées. Ces fosses ont des profondeurs moyennes de 4m. Dans certains cas, les eaux usées sont évacuées directement dans la nature.

La nappe exploitée dans la région est une nappe alluviale, généralement peu profonde (10m en moyenne) par rapport au sol.

L'analyse chimique des eaux de puits testés montre que ces eaux ont un faciès bicarbonate et magnésien. L'ensemble des éléments majeurs analysés respecte les normes de potabilité des eaux destinées à la boisson, sauf pour les bicarbonates qui sont en excès.

Les analyses bactériologiques montrent que l'ensemble des puits étudiés héberge de fortes densités de Coliformes Fécaux (1 à 80 bactéries/100ml) et de Streptocoques Fécaux (0 à 50 bactéries/100ml).

La présence de ces fortes quantités de germes pathogènes, qui sont des indicateurs de pollution et de contamination bactériologique par les eaux usées, montre clairement l'impact négatif des fosses toutes eaux sur la qualité des eaux de la nappe exploitée dans le douar.

Le présent travail ouvre la voie à des perspectives de recherche dont il convient de mentionner quelques aspects qui méritent d'être étudiés:

- Une désinfection chimique: elle inclut les traitements par chloration, par l'iode ou par l'ozone. Le Chlore est communément utilisé pour le traitement de l'eau en raison de son efficacité à inactiver plusieurs types de germes pathogènes et son bas coût par rapport à d'autres produits chimiques.
- La sensibilisation des populations du douar est primordiale, afin de contribuer à la gestion durable des eaux souterraines. Cette sensibilisation doit passer par l'information des habitants sur:
  - la façon de constructions de fosses septiques
  - le lieu d'installation des fosses septiques,
  - protection des puits,
  - éloignement des eaux usées,
  - l'utilisation d'eau de puits désinfectés par l'eau de javel,
  - utilisation d'eau bouillie surtout pour les enfants et les nourrissons.
- Moyen terme, penser à l'installation d'un réseau d'assainissement correct

## Références bibliographiques

- Abourid A. (2007) : Approche hydrogéologique de la nappe du Haouz (Maroc) par télédétection, isotopie, SIG et modélisation. Thèse Univ Cadi Ayyad- Faculté des sciences Semlalia.
- A.F.N.O.R (1998) Association française de normalisation : Installations classées pour la protection de l'environnement .Paris .ISBN 2-12-214311-8
- Ambroggi R. et Thuile G. (1952) : Les plaines et les Plateaux des domaines marginal de l'Atlas, Haouz de Marrakech. Hydrogéologie du Maroc. Notes mém. N° serv. Géol. Maroc.
- Charrière G., Mossel D.A.A., Beaudou P., Leclerc H. (1994): Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and a selection of Enterococcus ssp.for the official monitoring of drinking water supplies. Journal of Applied Bactériologie, 76 :336
- ;Edberg S.C.,Leclerc H.,Robertson J.(1997) :Natural protection of spring and well drinking water against surface microbial contamination.II indicators and monitoring parameters for parasites.Journal of Critical microbiology , 23 :179-206.
- Frances, Pickford J. & Reed R. (1995) : Guide de l'assainissement individuel. Organisation Mondiale de la Santé.
- IQIZOU .K (2005) : Implication de l'interaction « EAU-SOL » dans les processus de salinisation :cas de la palmeraie de Skoura (Région Ouarzazate) .D.E.S.A Univer Cadi Ayyad Faculté des Sciences Smlalia Marrakech .p 23.
- Jamet PH.,Toma A .,Combes P.(1996).Quantification de la vulnérabilité aux pollutions du site de captage du polygone (communauté urbaine de Strasbourg),France,Revue d'hydrogéologie ,1 :25-37.
- Ministère de l'Environnement, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (1994) : Assainissement des eaux usées pour les sites isolés en montagne.
- Noble R.T. ,Moore D.F. ,Leicester M.K. ,McGee C.D. ,Weisberg S.B.(2003) :Comparisons of total coliform,fecal coliform,and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing.water Research,37.
- ONEP (Rabat) : Guide de l'assainissement
- Organisation Mondiale de Santé (OMS).(2000) :Directives de qualité pour l'eau de boisson ;volume 2-critères d'hygiène et documentation a l'appui.2 ème édition,1050 p.
  - Razoki B. (2001): Mise en place d'un système de gestion de bases de données pour la gestion des ressources en eaux souterraines de la plaine du Haouz (Meseta occidental, Maroc). Thèse Univ.Cadi Ayyad, Marrakech Maroc.
  - Rodier J.(1984): L'analyse de l'eau , chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie. Edition 7 Dunod.
  - Sinan M. (2000) : Méthodologie d'identification, d'évaluation et de protection des ressources en eau des aquifères régionaux par couplage des SIG,de la géophysique et de la géostatistique. Application a l'aquifère du Haouz de Marrakech (Maroc).Thèse Univ.Mohammed V. Rabat,Maroc.26,36 p.
- [www.worldbank.org/watsan/bnwp](http://www.worldbank.org/watsan/bnwp)
- [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences\\_isolees/guide\\_interpretation/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences_isolees/guide_interpretation/index.htm)
- <http://www.trematic.com/IMG/pdf/Toilettes .pdf>
- <http://www.oieau.fr/ReFEA/module3b.html>
- <http://www.lenntech.fr/bibliotheque/maladies/maladie-hydrique/maladie-hydrique.htm>
- <http://www.oieau.fr/ReFEA/module6b3.html>

## Liste des figures et tableaux

Fig.1 :Contexte géographique et géologique de la plaine du Haouz (Razoki, 2001).....	P.5
Fig. 2 : Carte de situation de secteur d'étude (Extrait de la carte 1/250000 de Marrakech).....	P.5
Fig.3 :Carte géologique du Haouz central (Razouki, 2001).....	P.6
Fig.4 : Coupe géologique à travers le Haouz central et la bordure Nord du Haut Atlas.....	P.7
Fig.5 : Coupe géologique du forage IRE : 3586/53.....	P.8
Fig.6 : Coupe géologique du forage IRE : 3848/53.....	P.9
Fig.7 : Evaporation moyenne annuelle au Piche à la station du barrage Balla Takerkoust, .....	P.10
Fig.8 : Températures moyennes annuelle à la station du barrage Lalla Takerkoust, .....	P.10
Fig.9 : Humidité relative moyennes annuelle à la station du barrage Lalla Takerkoust, .....	P.11
Fig.10 : Fluctuations de la nappe alluviale de Ghmate au niveau du piézomètre IRE 2701/53.....	P.12
Fig.11 : Fluctuations de la nappe alluviale de Ghmate au niveau du piézomètre IRE 2701/53,.....	P.12
Fig.12 : schéma du système de traitement d'une fosse septique.....	P.16
Fig13. : Schéma de principe d'une fosse septique.....	P.17
Fig.14 : Dimensionnement d'une fosse septique.....	P.17
Fig.15 : Schéma de principe d'une fosse toutes eaux.....	P.18
Fig.16 : Coupe d'un puits perdu plus profond que la nappe pour éviter la contamination de la nappe.....	P.19
Fig.17 : Réduction de la pollution d'une latrine par une barrière à sable.....	P.19
Fig 18 : Protection d'une pompe à main contre la pollution d'une latrine à fosse.....	P.20
Fig.19 : Situation des puits visités au douar Skoum (enquête juin 2010).....	P.23
Fig.20 : Situations des puits échantillonnés pour analyses bactériologiques.....	P.24
Fig. 21 : Piézomètre de la nappe de vallée de Ghmate (Douar Skoum)- Juin 2010.....	P.36
Fig. 22 : Conductivité électrique des eaux des puits du Douar Skoum (vallée de Ghmate).....	P.37
Fig 23 : les concentrations des cations dans les différents puits étudiés.....	P.38
Fig 24 : les concentrations des anions dans les différentes puits étudiés.....	P.39
Fig 25 : Représentation graphique des eaux de l'aquifère de la région d'étude sur le diagramme Piper.....	P.40
Fig 26 : Représentation graphique des eaux de Ghmate sur le diagramme Schoeller Berkaloff.....	P.40
Fig .27 : Nombre de bactéries dans un 100 ml de l'échantillon prélevé.....	P.42
Fig. 28 : la profondeur des puits étudiés sur la nappe de Ghmate .....	P.42
Tab1: Gélose Lactosée au Chlorure de Triphényl Tétrazolium (TTC) et au Tergitol 7 .....	P.31
Tab2 : Gélose Bile Esculine (Pronadisa).....	P.33
Tab3 : Résultats de l'enquête sur 19 puits dans le douar Skoum.....	P.35
Tab4 : les résultats des analyses chimique de l'eau des puit prospecté.....	P.38
Tab. 5:Normes marocaine de potabilité des eaux (Source : Loi sur l'eau) .....	P.41
Tab6 : les résultats des analyses bactériologiques .....	P.41

## Liste des photos

<b>Photo n°1:</b> puits utilisé pour l'alimentation en eau potable (puits sans cuvelage).....	P.15
<b>Photo n°2:</b> Puits utilisé pour l'irrigation le pompage se fait par une pompe a axe vertical.....	P.15
<b>Photo n°3 :</b> des effluents dans le milieu naturel.....	P.15
<b>Photo n°4 :</b> Rejet des huileries directement dans le milieu naturel.....	P.15
<b>Photo n°5 :</b> Rejet des eaux ménagères directement dans le milieu naturel.....	P.15
<b>Photo n°6 :</b> Rejet des effluents dans la seguia.....	P.21
<b>Photo n°7 :</b> rejet des effluents dans la rue.....	P.21
<b>Photo n°8 :</b> la pollution des seguia par les rejets des déchets domestique .....	P.21
<b>Photo n°9 :</b> Sonde piézométrique.....	P.22
<b>Photo n°10 :</b> Conductimètre de terrain.....	P.22
<b>Photo n°11 :</b> chaque flacon doit porter le N° du puits la date et le lieu de prélèvement.....	P.25
<b>Photo n°12 :</b> échantillonnage pour les analyses bactériologiques dans un flacon stérile.....	P.25
<b>Photo n°13 :</b> préservation de l'échantillon dans une glacière.....	P.25
<b>Photo n°14 :</b> pH -mètre de laboratoire .....	P.27
<b>Photo n°15 :</b> Dosage du chlore par le Nitrate d'argent (méthode de Mohr).....	P.27
<b>Photo n°16 :</b> Volumétrie par l'EDTA pour déterminer la dureté de l'eau (calcium et magnésium)....	P.27
<b>Photo n°17 :</b> Spectrophotomètre à flamme.....	P.27
<b>Photo n°18 :</b> colonne a Cadmium.....	P.27
<b>Photo n°19 :</b> spectrophotomètre utilisé Pour le dosage des Nitrates.....	P.27
<b>Photo.n°20 :</b> Milieux de culture préparés pour les coliformes fécaux (CF).....	P.32
<b>Photo n°21 :</b> Etalonnage de (0.1 ml) de l'échantillon dans le milieu de culture.....	P.32
<b>Photo n°22 :</b> Filtration de (100 ml) de l'échantillon par des filtres de 45 µm.....	P.32
<b>Photo n°23 :</b> Milieux de culture pour les streptocoques fécaux (SF).....	P.34
<b>Photo n°24 :</b> Pour stériliser le milieu on utilisé l'autoclave à 121°C durant 15 minutes.....	P.34
<b>Photo n°25 :</b> L'étuve utilisée pour l'incubation des SF.....	P.34
<b>Photo n°26 :</b> les (CF) dans le puits B3.....	P.43
<b>Photo n°27 :</b> les (CF) dans le puits B8.....	P.43
<b>Photo n°28 :</b> les (SF) dans le puits B8.....	P.43
<b>Photo n°29 :</b> (SF) dans le puits B10.....	P.43
<b>Photo n°30 :</b> les boîtes de pétri montrant le nombre de bactéries après incubation dans une 100 ml d'eau filtrés. ....	P.43



## *Liste des abréviations*

ABHT : Agence des Bassins Hydraulique de Tensift  
 $\mu\text{s/cm}$  : micro siemens par centimètre  
RéFEA : Réseau Francophone sur l'Eau et l'Assainissement  
AEP : Alimentation en Eau Potable  
CF : Coliformes Fécaux  
SF : Streptocoques Fécaux  
CT : Coliformes Totaux  
PH : potentiel hydrogène  
l'EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétra acétique  
Ca : Calcium  
Mg : Magnesium  
K : Potassium  
Na : Sodium  
 $\text{HCO}_3$  : Bicarbonates  
 $\text{SO}_4$  : Sulphates  
Cl : Chlorures  
 $\text{NO}_3$  : Nitrates  
Mg/l : milligramme par litre  
HCl : Acide chlorhydrique  
TTC : Chlorure de Triphthongue Tétrazolium  
PT : Profondeur Total  
NS : Niveau Statique  
NP : Niveau Piézométrique  
CE : Conductivité électrique  
ORMVA : l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz  
OMS : Organisation Mondial de Santé

Annexe 1 : fiche d'enquête

UNIVERSITE CADI AYYAD FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES MARRAKECH		جامعة القاضي عياض كلية العلوم والتقنيات مراكش
--	---	---

**Fiche d'enquête**

<b>Douar Skoum - Ghmate</b>	
-----------------------------	--

**Nature du point d'eau :** ..... **N°Terrain:** .....

**LOCALISATION**

Latitude :	.....	
Longitude :	.....	
Altitude (m) :	.....	

**CARACTERISTIQUES TECHNIQUES**

P.T./sol (m) : .....

Altitude du sol (m) : .....

Equipement : .....

Commentaire : .....

.....

.....

**HYDROGEOLOGIE**

NS(m): ..... NP (m)= .....

Commentaire : .....

.....

.....

**CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES**

Température (°C) : .....

Conductivité ( µS/cm ): .....

pH: .....

UTILISATION : .....

Commentaire: .....

.....

.....

**Evacuation des eaux usées:**

- Puits perdu:	Oui: <input type="checkbox"/>	Dimensions L, l et h:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Non: <input type="checkbox"/>		r et h	<input type="text"/>	<input type="text"/>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ghmate le,.....