



O.N.E.P

Faculté des sciences et techniques :
Gueliz-Marrakech .

Office Nationale de l'Eau Potable.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Licence sciences et techniques

Option : Eau et Environnement

Sous le thème :

Contrôle de la Qualité des eaux naturelles de la région de Khmiss Dades (Ouarzazate, Maroc)



Réalisé par :

MOHAMED HEMRIOUI

Encadré par :

Mlle NADIA KHAMLI (FSTG)

Mr ABD ELMAJID ELFATRI (ONEP)

Soutenu le 02 juillet 2009 devant un jury composé de :

-Mr. Touil

-Mlle. Bourgeoini

Sommaire

Remerciement

I.INTRODUCTION.....	7
II.PRESENTATION GENERALE DE l'ONEP	8
III.CADRE GENERALE	9
III.1. Situation géographique de Khmiss Dadès	
III.2.Contexte géologique	
III.3.Contexte Hydro climatique	
III.3.1 Les ressources en eau de surface	
III.3.2 Les ressource en eau souterraine	
IV.LES METHODES D'ANALYSES	19
IV.1. Les Analyses Physicochimiques	
IV.1.1. la température	
IV.1.2.mesure de pH	
IV.1.3.mesure de la conductivité	
IV.1.4.mesure de la turbidité	
IV.1.5.l'oxydabilité	
IV.1.6.dosage des chlorures	
IV.1.7.dosage de l'oxygène dissous	
IV.1.8.titre hydrométrique=dureté totale	
IV.1.9.ion calcium Ca ²⁺	
IV.1.10.ion Mg ²⁺	
IV.1.11.détermination de l'alcalinité de l'eau	
IV.1.12.Essai d'agressivité au marbre.	
IV.1.13.dosage des sulfates	
IV.1.14.dosage des nitrites dans l'eau.	
IV.1.15.dosage des nitrates	
IV.1.16.Autres paramètres	

IV.2. les analyses bactériologiques.

IV.2.1 Numération des germes coliformes.

IV.2.2 Numération des streptocoques fécaux

IV.2.3 Présentation et Interprétation des résultats bactériologiques

V. Présentation et Interprétation des résultats.....32

V.1 Présentation des résultats physicochimiques et bactériologiques

V.1.1.les résultats physicochimiques

V.1.2 les résultats bactériologiques

V.2 Interprétation des résultats physicochimiques et bactériologiques

V.2.1 les résultats physicochimiques

V.2.1 les résultats bactériologiques

VI. Conclusion41

Bibliographie42

Liste des tableaux

Liste des figures

DEDICACE

Je dédie ce Travail à :

-A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

-A mes chers frères et sœurs : Farid, Said et Rachida.

-A mon cousin Mohamed.

-A mes meilleurs amis(es).

Remerciement

Ce n'est pas parce que la tradition l'exige par l'habitude que cette page est présentée dans mon rapport de stage de fin d'étude, mais parce que les personnes à qui s'adressent mes remerciements les mérites vraiment.

Je tiens à exprimer ma gratitude et mes remerciements à Monsieur le Directeur de L'O.N.E.P de Ouarzazate AHMED HAFID pour son accord de passer le stage au sein de Laboratoire Provinciale de L'O.N.E.P à Ouarzazate, mes remerciements vont également à mon Encadrant, le laborantin Abd Elmajid AELFATRI, qui m'a bien encouragé, et à tous les personnels de l'Office Nationale de l'Eau potable de Ouarzazate pour leurs précieuses conditions.

Pour la même occasion je voudrais remercier Mlle NADIA EL KHAMLI pour ces prodigieux conseils, mes remerciements vont aussi à tous ce qui de près ou de loin m'ont aidé à mener à terme ce travail.

BUT DE STAGE

Mon stage de fin d'études s'inscrit dans le cadre de la préparation du Diplômes : licence sciences et techniques, option : Eau et Environnement au sein de la faculté des sciences et techniques Marrakech (FST).

L'O.N.E.P de Ouarzazate à pris en charge la gestion des ressources en eau destinées à la production d'eau potable dans la région de KHMIS DADES .Pour cela une étude confirmative (essai de pompage, étude physicochimique, bactériologique..) à été réaliser pour vérifier si la qualité, permet d'assurer l'alimentation en eau potable dans cette région.

L'objet de cette présente étude est d'étudier les caractéristiques physicochimiques et bactériologiques des eaux destinées à l'alimentation en eau potable dans la région de Khmiss Dadès.

INTRODUCTION

Elément majeur du monde et biologique : l'eau est aussi le vecteur privilégié de la vie et de l'activité humaine, c'est un solvant universel des substances naturelles et aussi le réservoir ultime de toutes les substances introduites par l'activité humaine (ménagère, agricole et industrielle) ce qui entraîne la pollution de cette entité qui caractérise notre planète et aggrave aussi la situation sanitaire de la population.

La notion de pollution est une notion relative et avant de déclarer qu'une eau est polluée, il convient de savoir à quels usages on la destine et à quels critères de qualité elle doit satisfaire. Pour l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la pollution de l'eau peut être destinée comme une dénaturation qui résulte d'une activité humaine et rend l'eau moins propre à l'usage auquel elle convenait dans son état naturel.

La présence des polluants dans les eaux peut avoir plusieurs origines .les principales sources de pollution des eaux ainsi que les principaux polluants sont énumérés ci –dessous :

- Eaux usées domestiques, dont la charge de pollution est caractérisée par les matières organiques, les matières en suspension, les éléments nutritifs (azote et phosphore) et les micro-organismes.
- Effluents industriels ; dont la composition est complexe et très variable avec le type d'industrie.
- Eaux usées minières, caractérisées essentiellement par les matières en suspension et les sels minéraux.
- Les Rejets agricoles, considérés comme source de pollution par les fertilisants (phosphore et azote) et les pesticides.

l'ONEP via ses laboratoires de contrôle de la qualité des eaux , assure à tous les stade de la production , du transport et de la distribution, la surveillance de la qualité des eaux destinées à la production d'eau potable .

En effet, L'O.N.E.P de Ouarzazate à pris en charge la gestion des ressources en eau destinées à la production d'eau potable dans la région de Khmiss Ddadès .Pour cela une étude confirmative (essai de pompage, étude physicochimique, bactériologique..) à été réalisée pour vérifier si la qualité, permet d'assurer l'alimentation en eau potable dans cette région. Deux puits ont été équipés pour alimenter un réservoir conçu pour distribuer l'eau potable à la population du village.

En effet, durant mon stage qui s'est déroulé au laboratoire de l'ONEP de Ouarzazate, j'ai intégré un groupe de travail qui assure le contrôle continu des eaux de toute la région. L'occasion était très favorable pour bien maîtriser toutes les techniques d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux naturelles destinées à l'alimentation en eau potable et de s'initier à l'interprétation et à la comparaison des résultats.

Ainsi, dans ce travail nous présentons les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux (avant traitement) qui alimentent la population de Khmiss Dadès et nous les comparons aux paramètres des eaux d'un forage exécuté dans la région.

II. PRESENTATION GENERALE DE L'ONEP

L'ONEP est un établissement public à caractères industriel commerciale doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière.

Attributions :

Acteur principal dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement, les missions de l'ONEP sont :

- La planification de l'approvisionnement en eau potable du Royaume et la programmation des projets.
- L'assurance de l'exécution des travaux des unités de production et de distribution.
- La Gérance de la production d'Eau potable et l'assurance de la distribution pour le compte des communes qui le souhaitent.
- Le Contrôle de la qualité des Eaux produites et distribuées et de la pollution des Eaux susceptible d'être utilisées pour l'alimentation humaine.

Axes Stratégiques :

- pérenniser, sécuriser et renforcer l'AEP en milieu urbain
- Généraliser l'accès à l'eau potable en milieu rural.
- Rattraper le retard en matière d'Assainissement liquide.

Les approches :

- Assurer une veille technologique.
- Intégrer la composante environnement.
- Impliquer le citoyen dans l'économie et la protection des ressources en eaux.

III.CADRE GENERALE

III.1.Situation Géographique de La région

Khemis Dadès est une commune marocaine de la province d'Ouarzazate elle est située à 100 km à l'est de Ouarzazate, entre la ville de Kelâa M'gouna et Boulmane Dadès, il est traversée par Oued Dadès, qui permet à la population, majoritairement paysanne, d'irriguer les champs de blé et d'orge ainsi que les arbres fruitiers.

La commune tient son nom du jour du souk, qui est le jeudi (*Khemis* en berbère et en arabe), et de la vallée Dadès (Fig.1). Elle est constituée de plusieurs villages ou douars. Chaque village porte le nom de la tribu qui l'habite. (Les Cahiers D'IDD N° 4)

Parmi ces tribus, on peut citer

- Ait Boulmane
- Ait Bouhrou
- Ait Alouane
- Ait Boubker
- Tansghart

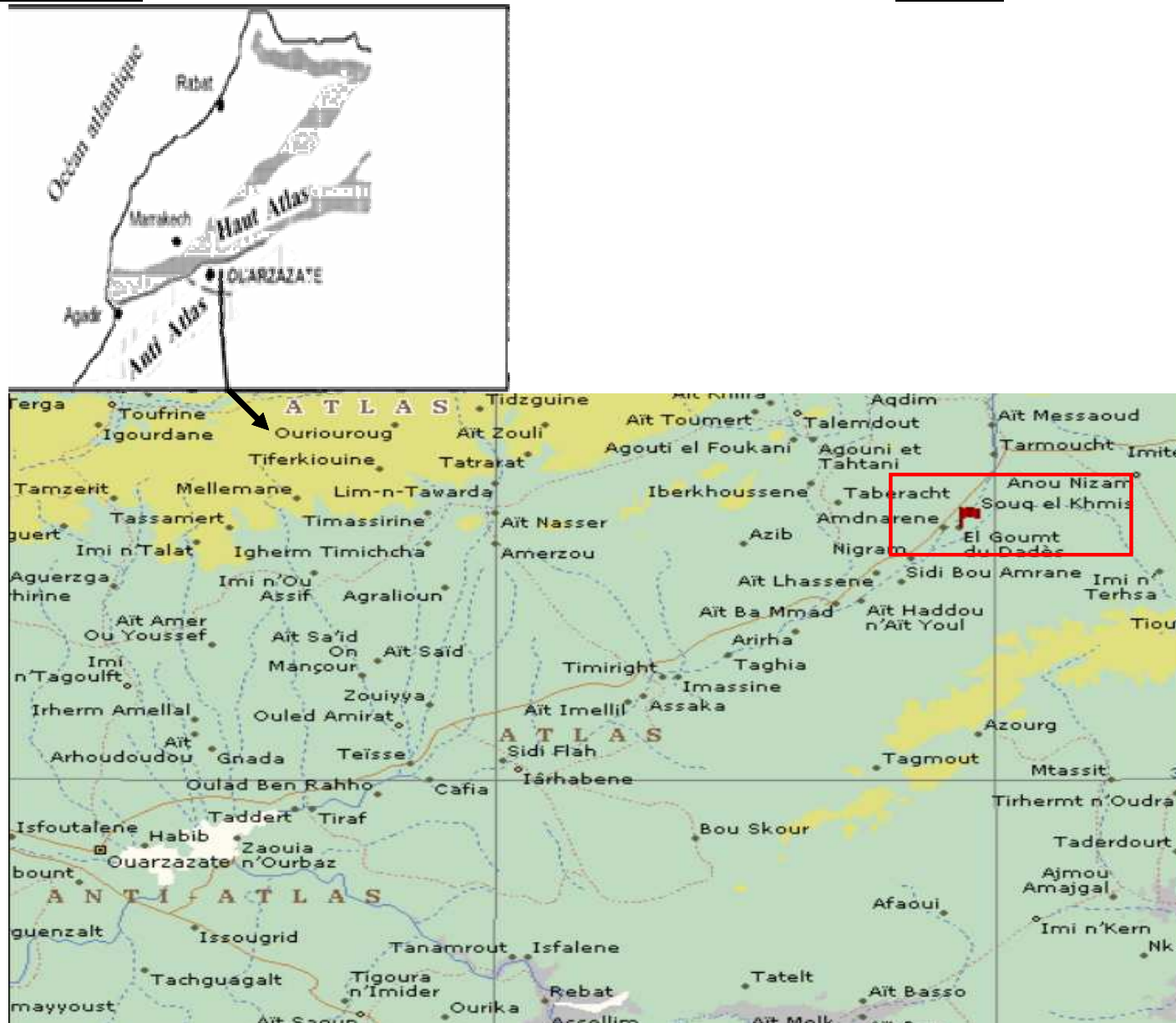


Figure 1 : Contexte local du Khmiss Dadès (cahiers d'IDD N° 4)

III.2.Contexte Géologique

La figure 1 montre que la région étudiée se situe au nord ouest du bassin d'Ouarzazate, limitée au Nord par une zone correspondant aux reliefs du Haut Atlas et par les affleurements précambriens de l'Anti-Atlas au Sud.

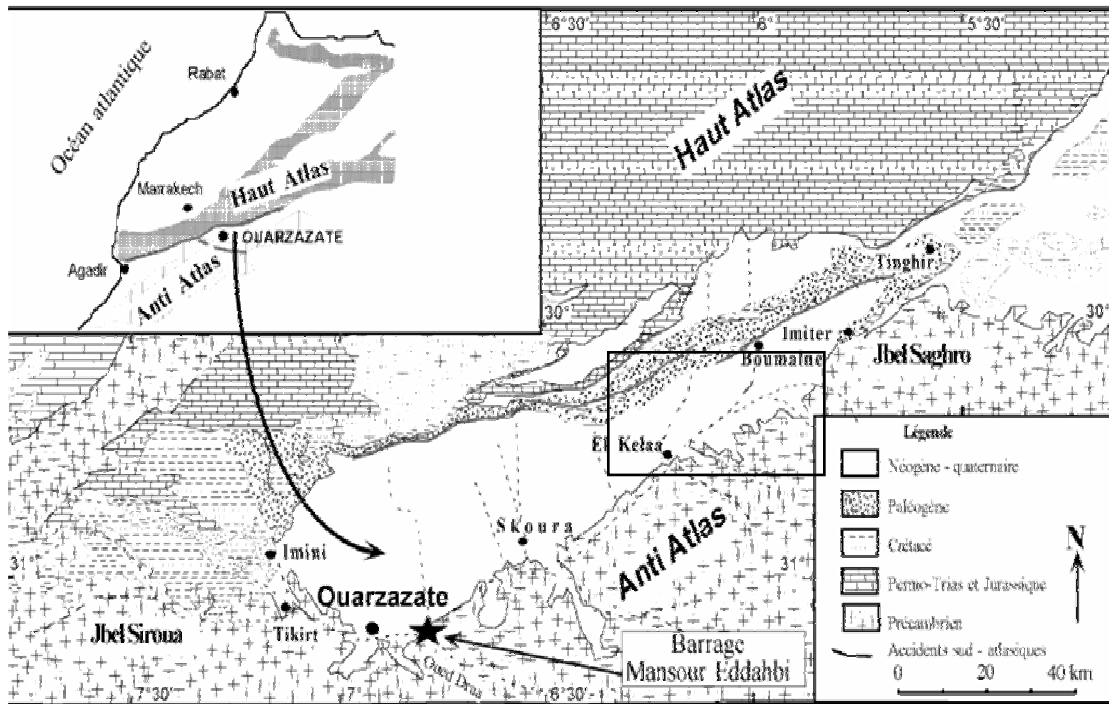


Figure 2 : Cadre géologique du bassin d'Ouarzazate (M.Agousine et al 2004.)

L'évolution géologique de la région, au nord ouest du bassin d'Ouarzazate montre des formations d'âge précambrien surmontées par des comblements détritiques néogènes et récents du Quaternaire (M.Agousine et al 2004.)

En effet la plaine entaillée par les oueds a donnée naissance à un comblement en sédiments néogènes et récents qui sont très abondants dans le centre du bassin en constituant un très bon réservoir des nappes alluviales.

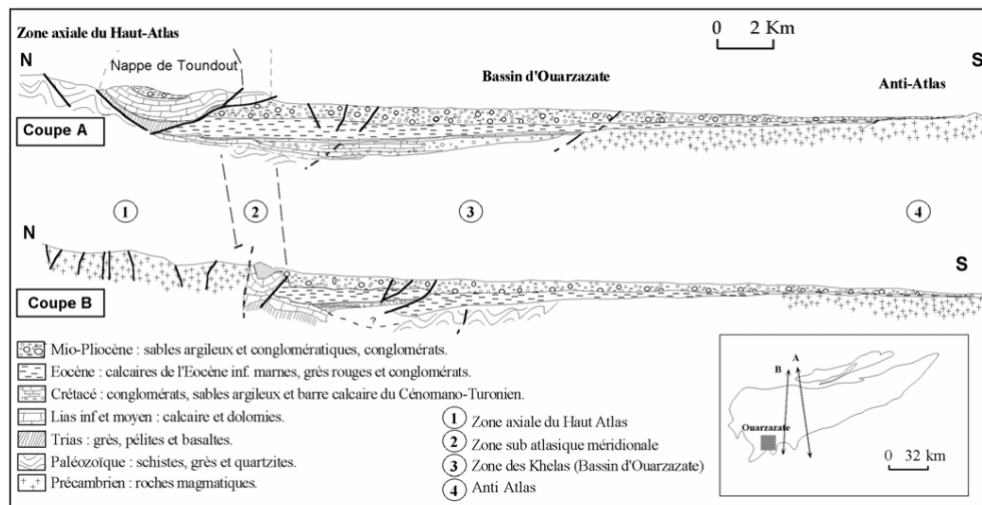


Figure 3 Coupe géologique transversales du centre de bassin d'Ouarzazate (M.Agousine et al 2004.)

III.3.Contexte Hydro Climatique

D'après l'indice d'aridité de De Martonne qui utilise les hauteurs annuelles des précipitation et les températures annuelles et qui classe les régions dans l'étage climatique, en utilisant la relation suivante : $I = P / (T + 10)$. ($I < 10$: Aride ; $10 < I < 20$: semi Aride). (De Martonne. 1948).

De ce fait, la région d'Ouarzazate fait partie de l'étage bioclimatique saharien caractérisé par son climat aride à semi aride, ce qui influe sur les ressources en eaux dans cette région.

III.3.1.Les Ressources en eaux de surfaces

Les eaux de surface, principales ressources d'irrigation de la population du Khmiss Dadès, sont constituées par les apports d'Oued Dadès.

La figure 4 montre la situation du Oued Dadès et la disposition des agglomérations et des zones de culture autour d'oued Dadès :

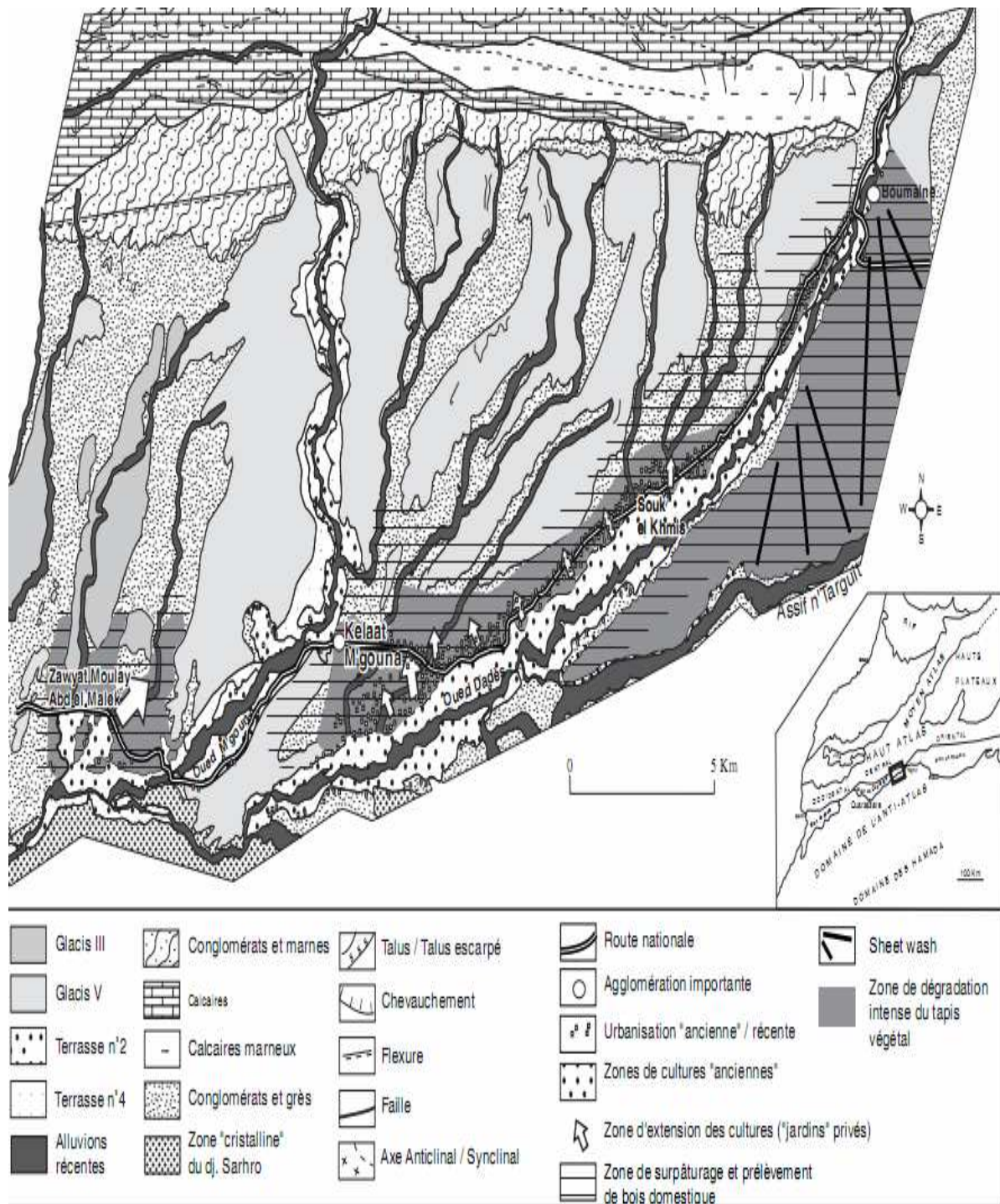


Figure 4 : La zone du bassin d'Oued Dadès (El Hannani)

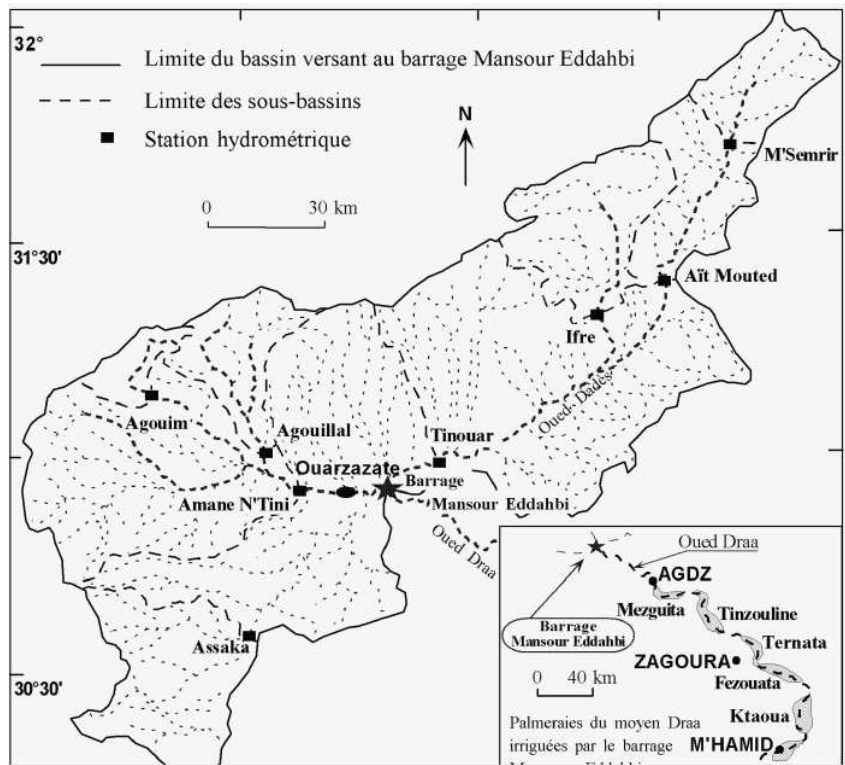


Figure 5.les Stations hydrométriques du bassin d'Ouarzazate (M.Agousine et al 2004).

Les principaux affluents du bassin d'Ouarzazate : l'oued dadès l'oued Ouarzazate collectent les eaux du versant sud du Haut Atlas au niveau de barrage Mansour Eddahbi, qui assure une irrigation des palmeraies du Draa moyen par les apports de l'oued Draa.

Le tableau suivant montre les apports annuelles des oueds du bassin de Ouarzazate :

Oued	Station	Bassin versant (km ²)	Apport moyen Mm ³ /an
Dadès	Ait Mouted	1525	105
M'Goun	Ifree	1239	128
Dadès	Tinouar	6680	242
Ouarzazate	Tifouloute	3507	134
Douchène	Assaka	1387	13
TOTAL			622

Tableau.1 les apports moyens annuels des oueds du bassin d'Ouarzazate.

D'après le Tableau.1, la quasi-totalité des apports en eaux est apportée par l'oued Dadès, soit un apport moyen de 347 Mm³ /an.

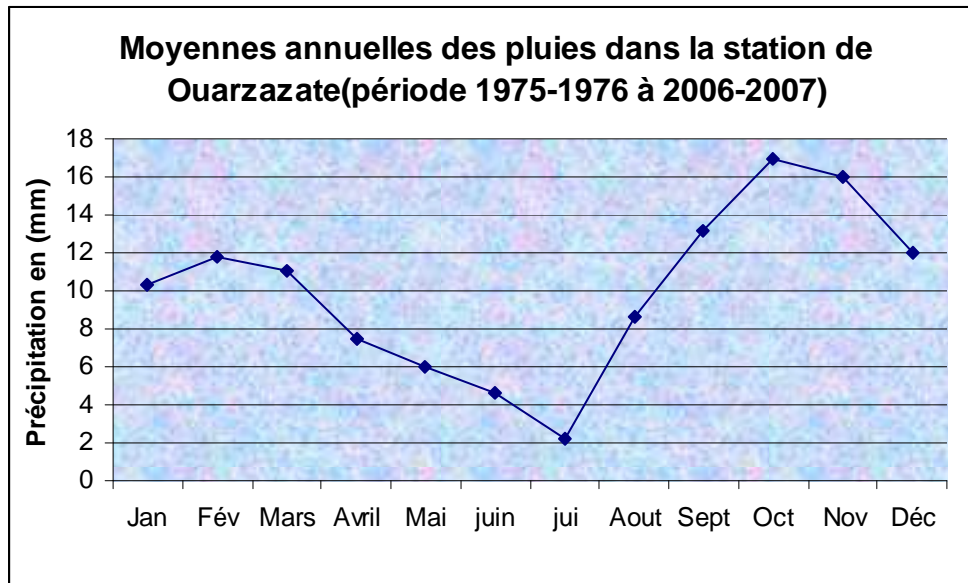


Figure 6 : Courbe des précipitations (station météorique).

Les précipitations sont faibles et irrégulières, l'analyse pluviométrique de la station de Ouarzazate mettent en évidence l'existence de deux saisons humides en automnes et en hiver avec un été particulièrement sec.

III.3.2. Les Ressources en eaux souterraines

Les nappes phréatiques et alluviales du M'goun-Dadès couvrent quelques dizaines de km le long des vallées .Elles sont issues du sous écoulement des oued et des infiltrations d'eau dans les terrasses récentes .Au cour des dernières années, ces nappes ont été activement exploités au moyen des puits traditionnels.(M. Agousine et al 2004.).

En effet les eaux souterraines constituent la seule sources d'alimentation en eau potable dans la région de Khmiss Dadès, l'O.N.E.P de Ouarzazate chargé de la gestion des ressources en eaux dans cette région, assure une surveillances de la qualité par un essai de pompage et une étude physicochimique et bactériologique des puits utilisés pour la production d'eau potable.

*** Emplacement des puits :**

1/.IRE :847/55

- NOM : Ait Haddouch
- Les Coordonnées Lambert :
X= 442.30 m
Y= 480.50 m
Z= 1490 m

D'après la carte de klaa M'gouna 1/100000.

2/. IRE : 846/55

- NOM : Ait Yahoo
- Les coordonnées Lambert :
X= 442.50m
Y= 481.65 m
Z= 1500 m

D'après la carte de klaa M'gouna 1/100000

3/. IRE : 780/55

- NOM : Zaouit el bir
- Les coordonnées Lambert :
X= 440.23 m
Y= 465.25 m
Z= 1400 m

*** Les Caractéristiques de la nappe de la nappe phréatique :**

La nappe de la région de Khmiss Dadès circule dans des formations néogènes, avec des dépôts marneux argileux (Figure 7 et 8), l'alimentation de cette nappe ce fait par les affluents de l'oued Dadès et les versants sud est du Haut Atlas.

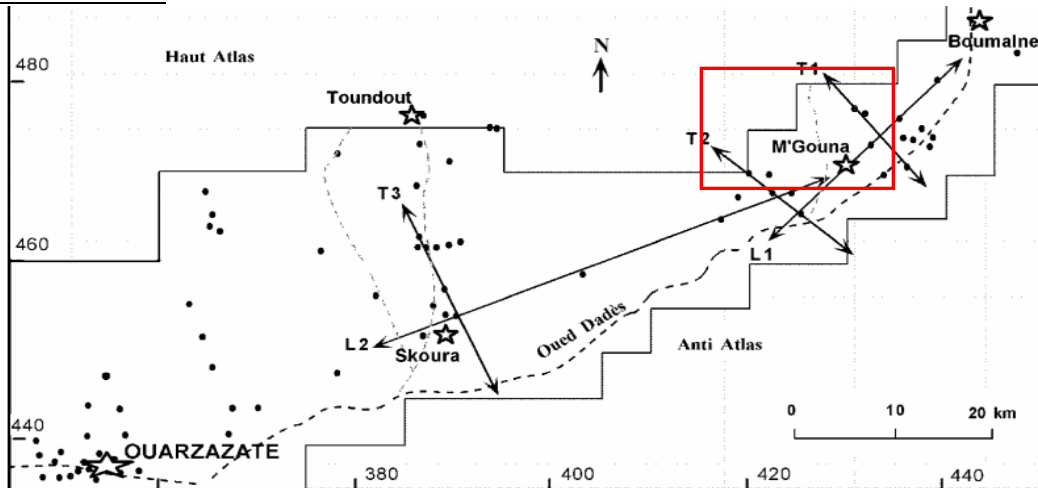


Figure.7 : Les coupes corrélatives de la plaine d'Ouarzazate (M.Agousine et al 2004.)

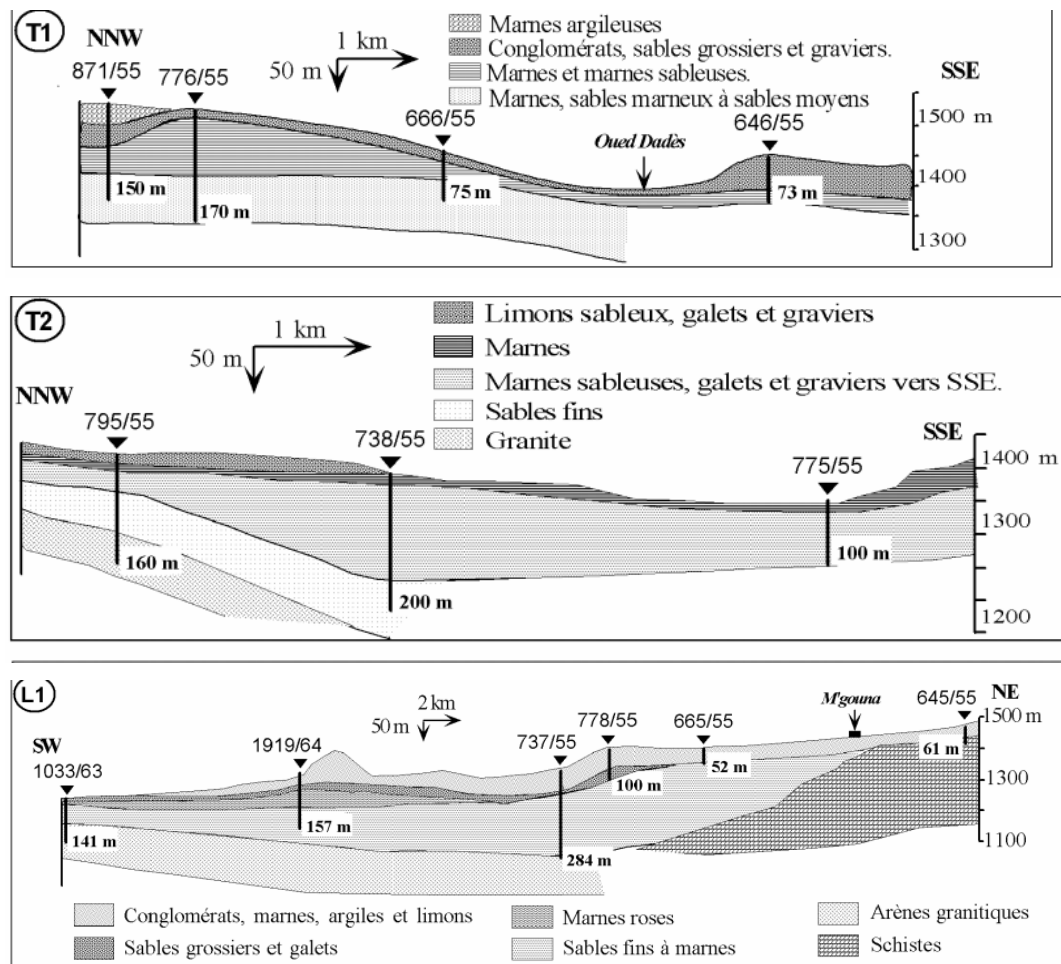


Figure.8 : Les coupes corrélatives transversales et longitudinales de la plaine d'Ouarzazate.

La nappe phréatique de la région de khmiss dadès circule dans des terrasses récentes

caractérisées par des dépôts marneux argileuses et sableuses, elle s'alimente des affluents d'Oued Dadès et des versants Sud Est du Haut Atlas, la carte piézométrique de la plaine d'Ouarzazate montre un sens d'écoulement des eaux du Nord Est le long de l'Oued Dadès et du Nord, à partir du Haut Atlas.(Figure 7) .

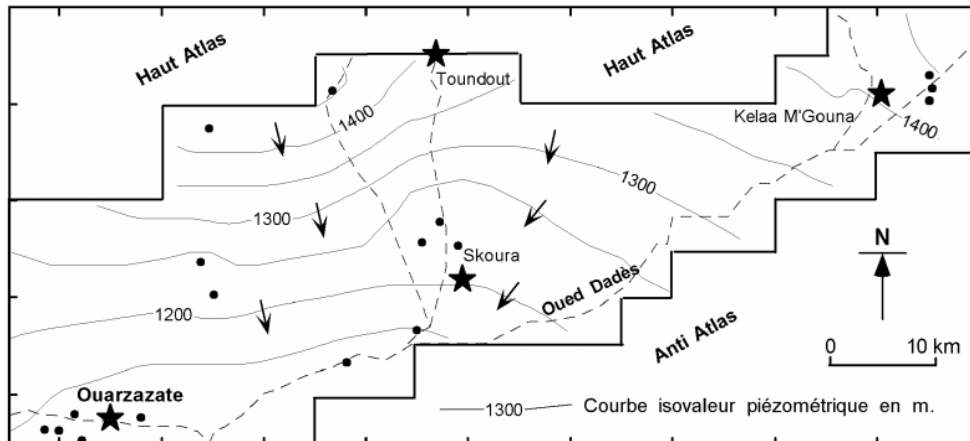


Figure 9 : piézométrie d'avril 1998 dans la plaine d'Ouarzazate (M.Agousine et al 2004.).

IV.LES METHODES D'ANALYSES

IV.1.Les Analyses physicochimiques

IV.1.1 Température :

La mesure de la température doit être faite sur place au moment de prélèvement à l'aide soit d'un thermomètre soit d'une sonde (en °C).

IV.1.2 Mesure de pH :

* *Principe* :

La mesure peut être, soit colorimétrique, soit électrométrique.il doit être faite sur place, et elle est importante dans le calcul de l'agressivité d'une eau ou de son pouvoir incrustant. La nature de la mesure effectuée au laboratoire est électrométrie qui exige des électrodes de verre fragiles et des solutions tampons pour l'étalonnage.

* *Etalonnage*

On étalonne un ph-mètre avec des solutions tampon. Selon les mesures que l'on va effectuer, on étalonne soit par une solution de pH=4 pour faire des mesures en milieu acide puis par une solution de pH=7 et enfin par une solution de pH=9 pour faire des mesures en milieu basique

* *Utilité* :

L'utilité de la mesure de PH d'eau est la détermination de l'agressivité d'Eau.



Photo 1 : Ph-mètre

IV.1.3 Conductivité :

*** Définition :**

La conductivité électrique permet d'avoir une idée de la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée.

*** Mode opératoire :**

Avant de faire la mesure, il faut d'abord étalonner l'appareil on utilise un étalon qui a une conductivité connue, puis on met l'électrode dans un flacon contenant de l'eau après agitation, ensuite on lit le résultat marqué dans l'écran de l'appareil.

*** Appareillage :**

Conductimètre

NB : le conductimètre donne aussi la température de l'eau.



Photo 2 : Conductimètre.

IV.1.4 La turbidité :

*** Définition :**

La turbidité se définit comme "l'expression de la propriété optique qui fait que la lumière est dispersée et absorbée plutôt que transmise en ligne droite à travers un échantillon," cette dispersion étant provoquée par l'interaction de la lumière avec les particules en suspension dans l'échantillon.

*** Principe :**

Il existe deux types de méthode de mesure de la turbidité basée sur deux phénomènes physiques distincts, l'effet TYNDALL et les phénomènes d'absorption lumineuse.

L'effet Tyndall : un liquide turbide s'éclaire lorsqu'il est traversé par un faisceau lumineux, par diffraction par les particules en suspension, et l'intensité de la lumière diffractée.

Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations. Cette absorption dépend du nombre des particules, de leur forme de leur taille, de l'épaisseur de liquide traversé et de la longueur d'onde de la radiation incidente.

*** Objectif :**

Déterminer la matière en suspension existée Dans l'échantillon.

*** Appareillage :**

Turbidimètre

IV.1.5 L'oxydabilité=Matières organiques oxydables en milieu acide :

*** Principe :**

On chauffe à 100°C l'eau à analysée avec une solution de permanganate de potassium KMnO_4 à titre connu, après on titre avec une solution de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ afin de déterminer la quantité de KMnO_4 qui n'a pas été réduite.

*** Mode opératoire :**

Dans un ballon rodé on introduit 100 ml d'eau à analyser avec 2 ml d'acide sulfurique concentré et 10 ml de KMnO_4 (N/100) après le ballon est placé au bain marie (13 min à 100°C), ensuite on ajoute des goûtes $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ jusqu'à la décoloration totale. La titration se fait par KMnO_4 (0.01) jusqu'à l'obtention d'une faible teinte rose.

Le résultat est exprimé (prise de 100ml). Et l'Oxydabilité en O_2 (mg/l) = $V_{\text{tombé}} * 0.8$



Photo 3 : le Bain marie

IV.1.6 Dosage des chlorures :

*** Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu acide par les nitrates mercuriques en présence d'un indicateur de pH.

*** Mode opératoire :**

Dans un Erlenmeyer on introduit successivement 100ml d'un échantillon, 0.5ml d'un indicateur de pH, acide nitrique (N/3) jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune franc et on titre par une solution de nitrates mercurique jusqu'à l'apparition d'une teinte violette.

*** Résultat :**

$$[Cl] = V_{\text{tombé}} * 35.5 \text{ (mg/l)}$$

IV.1.7 Dosage de l'oxygène dissout (méthode de winkler) :

*** Principe :**

Cette technique repose sur l'oxydation de l'hydroxyde manganoux dans une solution fortement alcaline, par acidification en présence d'un iodure. L'hydroxyde manganique formé une fois dissous et il se dégage de l'iode libre en quantité équivalente à celle de l'oxygène initialement dissous dans l'échantillon. La titration de cet iode s'effectue par les thiosulfates de sodium (N/50) en utilisant l'amidon comme indicateur interne.

*** Mode opératoire :**

- Remplir complètement une bouteille de 250 par l'échantillon.
- Introduire à l'aide d'une pipette 2 ml de solution de sulfate manganoux
- Ajouter 2 ml de réactif aux iodures alcalins et à l'azide de sodium.
- Lorsque la partie supérieure du liquide s'est complétement clarifiée, enlever le bouchon et ajouter 2ml d'acide sulfurique concentré tout au fond de la bouteille.
- Transvaser une prise d'essai de 100 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer.
- La titration s'effectue par la solution de thiosulfates de sodium 0.02N jusqu'à obtention de coloration paille, claire.
- Ajouter 0,5 ml de l'amidon jusqu'à l'obtention d'une couleur bleue.

*** Résultat :** $O_2 \text{ (mg/l)} = \text{Tombé} * 1.6$

IV.1.8 Titre hydrométrique =dureté totale :

***Définition :**

C'est une caractéristique très importante. Elle est due aux ions bivalents ;Ca²⁺,Mg²⁺,Fe²⁺,Sr²⁺,.....libres ou associés .Ces métaux sont associés au HCO₃.SO₄²⁻,Cl⁻,NO₃⁻...la dureté peut être très bénéfique sur la santé si on respecte les normes .

*** Mode opératoire : titration complexométrique :**

On ajoute pour un échantillon de 25ml, 5 ml de solution tampon et une pointe de spatule d'indicateur (Noir Erichrome) et on maintenu la titration par EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu.

Pour la préparation de la solution de complexons II 0.02M ; on dissout 7.445g de complexons III dans l'eau distillée et on complète à 1 litre à 20C).

***Résultat :** pour 100ml d'échantillon, $TH = a * 1.6 \text{ méq/l}$.

a : nombre de ml de complexons (0.02M) en ml.

Interprétation des résultats :

Type d'eau	Concentration (méq/l)	Concentration (°F)
Très douce	0- 1.4	0-7°F
Douce	1.4- 2.8	7-14
Moyennement dure	2.8 – 4.4	14- 22
Assez dure	4.4 – 6.4	22 – 32
Dure	6.4 – 8.6	32- 42
Très dure	>8.4	>42°F

Tableau.2

IV.1.9. Ion de Calcium Ca²⁺ :

*** Définition :** suivant la roche avec laquelle l'eau était en contact, les eaux de sources, souterraines et superficielles contiennent des sels Ca²⁺.

*** Principe :** la titration se fait par complexométrie.

*** Mode opératoire :** pour une prise de 25 ml d'échantillon on ajoute l'eau distillée jusqu'à l'obtention de 100 ml, puis on ajoute 5 ml de la solution tampon, et une petite pointe de spatule d'indicateur (calcon) et on titre par la solution complexométrique (EDTA) jusqu'au virage de rose à bleu.

*** Résultat :**

Pour 100 ml d'eau : $[Ca^{2+}] = a * 1.6 \text{ (méq/l)}$

a : le volume introduit de la solution complexométrique en ml

IV.1.10. Ion Magnésium Mg²⁺ :

*** Définition :** l'origine de cet ion est le résultat de contact entre l'eau avec des roches

$$[Mg^{2+}] = TH - [Ca^{2+}] \text{ (en méq/l.)}$$

IV.1.11. Détermination de l'alcalinité de l'eau :

*Définition :

Généralement l'alcalinité est due à la présence des ions ; carbonates CO_3^{2-} , bicarbonates HCO_3^- et Hydroxydes OH^- .

TA : titre alcalimétrique correspond à la neutralisation des ions CO_3^{2-} en HCO_3^- en réagissant avec un acide fort.

Avec : $TA = OH^- + 1/2 CO_3^{2-}$

TAC : titre alcalimétrique complet, égale à la somme de OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^- ; ce titre correspond à la neutralisation de toutes ces formes par un acide fort.

*Principe :

L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution titrée acide et en présence de phénophtaléine pour TA et l'hélianthine pour TAC.

***Mode opératoire** : A une prise de 100 ml d'échantillon, on ajoute 2 gouttes de phénophtaléine s'il y a pas de coloration rose le titre TA=0, s'il y a une coloration rose on titre avec HCL (0.1N) jusqu'à disparition de la coloration.

Pour le titre TAC on titre avec HCl (0.1N) jusqu'au virage de jaune orange.

*Calculs : (1 méq/l =5 °F)

Calcul de la concentration des ions : CO_3^{2-} , HCO_3^- et OH^-

Ions	[OH ⁻] (mg/l)	[CO ₃ ²⁻] (mg/l)	[HCO ₃ ⁻] (mg)
TA = 0	0	0	12,2 TAC
TA < TAC/2	0	12 TA	12,2(TAC-2TA)
TA = TAC/2	0	6 TAC	0
TA > TAC/2	3,4(2TA-TAC)	12(TAC-TA)	0
TA = TAC	3,4 TAC	0	0

Tableau 3 : Les concentration en ions : OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^-

N.B leTA et le TAC sont exprimés en degrés français.

IV.1.12. Essai d'agressivité au marbre :

* Principe :

On établit le pouvoir dissolvant d'une eau à l'égard du marbre en déterminant l'augmentation de l'alcalinité et du pH.

*** Mode opératoire:**

On remplit un flacon de 250 ml par l'échantillon sur le lieu du prélèvement sans laisser aucun vide on ajoute un barreau magnétique et à l'aide d'une spatule on ajoute environ 0.25 g de marbre pulvérisé on bouche hermétiquement et on maintient l'agitation 3h, après on laisse reposer l'échantillon pendant toute une nuit. Ensuite, on filtre un volume de 100 ml qui va servir pour mesurer l'alcalinité totale et la partie non filtrée pour la mesure de pHs. Les résultats obtenus seront notés ; pHs et TACs.

Si TACs < TAC, l'eau est incrustante ;

Si TACs > TAC, l'eau est agressive.

IV.1.13.Dosage des sulfates :

***Principe :**

Dans un volume d'acide chlorhydrique contenant de chlorure de baryum les ions sulfates se précipitent en cristaux des sulfates de baryum mesurables par transmission à la spectrophotométrie.

***Mode opératoire :**

Dans un erlenmyer de 250ml on introduit 100ml d'échantillon (on dilution est obligatoire si la concentration de SO_4^{2-} est supérieur à 80mg/l) on ajoute 5 ml de réactif d'acide chlorhydrique et une spatule (environ 0.5 g) des cristaux du chlorure de baryum, l'agitation doit être maintenu exactement une minute après l'ajout de spatule de chlorure de baryum et par la suite on effectue la mesure par le turbidimètre 60 seconde après, à la longueur d'onde 546nm.



Photo 4 : Turbidimètre

Grâce à la courbe d'étalonnage et à partir de la turbidité obtenue on peut déduire la concentration en ion SO_4^{2-} .

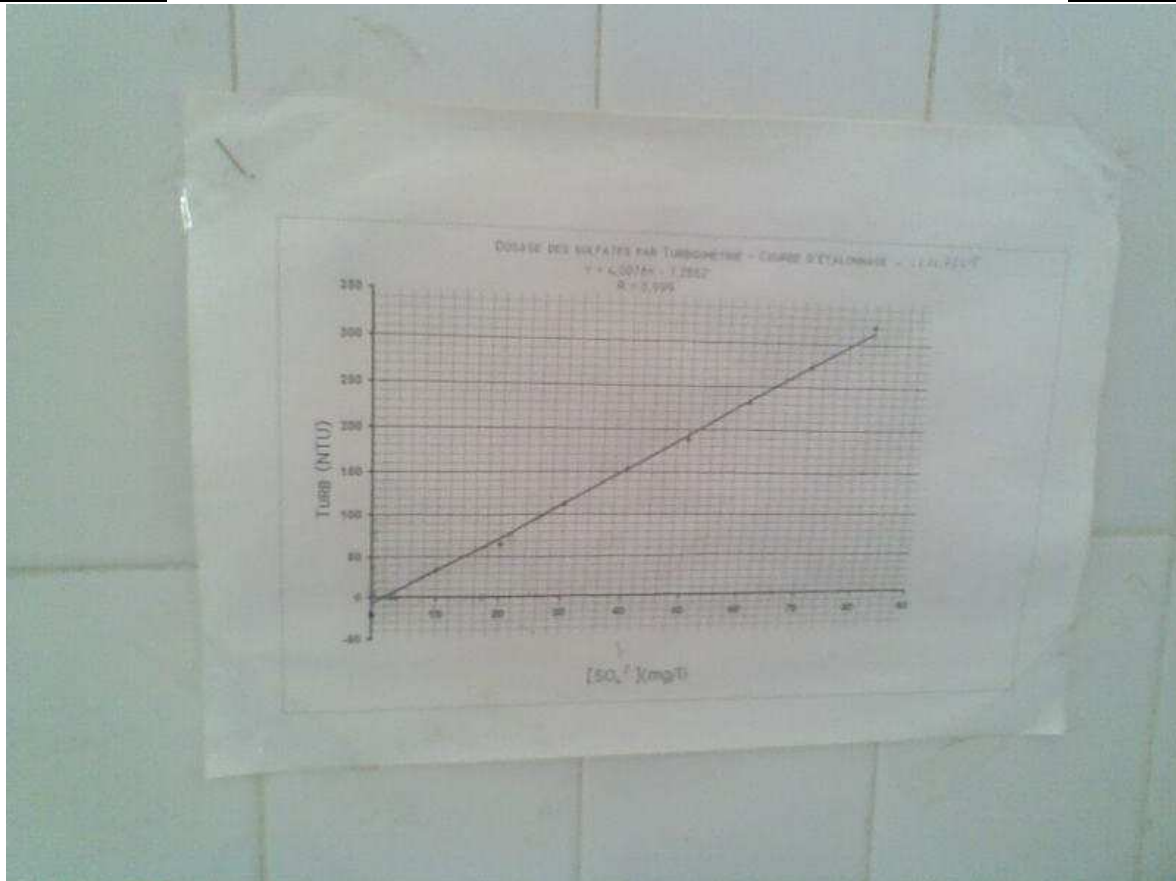


Photo 5 : La courbe d'étalonnage

IV.1.14. Dosage des nitrites dans L'eau par l'alphaNphtylamine :

* Principe :

L'acide sulfanilique en milieu acide en présence de Naphtylamine forme avec les ions NO_2^- un composé diazoïque de couleur allant de rose faible au rose rubis, dont l'intensité est proportionnel à la quantité de nitrites.

* Mode opératoire

	Le tube à essai
Eau à analyser (ml)	10
Solution d'acides sulfuriques (ml)	0
Solution de naphtylamine (ml)	1

La lecture se fait après 60 mn à l'aide d'un spectrophotomètre.

*Appareillage :



Photo 5 : Spectrophotomètre

IV.1.15. Dosage des Nitrates :

*** Principe :**

L'échantillon pour lequel on fait le dosage des nitrates est fixé par un acide fort pour que les nitrates ne transforment pas en nitrites, donc Avant de doser les nitrates, l'échantillon doit être neutralisé à l'aide d'une solution NaOH ou HCl si nécessaire.

La colonne est remplie par une solution de NH_4Cl diluée pour garder la colonne hors de la période d'utilisation.

***Mode opératoire :**

Diluer 1 ml d'échantillon cinquante fois dans un erlenmeyer ajouter 1.1ml de NH_4Cl concentrée mélanger et introduire la solution dans la colonne. Récupérer 25 ml dans un bêcher et jeter le, Remplacer le bêcher par la fiole et récupérer le reste de l'échantillon (25ml exactement). le passage des premier 25ml assurer la séparation des échantillons entre eux et le lavage de la colonne .ajouter rapidement après la réduction 0,4ml de réactif sulfanilique , Laisser agir pendant 4min. ajouter ensuite 0,4ml de dichlorohydrate de N-(1-naphtylo) éthylène diamine (NED), 10 min après effectuer la lecture au spectrophotomètre :

*** Le résultat :**

$$(\text{NO}_3^-)\text{-en mg/l} = (\text{la lecture} \times 4.43 \times \text{Fd}) / 1000.$$

Fd= Facteur de Rendement=50.

***Appareillage :**

Spectrophotomètre.

IV.1.16 Autres paramètres

On possède aussi à la mesure de la quantité de quelques éléments chimiques à savoir ; le Fer, le Manganèse, l'Aluminium à l'aide des comparateurs

IV.2 Analyses bactériologiques :

IV.2.1 Numérotation des germes Coliformes totaux et coliformes fécaux dans une eau naturelle :

*** Définition :**

Les coliformes sont des organismes en bâtonnet, non sporogènes, à coloration gram négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autre surfaces possédant des activités inhibitrice de croissance similaire et capables de fermenter le lactose avec production d'acide ou d'aldéhyde et un gaz en 24 à 48 heures à une température de 37°C pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux.



Photo 4 : flamme

*** Milieu de culture :**

Préparation du milieu : On pèse la quantité indiquée par le fabricant, on dissout cette quantité dans un volume donné d'eau distillée.

On Procède a deux Tests :

TEST PRESOMPTIF : on introduit dans les tubes le milieu préparé dans les tubes avec une cloche de durhams selon la procédure suivante :

Ensemencement :



37°C /48H

Dénombrement des tubes positifs (trouble+gaz).

TEST CONFIRMATIF

Coliformes totaux

Coliformes fécaux

Ensemencement des tubes positifs

Vert brillant
(37°C /24H)

EC medium
(44°C/24)

En compte le nombre des tubes positifs (trouble+gaz) et en fait la lecture sur la table de Mac craddy.

IV.2.2. Numérotation des streptocoques fécaux dans une eau naturel :

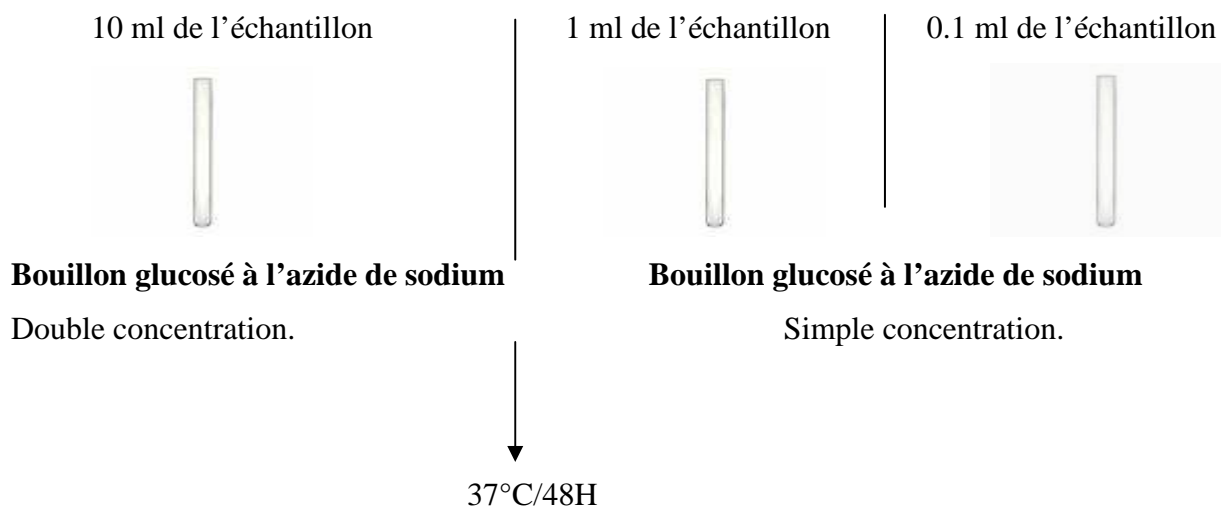
*** Définition :**

Streptocoque fécaux est un ensemble de bactéries à gram positif, sphériques ou ovoïdes formant des chaînettes et capables de se développer en présence de l'azide de sodium à 37°C pendant 48 heures d'incubation.

*** Milieu de culture :**

Préparation du milieu : On pèse la quantité indiquée par le fabricant, on dissout cette quantité dans un volume donné d'eau distillée.

Ensemencement :



Dénombrer les tubes positifs sur le milieu confirmatif : **litsky**.

VI. Présentation et Interprétation des résultats

Centre de KHMIS DADES (nouvelle gérance) :

L'O.N.E.P de Ouarzazate assure un contrôle régulier des points de captages, pour détecter les zones vulnérable.

- Données sur les points de captages

***-IRE : 780/55**

Nature : forage

Débit : 16.5 l/s.

Niveau dynamique : 74.13m

Population : 13000 Habitants.

Assainissement : pas de réseau d'assainissement.

Source de pollution : Les agglomérations présentes une source permanente de pollution qui se situe à 700 m en aval du captage

* **-IRE : 846/55 :**

Nature : puits.

Débit : 16.61 l/s

Niveau dynamique : 6.79m

Population : 13000 Habitants.

Assainissement : pas de réseau d'assainissement.

Les Sources de pollution :

Source de pollution	Distance /captage	Situation par apport au captage
Agglomération	100 m	Amont
Route	100 m	Amont
Activité agricole	3 m	Entoure le captage
Passage des animaux	2 m	Amont et aval

Tableau.4 : Les Sources de Pollution

Relation Rivière/captage : la rivière alimente la nappe (450 m par apport au captage.)

***-IRE :847/55 :**

Nature : puits.

Débit : 16.5 l/s

Niveau dynamique : 6.79m

Population : 13000 Habitants.

Source de pollution	Distance /captage	Situation par apport au captage
Agglomération	150 m	Amont
Dépôt d'ordure	100 m	Amont
Route	200 m	Amont
Activité agricole	6 m	Entoure le captage
Passage des animaux	6 m	Amont et aval

Tableau.5 : Les Sources de Pollution

Relation Rivière /captage : La rivière alimente la nappe (500m par apport au captage)

VI.1 Présentation des résultats physicochimiques et bactériologiques

VI.1.1 Résultats physicochimiques :

Le tableau 6 montre les résultats d'analyses physicochimique des eaux des puits de la région de Khmiss Dadès :

Puits	KHEMIS DADES		
	IRE : 847 /55	IRE : 846/55	IRE : 780/55
pH	7,21	7,25	7,59
COND en us/cm	1207	1241	553
TURB en NTU	0,72	0,53	0,50
TA en méq/l	0,00	0,00	0,00
TAC en méq/l	5,1	5,2	2,5
TH en méq/l	11,36	11,35	3,5
Ca ²⁺ en mg/l	201,6	198,4	102,4
Mg ²⁺ en mg/l	15,55	15,5	5,83
Cl ⁻ en mg/l	88,75	92,3	28,4
SO ₄ ²⁻ en mg/l	157,5	160	78
NO ₃ ⁻ en mg/l	38,98	39,87	15,73
NO ₂ ⁻ en mg/l	0,42	0,40	0,04
Oxydabilité en mg/l	1,44	1,44	1,21
Oxygène dissous en mg/l	3,2	3,2	5,72
TACs en méq/l	3,1	5,3	2,2
CO ₃ ²⁻ en mg/l	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻ en mg/l	311,1	317,2	30,5
OH ⁻ en mg/l	0,00	0,00	0,00

Tableau.6 :les résultats d'analyse physicochimique.

VI.1.2 Les résultats bactériologiques :

Les points de captage	KHMISS DADSS		
	IRE : 846/55	IRE : 847/55	IRE : 780/55
Les coliformes fécaux	3/100 ml	3/100 ml	0/100 ml
Les coliformes totaux	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml
Streptocoques fécaux	0/100 ml	0/100 ml	3/100 ml

Tableau 7 :les résultats d'analyse bactériologique

VI.2. Interprétation des résultats physicochimiques et bactériologiques :***VI.2.1 Interprétation des résultats physicochimiques :***

A la lumière des résultats d'analyse physicochimique, on peut conclure que :

-tous les éléments analysés sont inférieurs à la valeur maximale admissible auquel ils sont associés.

-les teneurs de la Conductivité et celles des chlorures évoluent parallèlement.

On remarque d'après la courbe de la Conductivité (figure 9) et celle des chlorures (figure 10) que :

- les teneurs diminuent en allant de l'amont vers l'aval pour les deux puits
- la teneur en ces deux éléments dans le forage est faible par rapport aux puits.

Cette diminution dans le forage s'explique par le fait que cette nappe est profonde, ce qui réduit le taux d'enrichissement en sels.

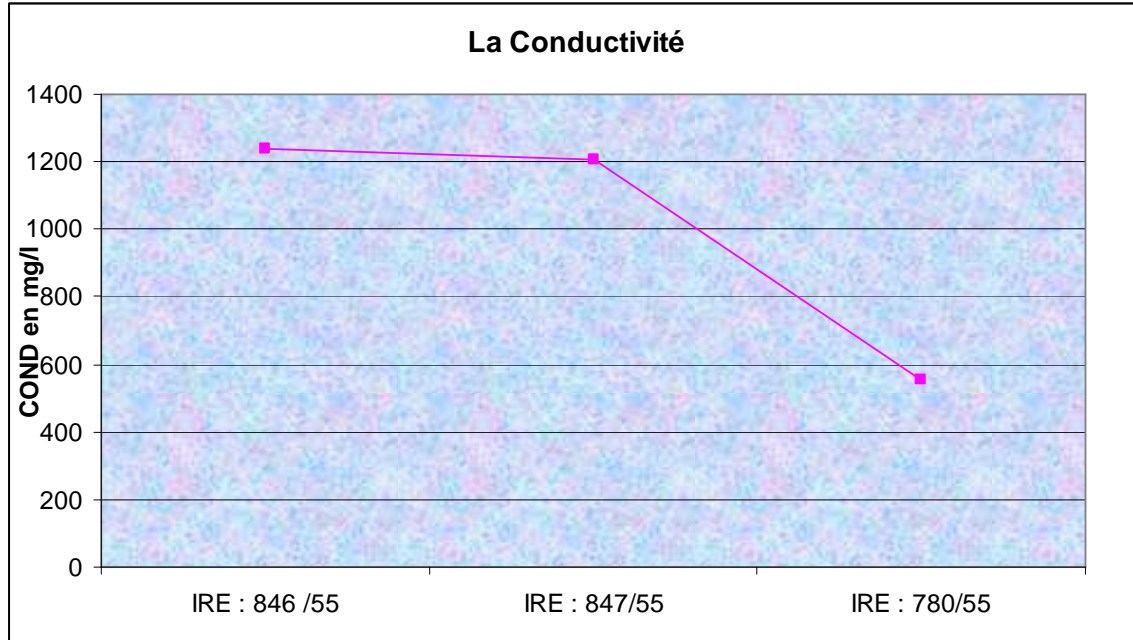


Figure 10 : courbe montrant une variation des Chlorures

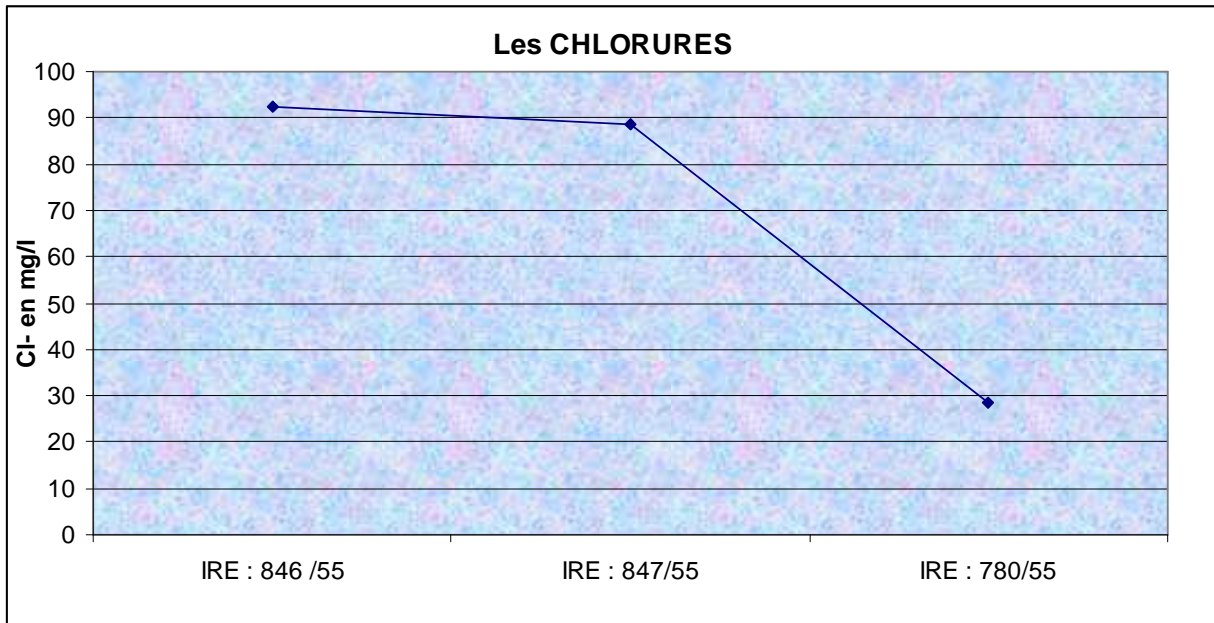


Figure 11 : Courbe montrant une variation des Chlorures

En effet, la Conductivité diminue de l'amont vers l'aval en parallèle avec les Chlorures.

-Pour les Sulfates, les concentrations varient entre un minimum de 78 mg/l et un maximum de 162,5 mg/l, l'origine des Sulfates est endogène car les eaux d'infiltration lessivent les roches évaporitiques (gypse et anhydrite) et enrichissent les eaux souterraines en cet élément.

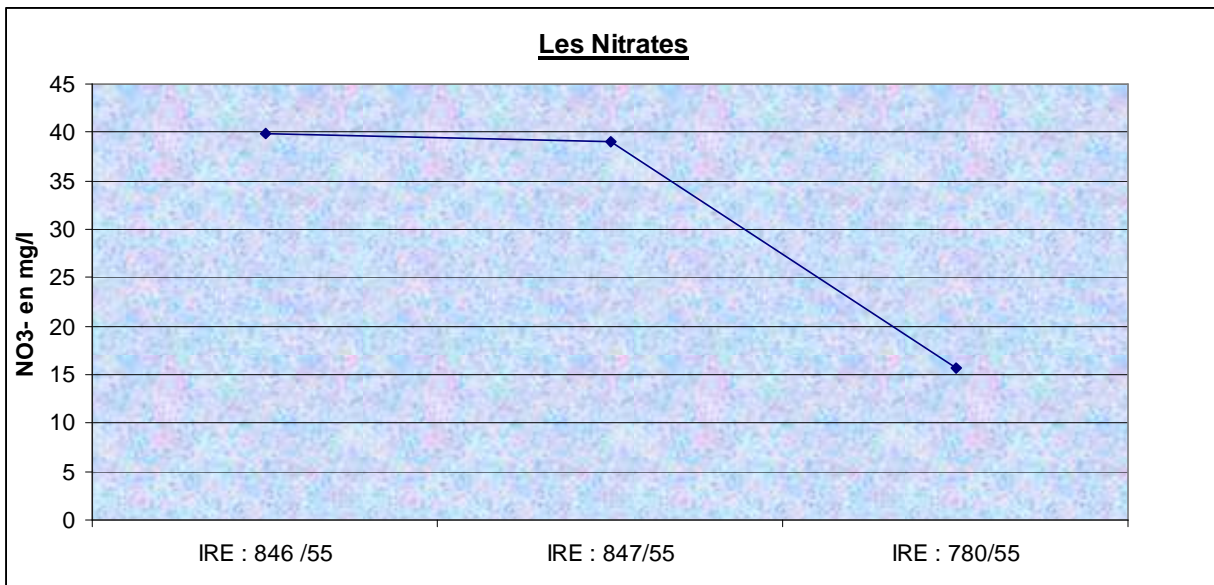


Figure 12 : Courbe montrant une variation des Nitrates

-Pour les Nitrates les résultats d'analyses montrent que tous les puits ne dépassent pas la valeur maximale admissible, mais les valeurs qui sont proches de la norme (50 mg/l) à savoir : 38.98 mg/l pour IRE :847/55 , 39.87 mg/l pour IRE :846/55 , déclenchent un processus

de dégradation de la qualité des eaux dans ces puits.

-Les teneurs en Nitrite sont faibles sauf pour les puits : IRE 846/55 et IRE 847/55 où les concentrations en Nitrites sont respectivement 0.40 mg/l et 0.42 mg/l. Cette augmentation s'explique par l'infiltration des eaux usées d'origine domestique.

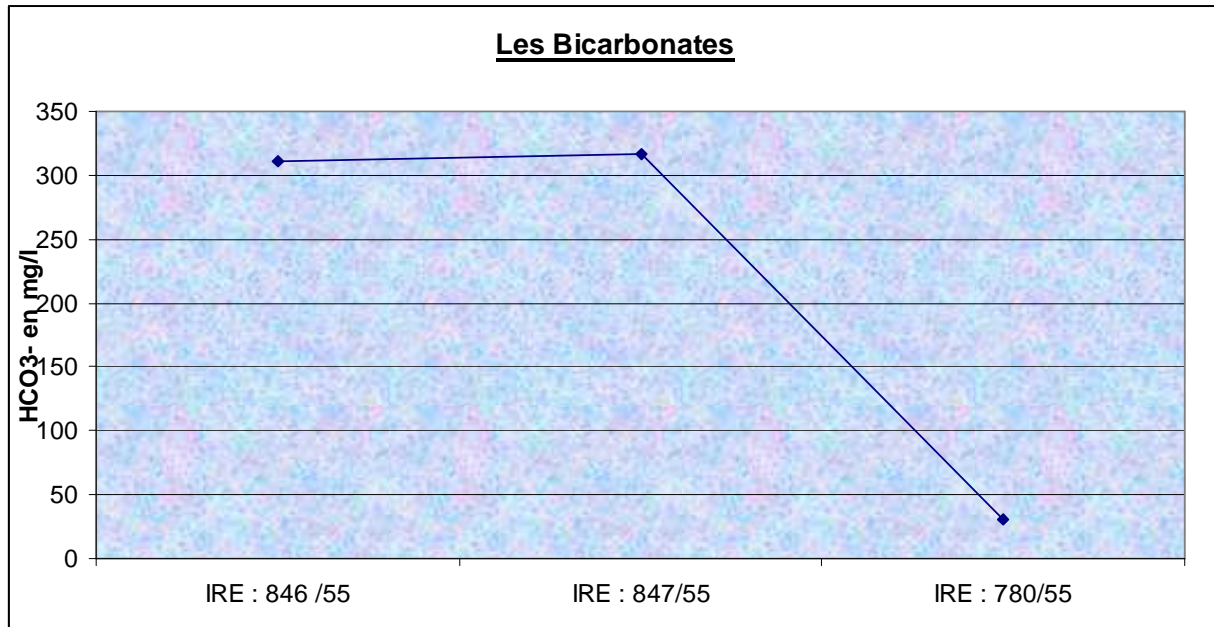


Figure 13 : Courbe montrant une variation des bicarbonates

-Pour les bicarbonates, les concentrations varient entre un minimum de 30.50 mg/l et un maximum de 317.2 mg/l.

Les résultats montrent une évolution décroissante de l'amont vers l'aval, cette variation est expliquée par le lessivage des roches carbonatées par les eaux d'infiltrations avec l'enrichissement en ions carbonatés issues des eaux d'Oued Ddaès. -Pour les Sulfates, les concentrations varient entre un minimum de 78 mg/l et un maximum de 162,5 mg/l, l'origine des Sulfates est endogène car les eaux d'infiltration lessivent les roches évaporitiques (gypse et anhydrite) et enrichissent les eaux souterraines en cet élément.

VI.2.1 Interprétation des résultats bactériologiques :

Les puits étudiés montrent une simple contamination qui n'a pas d'influence sur la qualité puisque que les valeurs sont faibles, cette contamination s'explique par les agglomérations qui entourent les points de captage et qui provoquent une infiltration des eaux usées dans la nappe .Pour cela une simple désinfection des eaux de ces puits est obligatoire par le chlore.

V. Conclusion :

Cette étude a révélé que les eaux naturelles utilisées pour l'alimentation en eau potable de la région de Khmiss Dadès présente une qualité acceptable tant que les éléments ne dépassent pas les normes.

Les concentrations en Nitrates et en Nitrites restent les plus proches des valeurs maximales admissibles, ce qui oblige les autorités à prendre toutes les précautions et à sensibiliser les

Habitants sur l'effet des Nitrates et des pesticides sur la santé humaine et sur la dégradation des ressources en eaux.

Pour remédier a cette problématique, l'ONEP à pris en charge des actions en matière de protection des ressources contre toutes sources de pollution :

- La construction des réseaux d'assainissement.
- Utilisation des périmètres de protection.
- La Sensibilisation des agriculteurs sur les dangers des pesticides et des produits phytosanitaires.
- Le contrôle régulier de la qualité de l'eau pour identifier les zones vulnérables
- Le mélange des puits pour diluer la concentration en éléments polluants.

VI. Bibliographie :

M'bark Agousine, Mohamed El Mehdi Saidi et Brahim Igmoullan. (2004)-Reconnaissance des ressources en eau du bassin d'Ouarzazate (sud-est marocain), bulletin de l'institut scientifique, Rabat, section sciences de la Terre ? N°26, 81-92.

Cahiers d'IDD N°4 : les projets de Bibliothèques rurales.

Duchesne et Abouzaid : Document interne du laboratoire de L'O.N.E.P : Les méthodes analytiques utilisées pour les analyses de l'eau

El Hannani : processus de dégradation du bassin Oued D'adès.

El Harfi .1994 Dynamique sédimentaire des séries continentales territoires au sud du Haut Atlas

Central (région d'Ouarzazate).Faciès et milieu de dépôts -évolution diogénique et pédogénétique.Thèse Doctorat, Université de Bourgogne, dijon, France,

Liste des tableaux :

- Tableau 1 : les apports moyens annuels des Oueds du bassin d'Ouarzazate
- Tableau 2 : Interprétation des résultats de la dureté
- Tableau 3 : Concentration en ions carbonatés
- Tableau 4 et 5 : les sources de pollution
- Tableau 6 : les résultats d'analyse physicochimique
- Tableau 7 : les résultats d'analyse bactériologique

Liste des figures

- Figure 1 : Contexte local du Khmiss Ddès
- Figure 2 : Cadre géologique du bassin d'Ouarzazate
- Figure 3 : Coupe géologique transversal du centre de bassin
- Figure 4 : Zone de bassin d'Oued Dadès
- Figure 5 : Les stations hydrométriques de bassin d'Ouarzazate
- Figure 6 : Courbe des précipitations
- Figure 7 : Courbes corrélatives de la plaine d'Ouarzazate
- Figure 8 : Coupes corrélatives transversales et longitudinales
- Figure 9 : la piézométrie d'avril de la plaine d'Ouarzazate
- Figure 10 : Courbe de la conductivité
- Figure 11 : Courbe des Chlorures
- Figure 12 : Courbe des Nitrates
- Figure 13 : Courbe des bicarbonates