SOMMAIRE

RESUME

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES PHOTOS

INTRODUCTION GENERALR

CHAPITRE I GENERALITES

I – INTRODUCTION p01

II-GENERALITES.....p01
II-1- Les eaux souterraines p01

II-1-1-La qualité des eaux souterraines.....p01

II-2- Les sources p02

II-2.1-Les différents types de sources p02

II-3-Les nappes d'eau.....p03

II.3.1- les différents types des nappes p03

II.3-2 -Hydrogéologie des nappes.....p04

II-4- Cadre géographiques générale du plateau de Sidi Senouci p05
II-5- Situation géographique du secteur d'étude.....p06
II-5-1Hydrographie.....p06
II-6- Etude géologique.....p08

II-6-1-Introduction p08

II-6-2- Description litho stratigraphique des formations p08

II-6-2-1 –Les dépôts Quaternaires.....p08

II-6-2-2 –Les dépôt Tertiaires p13

II-6-2-3-Les dépôts Secondaires.....p13

II-6-2-3-1-Les marno- calcaires de Hriga.....p13

II-6-2-3-2-Les dolomies de Tlemcen p13

II-6-2-3-2-1 Les marno- calcaires de Raourai.....p13

II-6-2-3-2-2-Les calcaire de stah p14

II-6-2-3-3-Les grés de Boumediene p14

II-6-3- Aperçu structural p14

II-6-3-1- Etude de plissement p14

II-6-3-2 Etude de fracturation.....p14

II-6-4- Conclusion.....p15

II-7- Etude climatique p15

II-7-1-Introduction p15

II-7-2- Etude des précipitations p16

II-7-2-1- Réparation des précipitations moyennes annuelles à la station de Zenata (Période 2000- 2011).....p17

II-7-2-2-Irrégularité du régime des précipitations p17

II-7-2-3- La répartition des moyennes mensuelles p17

II-7-2-4- Répartition des précipitations saisonnières.....p18

II-7-3- Etude des températures p19

II-7-3-1- Les moyennes annuelles.....p19

II-7-3-2- Les moyennes mensuelles p20

II-7-4- Le vent p21

II-7-4-1 : le siroco p21

II-7-4-2 : Vitesse et Orientation des vents p22

II-7-5- Synthèse climatique.....p23

II-7-5-1-Diagramme pluvio- thermique de Bagnouls et Gaussen p23

II-7-5-2-Calcul des indices climatiques p24

II-7-5-2-1-Indice d'aridité de De Martonne.....p24

II-7-5-2-2- Indice de moral p26

II-7-5-2-3- Indices de Stewart.....p27

II-7-5-2-4- Indice de continentalité de Kerner.....p27

III- CONCLUSION.....p28

CHAPITRE II L'ACTIVITE AGRICOLE

I –INTRODUCTION p29

II- SOURCES DE POLLUTION DES EAUX.....p29

II-1- Les impacts des déjections animales utilisées comme fertilisant.....p29

II.2- Les impacts d'agriculture intensive et extensive.....p30

II-2-1-Les engrais p30

II-2-1-1-Les nitrates et autres composés azotés.....p31

II-2-2-Les pesticides p31

II-3-Caractères des polluants p32

II-3-1- Solubilité aqueuse.....p32

II-3-2-Tension de vapeur p32

II-3-3-Biodégradabilité p32

II-4-Transfert et évolution des polluants.....p33

II-4-1-Transfert dans le sol.....p34

II-4-2-Transfert dans la zone non saturée.....p34

II-4-3-Evolution en milieu saturé.....p34

III-LES DEFENSES CONTRE LES IMPACTS DES ACTIVITES AGRICOLES SUR LES EAUX SOUTERRAINES p36

III-1- Les défenses naturelles p36

III-1-1- Rôle du sol p36

III-1-2- Rôle du couvert végétal p36

III-1-3- Autoépuration biologique des eaux souterraines.....p37
III-2- Les propositions des agronomes p37
IV-L'AGRICULTURE DE SIDI SENOUCI p38
IV- 1-Aperçu général sur les différents types des sols de la région p38
IV-1 -1- Sol sur calcaire Jurassique.....p39
IV- 1 -2- Sol sur marne p39
IV- 1-3- Sols bruns profonds p39
IV- 1 -4- Sols d'alluvions.....p39
IV- 1-5- Sols rouges profonds.....p40
IV- 1-6- Sols bruns sur croûtes et encroûtement p40
IV- 2- L'occupation du sol p42
IV-2-1-La carte d'occupation du sol (plateau de Sidi Senouci) p44
IV-2-2-Les superficies des terres utilisées par l'agriculture dans le plateau de Sidi Senouci.....p43
IV- 2-3-Description de l'agriculture de Sidi Senouci p43
IV- 2-4-Les systèmes d'irrigation au plateau de Sidi Senouci.....p47

IV- 2-5-Elevage p49

V-Conclusion.....p50

CHAPITRE III HYDROGEOLOGIE

I-INTRODUCTION p51

II-LA GEOMETRIE DE L'AQUIFERE p51

III-PIEZOMETRIE p51

III-1- inventaire des puits d'eau.....p51

III-2-Interprétation des cartes piézométriques p52

III-2-1-Les anciennes compagnes.....p52

III-2-2-Les nouvelles campagnes.....p53
VI-Conclusion p58

CHAPITRE VI ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES ET IMPACTS DE L'ACTIVITE AGRICOLE SUR LA QUALITE DES EAUX

I-INTRODUCTION p59

II-MATERIELS ET METHODES D'ANALYSES..... P59
II-1-Echantillonnage et modes de prélèvements.....p59
II-2- Mesure du potentiel d'hydrogène, PH.....p59

II-3-Mesure de la température.....p59

II-4-Mesure de la conductivité p60

II-5-Dosage de la dureté totale TH : par titrimétrique à l'EDTA p60

II-6-Dosage du calcium p60

II-7- Dosage des chlorures p61

II-8- Dosage des ions hydrogénocarbonates.....p61
II-9- Détermination des paramètres de pollution.....p62

II-9-1-Dosage d'ion nitrate par spectrophotomètre UV visible p62

II-10-Dosage de l'ion d'ammonium (Méthode Russe experts FAO) p62

III-CAMPAGNE AVRIL p63

III -1- Paramètres physico-chimiques p63
III-1-1- Résultats et interprétations physicochimiques.....p63

III-1-1-1- Le PH.....p63

III-1-1-2- La température.....p64

III-1-1-3- La conductivité p64

III-1-1-4- La minéralisation globale p65

III-1-1-5- La qualité des eaux.....p68

III-1-1-6- La dureté totale (titre hydrométrique TH) p69

III-2- Les interprétations des cartes d'isoteneur p71

III-2-1- Carte d'isoteneur en calcium.....p71

III-2-2- Carte d'isoteneur en magnésium.....p73

III-2-3- Carte d'isoteneur en chlorure.....p74

III-2-4- Carte d'isoteneur en bicarbonaté.....p75
III-2-5 -Carte d'isoteneur en nitrate.....p76
III-2-6- Carte d'isoteneur en ammonium.....p77
IV-CAMPAGNE JUIN p78
IV-1- Paramètres physico-chimiques p78
IV-1-1- Résultats et interprétations physicochimiques.....p78
IV-1-1-1 : PH.....p78
IV-1-1-2-La température p78
IV-1-1-3-La conductivité.....p79
IV-1-1-4-La minéralisation globale.....p79
IV-1-1-5-La qualité des eaux p80
IV -1-1-6 -La dureté totale (titre hydrométrique TH) p81
IV-2- Les interprétations des cartes d'isoteneur p83
IV-2-1-Carte d'isoteneur en calcium p83
IV-2-2-Carte d'isoteneur en magnésium.....p84
IV-2-3-Carte d'isoteneur en chlorure.....p85
IV-2-4-Carte d'isoteneur en bicarbonaté p86
IV-2-5-Carte d'isoteneur en ammonium.....p87
V -INTERPRETATION DES RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUE RECENTS ET ANCIENS.....p89
V-1 : La teneur en Ca^{2+} p89
V-2 : la teneur en Mg^{2+} p89
V-3 : La teneur en Cl^{-} p89
V-4 : La teneur en HCo_3^{-} p89
VI-SOURCES D'IMPACTS D'ACTIVITE AGRICOLE SUR LA CONTAMINATION DES EAUX PAR L'AZOTE..... P90
VII-CONCLUSION p91

CONCLUSION GENERALRE

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXE

REMERCEMENTS

Avant d'exposer et d'explicité le contenu de ce travail, permettez-nous tout d'abord, de remercier très sincèrementau bon Dieu « ALLAH SOBHANAHO WA TAALA » qui nous adonné la volonté et le courage pour avoir réalisé ce travail, ainsi qu'aux personnes quiont apporté leurs aide et tous les enseignants qui nous ont initie à cette discipline qui nous est chère, à savoir, l'Agronomie.

Par ailleurs, nous nous empressons de faire nos remerciements aux promotrices **Mme Adjim.F** MCA et **M^{elle}Fandi.W** MAA au département d'hydraulique ;pour ces encouragements, ces conseils tous au long de la réalisation de ce travail.

Nous adressons nos remerciements à **MrAMRANI ,S.M,**., professeur au département de d'Agronomie de l'université de Tlemcen.

Nos remerciements vont également à **Mr ELHAITOUM .A.**Maitre de conférences au département d'Agronomiede l'université de Tlemcen qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos remerciements à **Mr TAFIANI.C MCA** au département d'Agronomie d'avoir accepté de juger ce travail.

Nous voudrions remercier aussi **Mr TABET HELAL M. A.**, enseignant chercheur au département de science de terre et de l'univers de Tlemcen ;pour son aide de précieuse et conseils.

le laboratoire de recherche N°25, « promotion des ressources hydriques pédologiques, législation de l'environnement et choix technologique » de l'université de Tlemcen.

Nos sincères remerciements s'adressent à l'équipe de laboratoire régional de médecine vétérinaire Tlemcen pour leur aide précieuse.

Tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin à l'élaboration de ce mémoire

Rapport-Gratuit.com

Liste des tableaux

Tableau 01 : Présentation de différant station dans le secteur d'étude……...P16

Tableau 02 : Les précipitations moyennes annuelles à la station Zenata (2000 -2011) p17

Tableau 03 : Les précipitations moyennes mensuelles à la station Zenata (2000 ,2011)p19

Tableau 04 : Précipitation saisonnière de la station de Zenata (2000-2011).....p18

Tableau 05 : Températures annuelles de la station de Zenata (2000- 2011).....p19

Tableau 06 : Températures mensuelles de la station de Zenata (2000- 2011) p20

Tableau 07 : Les températures moyennes mensuelles p21

Tableau 08 : Le nombre moyenne de jours siroco p22

Tableau 09 : Le nombre moyenne de jours de vent Est et Ouest P22

Tableau 10 : Les indices d'aridité mensuel de De Martonne p26

Tableau 11 : Valeur des indices mensuels de moral et leurs classifications p26

Tableau N°12 : Les différentes cultures agricoles sur le plateau (Selon la subdivision de Sidi Abdelli) p41

Tableau N°13 : Les différentes cultures irriguées par les puits « P11B.P16.P18.P27 »p46

Tableau N°14 : Les types d'élevages (bovin et ovin) p50

Tableau N° 15: Classification des eaux selon la température (DENHOVE, 1990) pour campagne avril2012 .....p64

Tableau N° 16: relation entre la minéralisation et la conductivité (Rodier, 1996) pour campagne avril 2012 .....p65

Tableau N°17 : le calcule de la minéralisation à partir de la conductivité (Rodier.1996), pour campagne avril 2012 .....p66

Tableau N° 18 : Les résultats de minéralisation, pour campagne avril 2012.....p66

Tableau N° 19: la potabilité en fonction des résidus secs (RODIER, 2009), pour campagne avril 2012.....p68

Tableau N° 20: potabilité des points d'eau, pour campagne avril 2012 .....p69

Tableau N° 21 : Classification de l'eau selon la dureté totale (BERNE et CORDONNIER, (1991), pour campagne avril 2012 .....p70

Tableau N° 22: classification des eaux étudiées d'après leurs duretés totales, pour campagne avril 2012.....p71

Tableau N° 23: Les résultats de minéralisation, pour campagne juin 2012 ..... p79
Tableau N° 24: potabilité des points d'eau, pour campagne juin 2012..... p80
Tableau N° 25 : classification des eaux étudiées d'après leurs duretés totales pour campagne juin 2012..... p82

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

LISTE DES FIGURES :

Figure N°01 : présentes types des sources d'affleurement et d'émergence.....p03

Figure N°02 : la forme de nappe libre.....p04

Figure N°03 : la forme de nappe captive.....p04

Figure N°04 : Schéma de la nappe phréatique et de nappes profondes p05

Figure N°05 : Cadre géologique du plateau de sidi Senouci. (Extrait de Google Earth)p06

Figure N°06 : le réseau hydrographique au plateau deb Sidi Senouci (A.BOUANANI, 2006) p08

Figure N° 07 : Cadre géologique de secteur d'étude (F. Bensaoula, 1992).....p10

Figure N° 08:Coupe lithostratigraphique des formations du secteur étudié (M. Benest, 1985, F. Bensaoula, 1992) p11

Figure N° 09 : coupe à travers le plateau de Sidi Senouci montrant la disposition en terrasses des formations Quaternaires (F. Bensaoula, 1992).....p12

Figure N° 10 : Coupe lithologie dans le plio-Quaternaire (F. Bensaoula ,1992).....p13

Figure N°11 :Courbe des précipitations myennes annuelles p18

FigureN°12 :Courbe des précipitation mensuelles de la station Zenata(200-2011) ...p19

Figure N°13 : Histogramme des précipitations saisonnières de la station de (Zenata 2000-2011) p20

Figure N°14 : Courbe des températures moyennes annuelles de la station (Zenata 2000-2011) p21

Figure N°15 : Histogramme des températures moyennes mensuelles de la station (Zenata 2000-2011).....p22

Figure N°16 : Direction et vitesse du vent (station Zenata) (F. Bensaoula 1992).....p24

Figure N°17 : Diagramme pluvio- thermique de la station de Zenata.....p25

Figure N°18 : Abaque de l'indice d'aridité de MARTONNE p27

Figure N°19 : Processus de contamination de la nappe par les produits polluants (d'après REGLE, 2001) p33

Figure N°20 : Pollution des nappes par des produits chimiques p35

Figure N°21 : LA carte d'occupation des sols (Fonde de la carte, extrait de la carte topographique d'Ouled Mimoun (1/50000) (complétée par AMMOUR.S p42

Figure N° 22: secteur présent les superficies utilisées et des différents cultures dans le plateau Sidi Senouci.....p43

Figure N°23 : Secteur présent les différentes cultures extensives.....p45

Figure N°24 : Secteur présent les différentes cultures intensives.....p47

Figure N°25 : Carte piézométrique du plateau de Sidi Senouci (campagne septembre 1979) (F. Bensaoula ,1992).....p54

Figure N°26 : Carte piézométrique du plateau de Sidi Senouci (campagne mars 1989) (F. Bensaoula ,1992) p55
Figure N°27 : Carte piézométrique du plateau de Sidi SenouCi (campagne avril 2012)p56
Figure N° 28: Carte piézométrique du plateau de Sidi SenouCi (campagne juin 2012)p57
Figure N°29 : Courbe présent le PH des analyses des eaux d'avril.....P64

Figure N°30 : Courbes présentent la conductivité et la minéralisation des analyses d'eaux ……P67

Figure N°31 : Courbe présent la dureté totale des analyses des eaux.....P70
Figure N°32 : Carte d'isoteneur en Ca^{2+} (campagne avril 2012).....p72
Figure N°33 : Carte d'isoteneur en Mg^{2+} (campagne avril 2012).....p73
Figure N°34 : Carte d'isoteneur en Cl^{-} (campagne avril 2012).....p74
Figure N°35 : Carte d'isoteneur en HCO_3 (campagne avril 2012) p75
Figure N°36 : Carte d'isoteneur en NO^{-}_3 (campagne avril 2012) p76
Figure N°37 : Carte d'isoteneur en NH_3 (campagne avril 2012) p77
Figure N°38 : Courbe présent le PH des analyses des eaux de juin P78

Figure N°39 : Courbes présentent la conductivité et la minéralisation des analyses d'eaux P80

Figure N°40 : Courbe présent la dureté totale des analyses des eaux P81
Figure N°41 Carte d'isoteneur en Ca^{2+} (campagne juin 2012) p84
Figure N°42 Carte d'isoteneur en Mg^{2+} (campagne juin 2012) p85
Figure N°43 Carte d'isoteneur en Cl^{-} (campagne juin 2012).....p86
Figure N°44 Carte d'isoteneur en NH3 (campagne juin 2012).....p87
Figure N°45 Carte d'isoteneur en HCO_3 (campagne juin 2012).....p88

LISTE DES PHOTOS :

Photo N° 01 : champ de blé dure en plateau de Sidi Senouci p39
Photo N° 02 : Culture de fève P44
Photo N°03 : Cultures de blé dur p44
Photo N° 04 : Arboriculture fruitière par le puits 18.....p46
Photo N° 05 : Pomme de terre sous irrigation localisée (puits 17) p48
Photo N° 06 : Pomme de terre par gravité (puits 18).....p48
Photo N° 07 : L'irrigation par aspersion (puits 11B).....p49
Photo N° 08 : Mesure de piézométrique puits 16 .....P52

LISTE DES ABREVIATIONS

APC : Assemblée Populaire Communale.

C° : degrés Celsius ;

Cm : centimètre ;

CMA NA : concentration maximale admissible (norme algérienne) ;

EDTA : sel disodique de l'acide Ethylène- diamine tétracétique ;

F° : degrés français ;

g : gramme

h : heure ;

Ha : hectare.

km^2 : kilomètre carré

L : litre ;

M : minimale

mg : milligramme ;

Min : minute.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

moy : moyenne :

N : Normalité ;

µS : microséisme ;

OMS : organisation mondiale de la santé ;

P : précipitation ;

P : puits

pH : potentielle d'hydrogène ;

PN : Puits Nouveau ;

S : source ;

T : température ;

Résumé :

La commune de Sidi Senouci qui est située aux Nord-est de la wilaya de Tlemcen occupe une place très importante parmi les communes à caractère agricole.

Les sols de la région étudiés ont une texteur limono et limono-argileuse, et moyenne teneur en calcaire, peu riche en humus à taux de matière organique faible. Ce sont des sols non salés.

90.81% de sa superficie globale est réservée à l'agriculture mais que 77.93% est utilisable (2.89% irrigué), la sécheresse qui sévit depuis plusieurs années permet de creusée des puits dans la région pour l'irrigation.

A cet effet, le présent travail consiste à effectuer une étude agricole sur la région du plateau de Sidi Senouci, et la détermination des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques.

Des analyses physicochimiques d'eau de la nappe de Sidi Senouci ont été réalisé pour déterminer la potabilité des eaux (puits et sources) dont le but d'étudient l'impacte de l'activité agricole sur la qualité des eaux souterraine de la nappe de Sidi Senouci

Mots clés : Sidi Senouci, texteur, sol, sécheresse, agriculture, hydrogéologie,

ملخصلدية سيدي سنوسيالتي تقع في شمال شرق ولاية تلمسان تحتل مكانا هاما بين الحرف الزراعية المشتركة.

، 1954)الذي يسمح لنا أن نستنتج أن التربة المدروسة لها الملمس غضاريو JHويحلل أداء (عمل دورا ند طيني ، ومتوسط من الكالسيوم، وانخفاض في نسبة الدبال والمادة العضوية.وتعتبر هذه التربةخصبةصالحةلزراعة.

حوالي 90،81٪ من مساحتها الإجمالية المخصصة للاستخدام الزراعي ولكنالمساحة المستعملة 77.93٪ منها (2.89٪ المروية)، ولمقاومة الجفاف حفرت عدة آبار في المنطقة لأغراض الري.، ولهذا قمنابإجراء دراسةزراعية و جيولوجية وهيدروجيولوجية حول المنطقة و دالك باعتمادنا على التحليل الفيزيائي و الكيميائي للمياه الجوفية (الآبار والينابيع) و مدا تأثير النشاطألفلاحيعلى خصائصها.

كلمات البحث: سيدي سنوسي، التركيب، التربة .الجفاف،الزراعة، والهيدروجيولوجيا،

The municipality of SidiSenouci which is located in North-eastern province of Tlemcen occupies an important place among the common agricultural character.
The analyzes performed (The work of JH Durand, 1954) allowed us to conclude that the studied soils have a texture and silty clay loam, and average calcium content, low in humus-rich organic matter content low. These soils are unsalted.
At about 90.81% of its total area is reserved for agricultural use but that 77.93% (2.89% irrigated), but the drought for several years allows dug wells in the area for irrigation.
To this end, this work is to conduct a study on agricultural ticks geological, hydrogeological We tried physicochemical analyzes of water from the water of SidiSenouci to determine the potability of water (wells and springs) and their influence on agriculture.
Keywords: Sidi Senouci, word processor, soil, drought, agriculture, hydrogeology,

INDRODUCTION GENERALE

L'eau est la plus importante source vitale, non seulement pour les humains mais aussi pour la vie animale et végétale. Elle joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire et par conséquent dans les échanges cellulaire permettant à leur tour la croissance et le développement de l'organisme.

L'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de vie' en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie ; enoutre la population guette à chaque instant de plus en plus toutes nos belles réserves ; c'est pour cela qu'il est devenu très utile de procéder à des contrôles, des analyses physico-chimique et microbiologies.

Les eaux souterraines présentent une importantesources d'eau (destinée à l'agriculture) dans la région de Sidi Senouci située au sud de ville de Tlemcen, dont une partie est destinée à l'agriculture.

Notre travail consiste à étudier l'impact de l'activité agricole sur la qualité des eaux souterraines au plateau de Sidi Senouci, il structuré sur 04 partie:

- Chapitre I : Consacré aux Généralités et présentation de la zone d'étude.
- Chapitre II : Etudier l'activité agricole dans le plateau.
- Chapitre III : Etude de l'hydrogéologie de la nappe d'eau souterraine.
- Chapitre VI : On a étudié la qualité des eaux souterraines et impact de l'activité agricole sur la qualité des eaux.

CHAPITRE 01 GENERALITE

I – INTRODUCTION :

Ce travail consiste à présenter une étude hydrogéologique, agronomique et hydrochimique des eaux de la nappe de la région de Sidi Senouci (Sidi Abdelli. Wilaya de Tlemcen), Suivre l'évolution des ressources en eaux souterraine de l'aquifère plio quoternaire, et l'influence et l'impact des activités agricoles sur la qualité des eaux souterraines.

II-GENERALITES :

L'eau si indispensable à la vie, est aussi un catalyseur de nombreuses réactionschimiques comme elle est également le principal agent d'érosion et de sédimentation dans la nature (DEGREMENT 1972).

L'eau est également un composant majeur de l'atmosphère et des organismes vivants, dont elle constitue de 50% à 90% de leur poids.

II-1- LES EAUX SOUTERRAINES :

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe, leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement de bonne qualité physico-chimique et bactériologique (CARDOT, 1999).Elle Reste jusqu'à présent les meilleurs ressources en eau potable (JEAN ,2008).

Elles ont les caractéristiques suivantes :

- Température plutôt constante, quelque soit les saisons ;
- Turbidité faible parce qu'elles ont été filtrées à traverse le sol ;
- Couleur limpide parce qu'elles contiennent peu de matières organiques ou colloïdales en suspensions ;
- Débit constant contrairement à celles des eaux de rivière, la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent en générale constants durant tout l'année ;
- Dureté souvent élevée : elles peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenants des métaux bivalentes (mg², ca², fer, etc. …) responsables de la dureté.
- Faible contamination bactériennes : les tés longe séjour dans le sol, la filtration naturelle, et l'absence des matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries.

II-1-1- La qualité des eaux souterraines :

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Elles ont une double appartenance puisqu'elles font parties et du cycle de l'eau et du sous-sol.

Les eaux souterraines sont liées aux eaux de surfaces et s'interpénètrent continuellement dans l'espace et dans le temps à la faveur d'infiltration et de drainage (BAHIR et MENNANI, 2002).

Rapport-Gratuit.com

La qualité d'une eau souterraine est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques déterminant les caractères organoleptiques (**FURRY 2000).**

Les paramètres pris en compte sont :

- Turbidité qui doit être faible.
- Contamination bactérienne qui doit être faible.
- Température constante.
- Indice de couleur, faible.
- Débit constant.
- Dureté souvent élevée.
- Concentration élevée de fer et manganèse.

Les eaux souterraines sont considérées comme des eaux naturelles pures, ce qui est une erreur car souvent elles contiennent du fer, du manganèse, de l'ammoniac et des matières organiques. Dans ces eaux souterraines, on a également une teneure en CO2 élevée, une dureté élevée, un manque de l'O2 dissous … présence de goût et /ou d'odeur (KETTAB ,1992) mais reste généralement une meilleur source que les eaux de surface en terme de génie sanitaire (HAMBSH ,1995)

II-2. Les sources :

Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine. Toute source est alimentée par une portion de la nappe aquifère qui lui a donnée naissance (GOMELLA et al, 1994).

II-2.1. - Les différents types de sources :

Les principaux types de sources sont les suivantes :

a) . Sources d'affleurement :

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins. Les sources thermo-minérales appartiennent à cette catégorie (VILAGINES, 2000).

b) II.2.2.2. Sources d'émergence :

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction du sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner.

Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal (GONELLA et GUERREE ,1980).

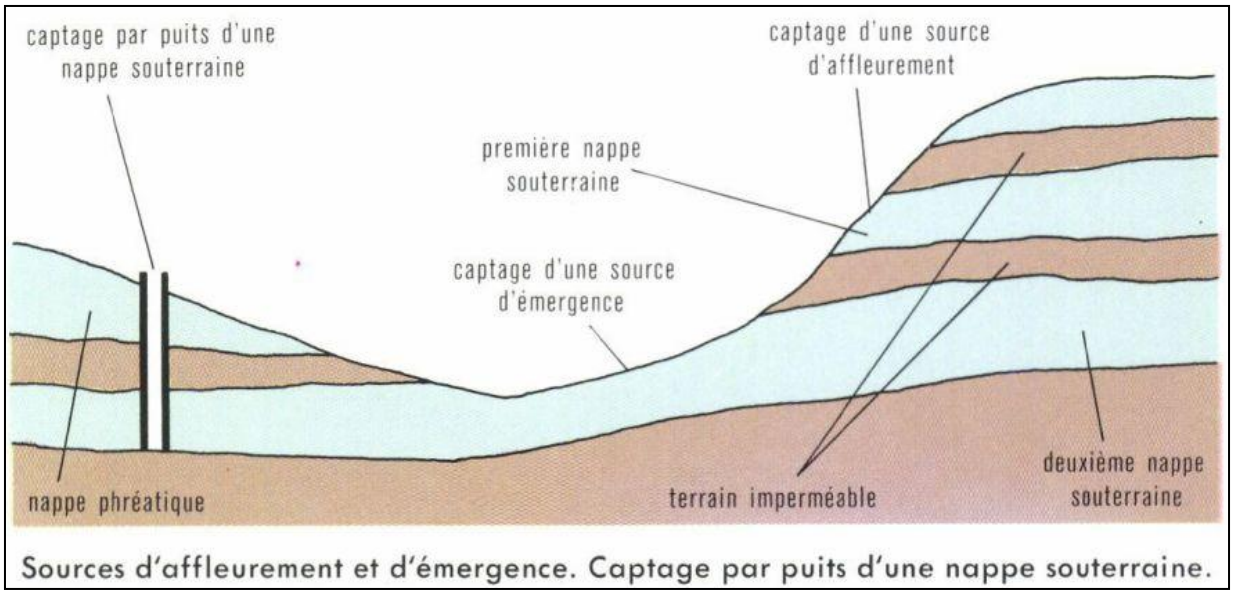


Figure N°01 : Les sources d'affleurement et d'émergence

c) II.2-2.3- Sources de déversement :

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau)

Généralement leur débit est faible, pratiquement constant, elles peuvent facilement tarir, aussi n'envisagera t'on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités (BONNIN, 1989).

II-3-Les nappes d'eau :

« L'aquifère », ou encore « la nappe d'eau souterraine : c'est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (KETTABA, 1992).

Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue (POMEROL et RENARD, 1997).

II.3-1-Les différents types des nappes :

a) II. 3.2. 1- Nappe libre :

C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable (BONNIN, 1989),

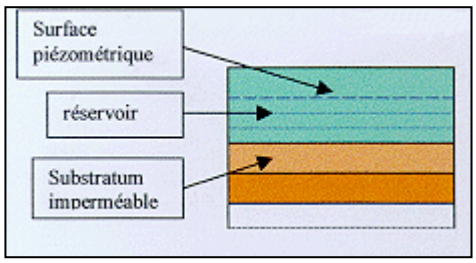


Figure N°02 : la forme de nappe libre

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

b) II.3. 2. 2- Nappe captive :

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut. Elle est alors appelée nappe captive (BONNIN, 1989),

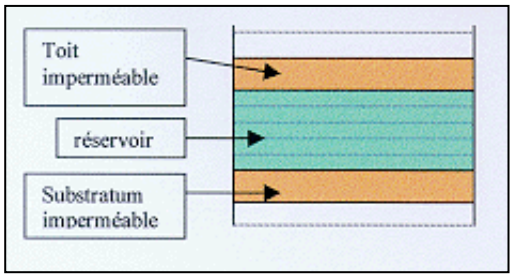


Figure N°03 : la forme de nappe captive

Les nappes peuvent être classées en nappes phréatiques et nappes profondes.

* les nappes phréatiques sont celles qui reposent sur la première couche imperméable proche du niveau du sol, elles sont toujours libres et souvent contaminées.

* Les nappes profondes dites subordonnées reposent sur une couche perméable plus profonde, elles peuvent être libres ou captives (DUPONT, 1974) ;

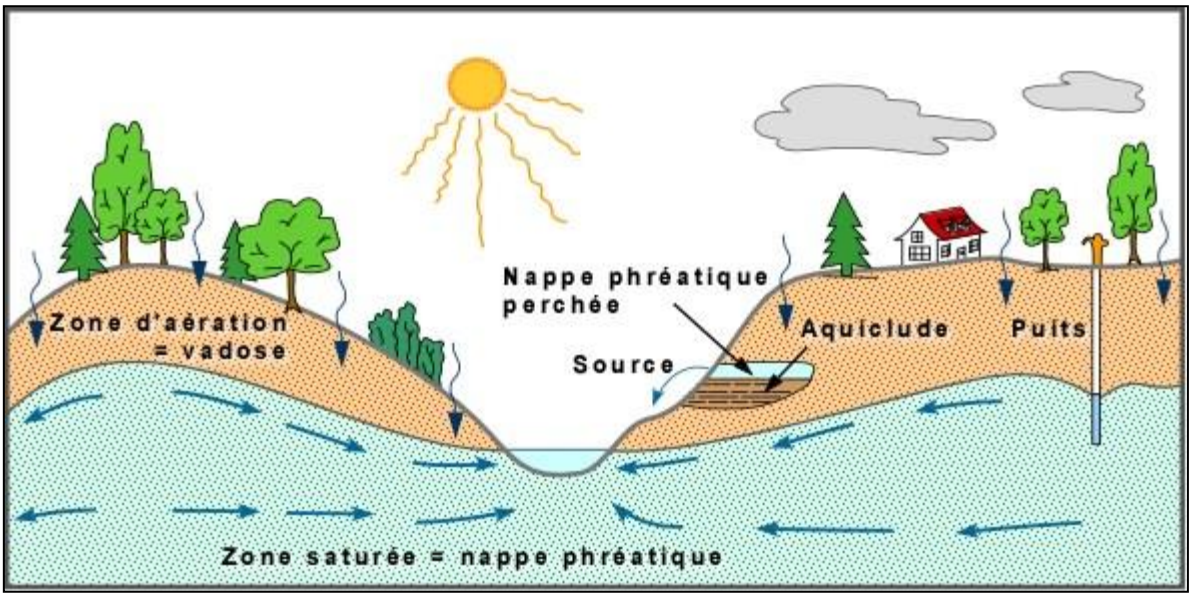


Figure N°04 : Schéma de la nappe phréatique

II.3-2 - Hydrogéologie des nappes :

- **Comportement de l'aquifère**

* Température, pH, conductivité, etc.…, Exemple : la température du réservoir augmente avec la profondeur.

* Caractéristiques chimiques : Dissolution des sels.

- **comportement hydro biologique :**

Ce comportement et surtout localisé dans la zone non saturé et à certains degrés dans la nappe, avec le pouvoir d'autoépuration naturelle des ressources. Il assure la protection naturelle de l'eau souterraine totale ou partielle, contre les pollutions accidentelles bactériennes ou chimiques (CASTANY, 1982).

- **Perméabilité :**

Elle est définie par la vitesse moyenne de passage de l'eau, lorsque la perte de charge hydraulique Atteint un mètre d'eau par mètre de parcoure (BONNIN, 1989).

II-4- Cadre géographiques générale du plateau de Sidi Senouci :

Le plateau de sidi Senouci est situé au piémont nord des monts de Tlemcen, à environ 100km au Sud- Est de la wilaya d'Ain Témouchent et à 22km Nord-Ouest d'Ouled Mimoun, il constitué par une vaste surface agricole **(voir la figure N° 05),** il est limité :

- Au Nord par Bensekrane ;
- Au Nord- Ouest par le village d'el Bordj et Bensakrane ;
- Au sud- Ouest par Ouled Mimoun ;
- A L'Ouest par djebel Abiod, Tabelaoute, Samoured
- A l'Est par l'Oued Isser.

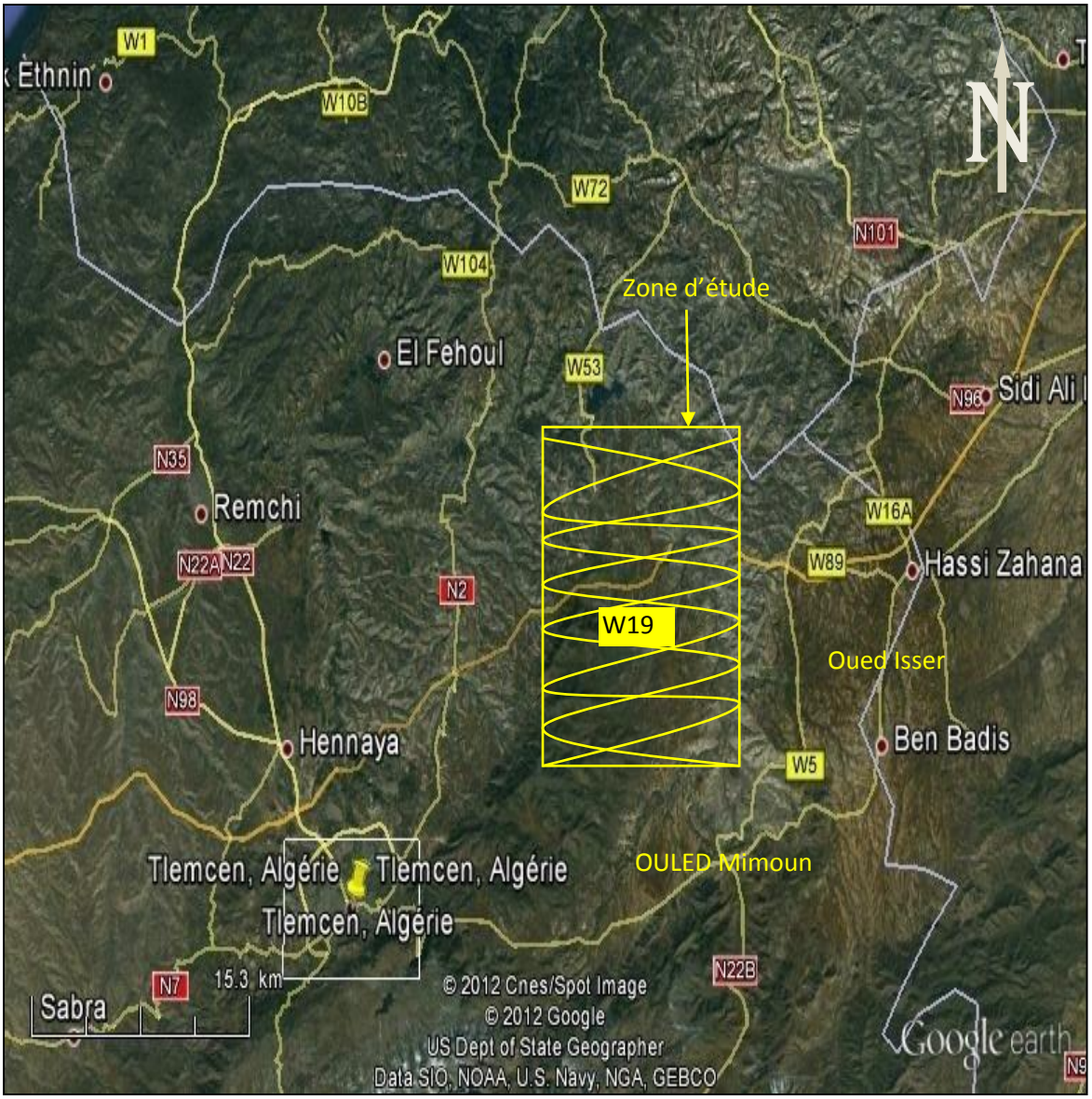


Figure N°05 : Extrait de Google Earth du plateau de sidi Senouci

II-5- Situation géographique du secteur d'étude *:*

Selon l'APC de Sidi Senouci ; La superficie habital de la commune de Sidi Senouci et de 39.28 ha

Le secteur étudié est localisé au Nord – Ouest d'Ouled Mimoun et il est limité :

- Au Sud –Ouest par Djebel Tagma ;
- Au Nord –Est par Djebel Abiod et le village d'El bordj ;

- Au Sud – Ouest par la ville d'Ouled Mimoun ;

- A l'Est par Oued Isser.

II-5-1Hydrographie :

L'élément principal du réseau hydrographique de l'Oued Isser, affluent de la rive droite de la Tafna, prend sa source au niveau de l'Ain Isser .Il draine dans sa partie amont les formations carbonatées du jurassique et continue jusqu'à Ouled Mimoun **(figure N° 06).** Au-delà, il entaille une gorge profonde dans les marnes du miocène en divisant l'ensemble en deux zones :

- ❖ La zone de plateau de Sidi Senouci à l'Ouest, il draine les formations carbonatées.

La zone de la plaine et de plateau de l'Ain Nahela à l'Ouest où il draine les formations de Plio-Quaternaire.

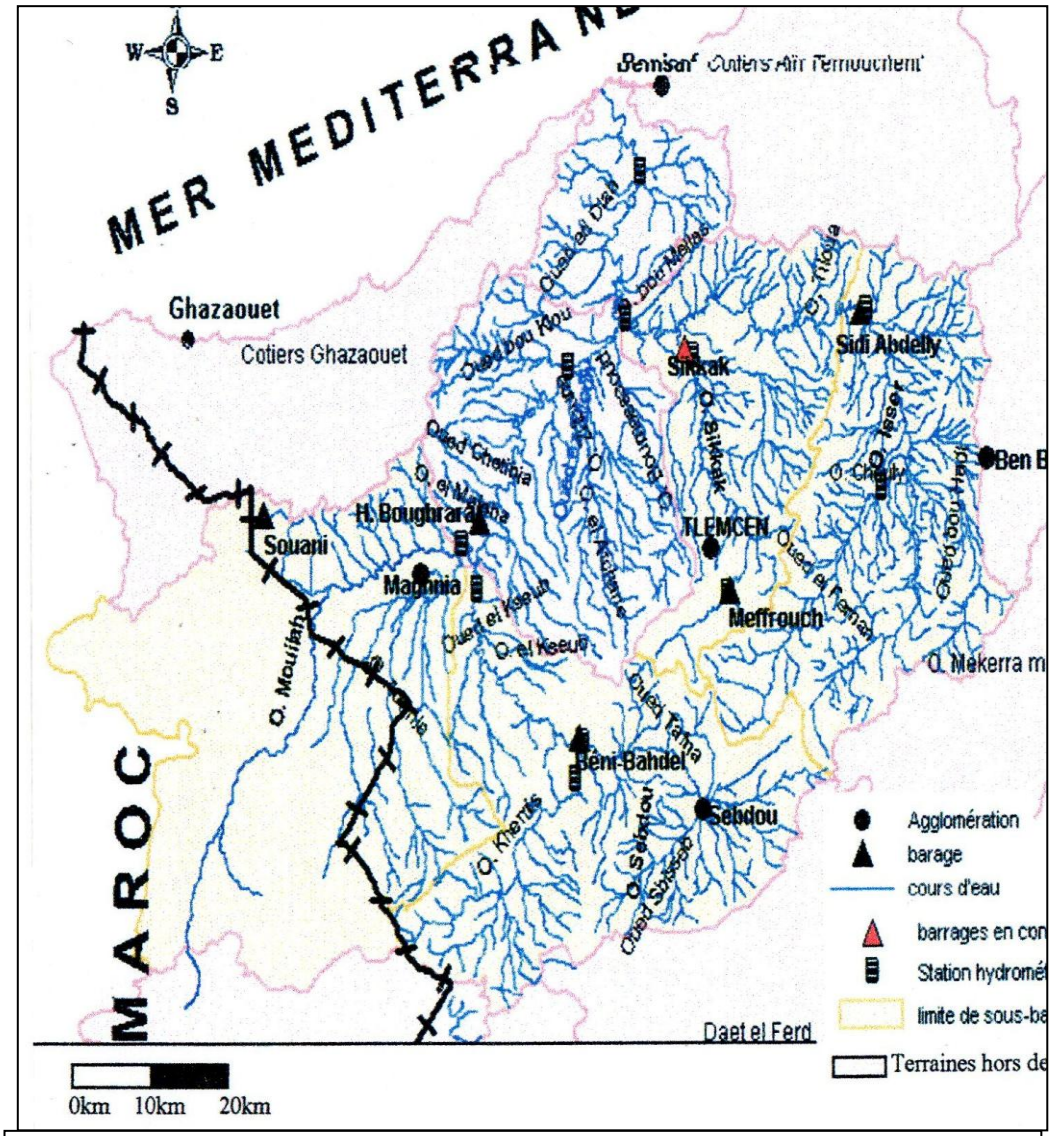


Figure N° 06 : Le réseau hydrographique du plateau de Sidi Senouci (A.BOUANANI, 2006) in M.BOUABIDA 2011

II-6- Etude géologique :

II-6-1-Introduction :

. Sidi Senouci est un vaste plateau comblé de sédiments Moï- pliocène et quaternaires sous lesquels semble plonger le jurassique. Les formations calcaréo- dolomitiques de ce dernier, constituent les massifs des djebels Ramyla, Semoured et Abiod. Au point de coordonnées (X= 156, y=192), les formations des jurassiques remontent vers la surface et affleurent au djebel Sidi – Moulay Abdel Kader **(voir les figures N° 07 et 08**).

Ce plateau est entaillé par la profonde vallée de l'Ouest Isser qui le parcourt du Sud vers le nord et au fond de la quelle affleurent les marnes Helvétiennes, plus abandonnes semble-t –il sur la rive droite.

Le point de vue tectonique, Sidi Senouci est formé d'un plateau plio- Quaternaire traduit par des mouvements Synsédimentaires provoquant le jeu de décrochement dextres associés à des déformations plicatives (THOMAS 1985).

II-6-2- Description litho stratigraphique des formations *:*

La litho stratigraphie de la région étudiée présente :

II-6-2-1 – Les dépôts quaternaires :

- **Eboulis et dépôts de pente :**

Sont signalés particulièrement au pied reliefs Jurassique

- **Travertins anciens et récents :**

Ils soulignent l'emplacement des sources ou disparues liées au massif Jurassique.

- **Les alluvions et subactuelles :**

On les rencontre dans le fond de l'Oued. Ce sont des limons surmontant le plus souvent un niveau grossier d'alluvions récentes dans l'Oued Isser. Ces alluvions se trouvent également dans les dépressions sillonnant la formation pliocène.

Les formations d'alluvionnaires subactuelles se présent en terrasses d'origine fluviocontinentales étagées qui sont de la plus haute à la plus basse (c'est-à-dire de la plus ancienne à la plus récent) **(la figure 09 et la figure 10)**

-Le Moulouyen : représenté par un conglomérat grossier, hétérométrique, à ciment calcaire protégé par une croûte calcaire. Il peut atteindre 6 à 8 mètre d'épaisseur

- Le salétien : représente par des limons argileux avec par une certaine fraction caillouteuse.

-L'Amirien : Terrasse de conglomérat surmonté d'une croute beige à rosée. Son épaisseur varie de 60 à80 mètres.

- **Le Tensifien :** Terrasse identique à celle de l'Amirien. On la trouve au Bled Bou Henni. Son épaisseur varie de 20 à40 mètres

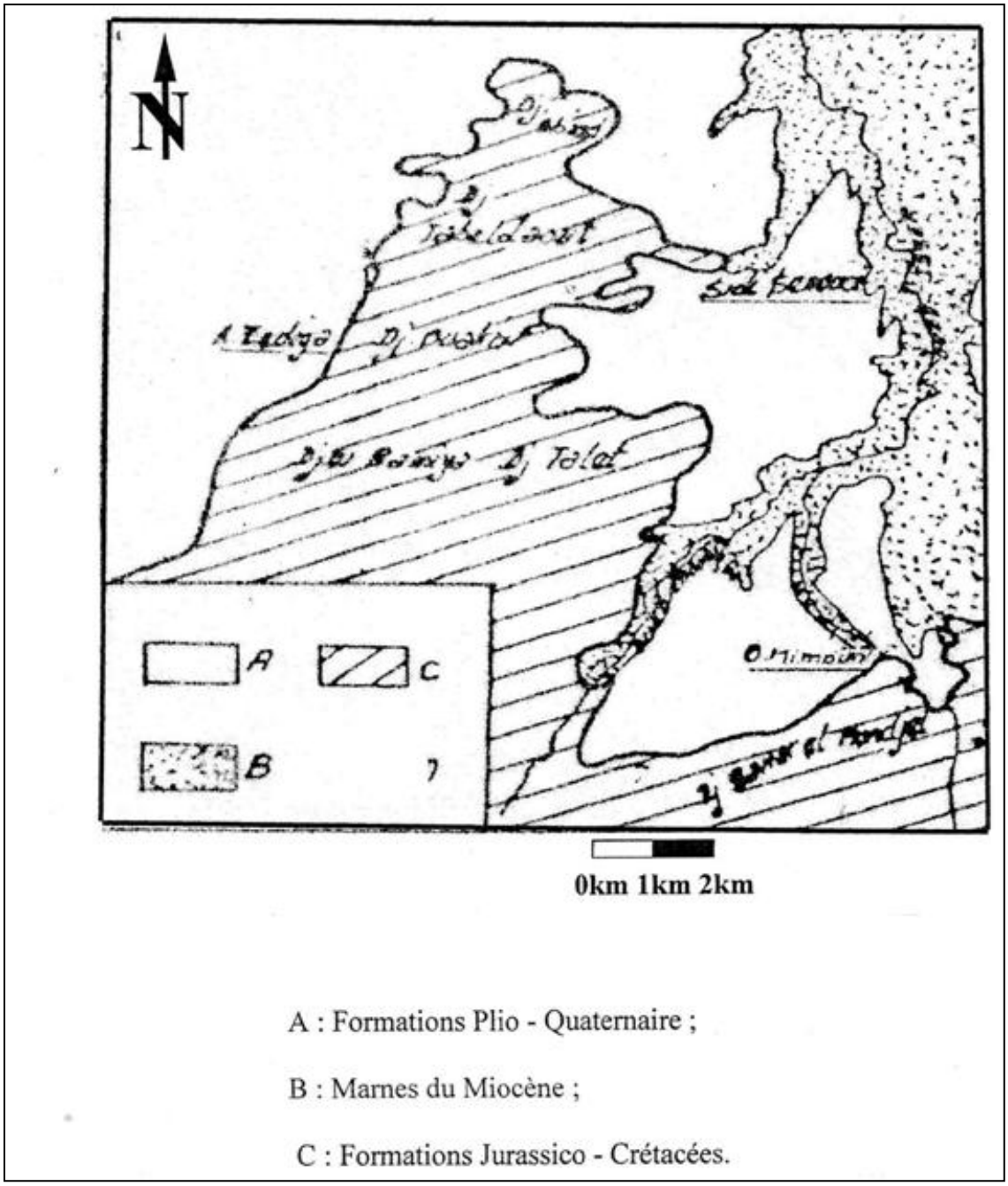


Figure N° 07 : Cadre géologique de secteur d'étude (F. Bensaoula, 1992)

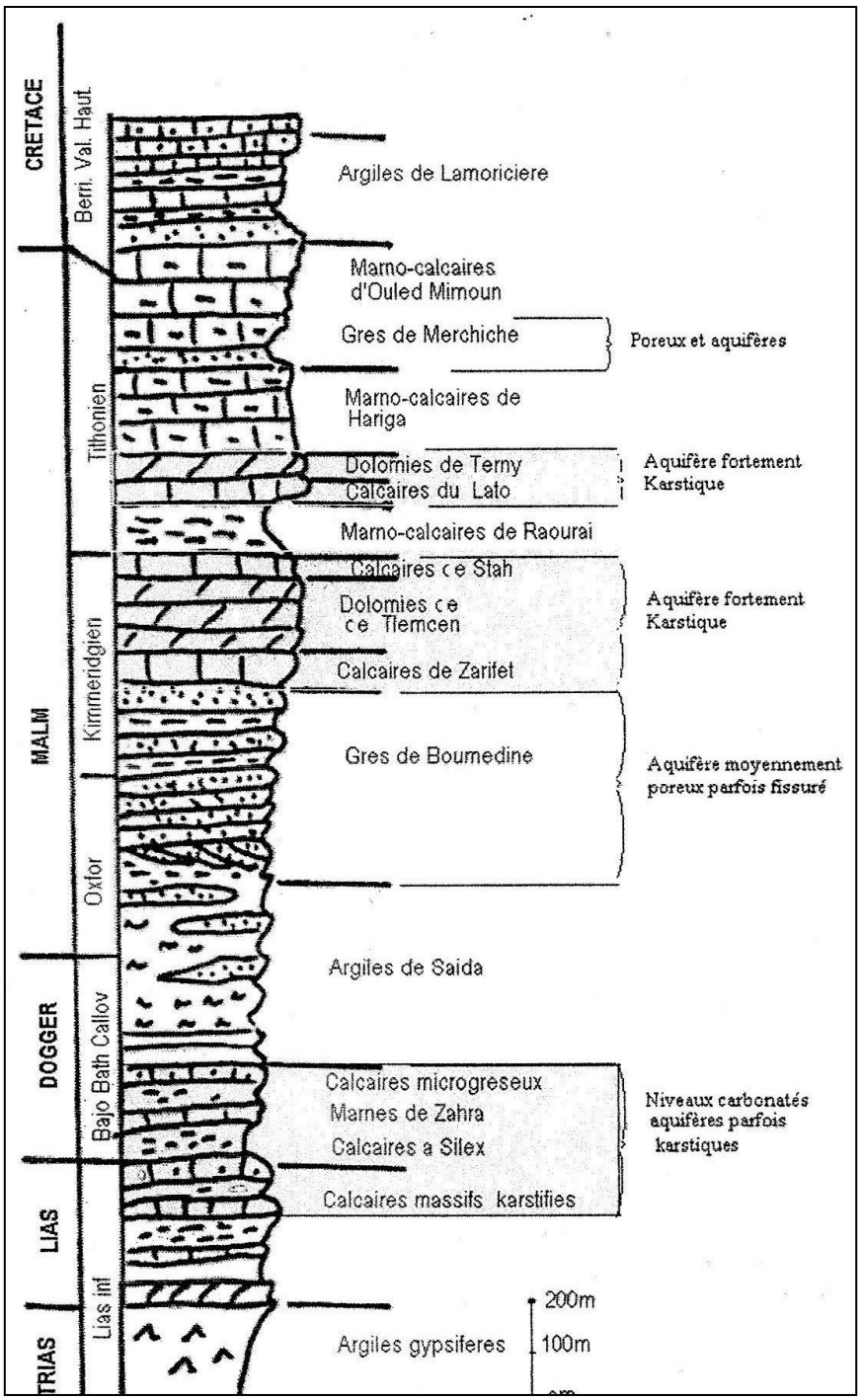
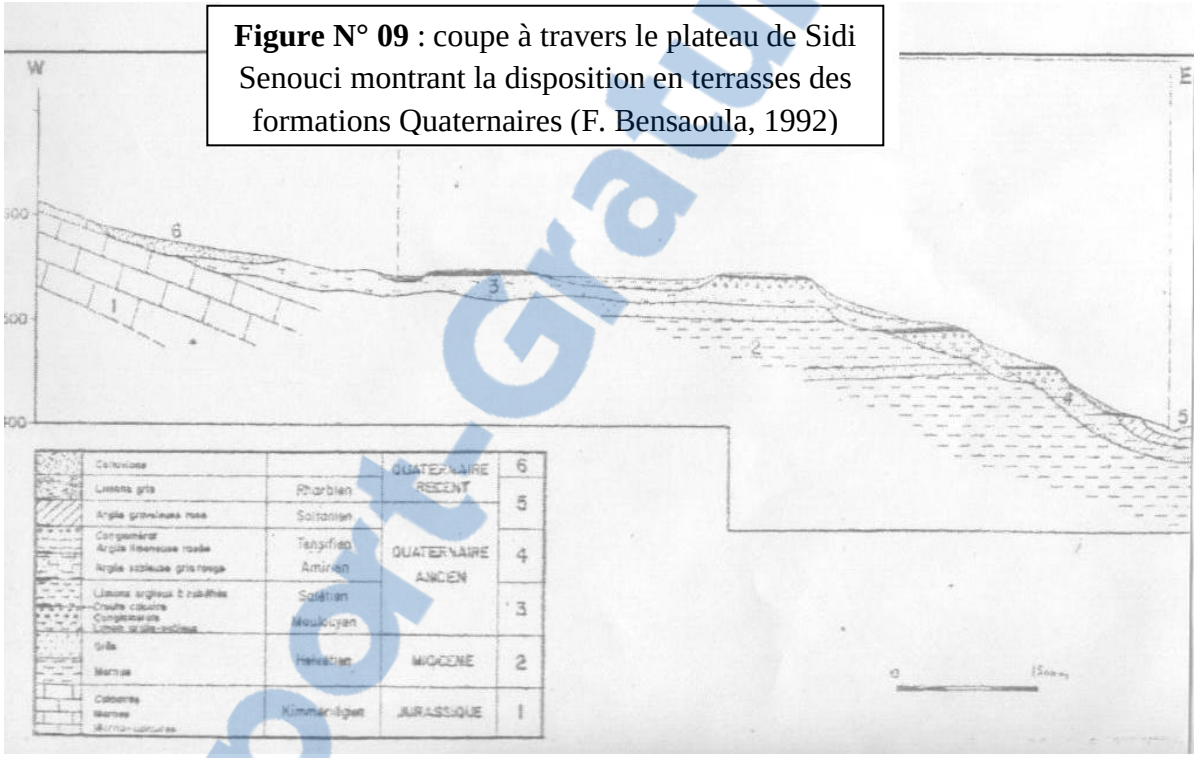


Figure N° 08 : Coupe lithostratigraphique des formations du secteur étudié (M. Benest, 1985, F. Bensaoula, 1992)

Figure N° 09 : coupe à travers le plateau de Sidi Senouci montrant la disposition en terrasses des formations Quaternaires (F. Bensaoula, 1992)



Rapport-Gratuit.com

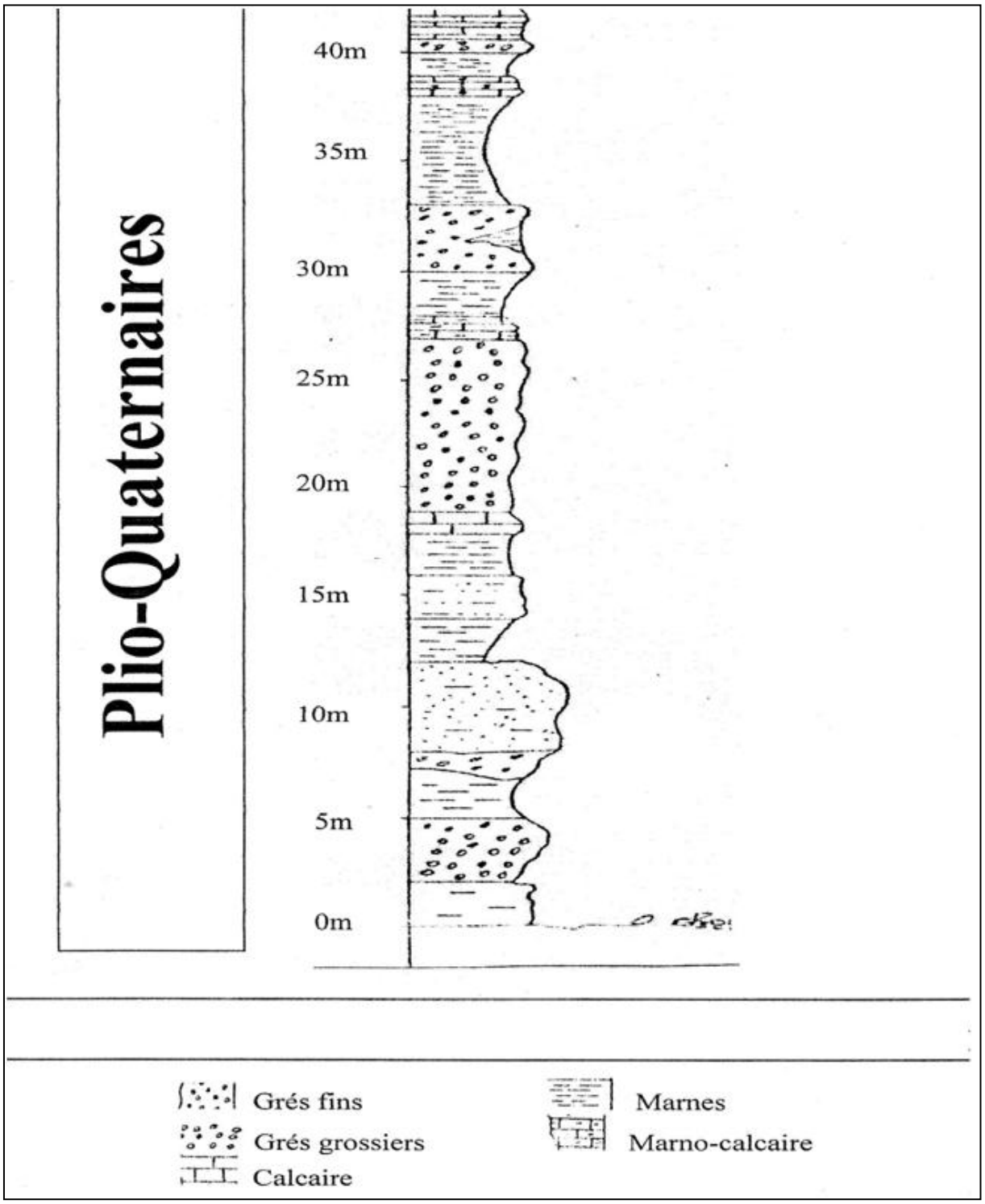


Figure N° 10 : Coupe lithologie dans le plio-Quaternaire (F. Bensaoula ,1992)

- **Le Sltanien** : Constitué par un niveau a galets mal et d'épaisseur irrégulière surmontent croûte pulvérulente blanche.

- **Le Rharbien :** Composé de limon se trouvant au niveau des oueds importants tels que l'Oued Isser et l'Oued choully. Il ne compote pas des croûtes.

II-6-2-2 – Les dépôt tertiaires :

- **les alluvions des pliocènes :**

Ce sont des dépôts continentaux généralement caillouteux, limoneux parfois argilo-sableux.

Les forages réalisés récemment en particulier le SSN2, ont recoupé respectivement 270 mètres et 22 mètres des marnes sableuses plastiques jaunes en surface et virant au gris en profondeur.

- **Les formations du Miocène :**

Elles affleurent essentiellement au nivaux des vallées de l'Oued Isser.

- **L'Helvétien** : Constitué essentiellement des marnes grises ou bleutées devenant jaune-ocre à l'affleurement. Dans cette série pouvant atteindre jusqu'à 300 mètre dans la vallée de l'oued Isser, s'intercalant de minces bancs de grés argileux qui apparaissent principalement vers le haut de la série

II-6-2-3-Les dépôts secondaires :

II-6-2-3-1- Les marno- calcaires de Hriga :

C'est une formation calcaréo- dolomitique avant marneuse vers son sommet l'épaisseur est de 270 mètres au Bled, El Gliaa. A cette formation nous avons attribues l'affleurement de Djebel Sidi Moulay Abdelkader (x=155.4, y=192.0).

A proximité le forage SSN3 a permet de recouper des marno -calcaires analogues a ceux datés de tithonique supérieur par M.Benest.1985.

II-6-2-3-2- Les dolomies de Tlemcen :

Sous cette dénomination qui est celle d'Auclair et Biehler, on sous- entend un série calcaréo- dolomitique comportant deux membres séparés par une formation marno-calcaire datée du kimméridgien. M.Benest dans sa thèse (1985), en décrit les différentes composantes.

II-6-2-3-2-1 Les marno- calcaires de Raourai :

C'est une formation marneuse avec des intercalations calcaires. M.Benest fait remarquer que dans la partie septentrionale des monts de Tlemcen se manifeste un enrichissement en calcaire.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

II-6-2-3-2-2-Les calcaire de stah :

Ce calcaire ne prouvent être différenciés des dolomies sous-jacentes que lorsqu'ils sont épargnés par la dolomitisation. Ils affleurent en bancs épais à sidi Senouci, au djebel Semoured etc.

II-6-2-3-3- Les grés de Boumediene :

Ce sont des grés à éléments fin, se présentant en gros bancs séparés par des inters lits argileux, le ciment presque toujours calcaire. Les alternances d'argile souvent rouge ou verte et de grés à stratification oblique l'épaisseur de cette formation st de 200à400 M en moyenne.

II-6-3- Apercu structural :

Les formations calcaréo-dolomitiques du jurassique forment un karst qui par son aspect anisotrope fait que les propriétés transmissives de l'aquifère plio- quaternaire liée à l'ensemble du réseau de fissuration

II-6-3-1- Etude de plissement :

Les déformations sont dues à une tectonique cassante avec répartition des structures secondaire :

- Djebel Abiod
- Djebel Tabeldaoute
- Djebel Semoured
- Djebel Besbessa
- Djebel Tagma

Les mouvements synsédimentaires provoquant le jeu de décrochements dextres associent à des déformations plicatives (Thomas 1985).

II-6-3-2 Etude de fracturation :

La fracturation des terrains compacts représente une donnée important pour l'étude hydrogéologie. En effet, la circulation des eaux souterraines dans les formations consolidées et les intercommunications entre les aquifères se fait essentiellement à la faveur des fractures ouvertes, diaclases, et des fissures.

A) La macro fracturation :

L'étude a été abordée sur la base de photographie aérienne à l'échelle de 1/20.000 les fractures constatées dans notre secteur d'étude sont :

1) Djebel EL-Abiod N 100-N 120 E
2) Djebel Semmoured N 140- N160E

B) La microfracturation:

Les résultants d'une étude sur la micro fracturation affectée par la " Sthyor" au niveau des affleurements du jurassique du massif de sidi Abdlli sont :

1) N100 - N 120 E
2) N 000 – N 020 E

II-6-4- CONCLUSION :

Dans le plateau de Sidi Senouci, la formation de plio-quaternaire est représentée par des niveaux conglomératique intercalés dans une formation argilo- sableuse caillouteuse. Ces conglomérats sont tantôt à ciment carbonaté tantôt à matrice argileuse. Cette formation constitue un réservoir superficiel de grande étendue.

L'étude structurale a été complétée par la mensuration de la macro et micro fracturation sur terrain ; la tectonique est de type cassant, elle donne a la région une structure en panneaux effondrés les uns par rapport aux autres (F. Bensoula, 1992)

Cette synthèse géologique et structurale nous a permis de passer en revue sur les différents formation et structures de notre secteur d'étude.

II-7- Etude climatique :

II-7-1-Introduction :

Selon Seltzer le climat de l'Algérie est de type méditerrané caractérisé par une période pluvieuse allant à la moyenne de Septembre au Mai et un été sec ensoleillé.

L'atlas Tellien joue le rôle d'un rempart qui provoque la condensation et la précipitation d'une partie de la vapeur d'eau amené par les vents soufflants de la mère. L'altitude entraine une diminution générale de la température, l'éloignement de la mère, une augmentation des amplitudes diurne et annuelles.

Le climat de l'Atlas Tellien présent donc tous les degrés intermédiaires entre un climat de la plaine plus sec relativement chaude et a forte écart thermique.

La région de Tlemcen se trouve entre deux domaines géographiques contrastés : les Monts de Tlemcen au sud et la zone des plaines qui s'étendent vers le nord. Le secteur que nous avons étudié présente la même configuration géographique.

Dans le secteur d'étude, existe plusieurs stations hydro-météorologiques : Ouled Mimoun

Bensekrane, Sidi Abdlli, Zenata, Saf-Saf

Tableau N° 01 : Présentation de différant station dans le secteur d'étude

Station	T (°C) moyenne annuelle	Précipitation moyennes annuelles (mm)	Etat de station	Les paramètres mesurés
Données anciennes (F.Bensaoula1992) (du 1979 au 1989)				
Ouled Mimoun	15.5	376.8	Fonctionnelle (Les données jusqu'au1996)	Précipitations (mm)
Bensekrane	17.3	358.60	Abandonné (1992)	Précipitations (mm)
Sidi Abdelli	16.3	390	Fonctionnelle (les données annuelles de 2000- 2007)	Précipitations (mm) et températures (°C)
Saf- saf	15.42	386.2	Arrêté en 2005	Précipitations (mm) et Températures (°C)
Zenata	17	269.10	1979-1989	Précipitations (mm) et Températures (°C)
Données récentes				
Zenata (2000-2011)	18.01	357.00	Fonctionnelles (les données de la période(2000 2011)	Précipitations (mm) et Températures (°C)

II-7-2- Etude des précipitations :

Le terme « précipitation » englobe toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre que ce soit sous la forme liquide (pluie) ou solide (neige, grêle)

Les précipitations dans notre région d'étude sont représentées généralement par les pluies.

II-7-2-1- Réparation des précipitations moyennes annuelles à la station de Zenata

(Période 2000- 2011) :

Tableau N° 02 : Les précipitations moyennes annuelles à la station Zenata (2000 -2011)

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	moyenne
P (mm)	256,46	373,67	326,35	478,52	392,42	198,41	246,26	327,97	464,39	404,83	401,47	413,29	357.003

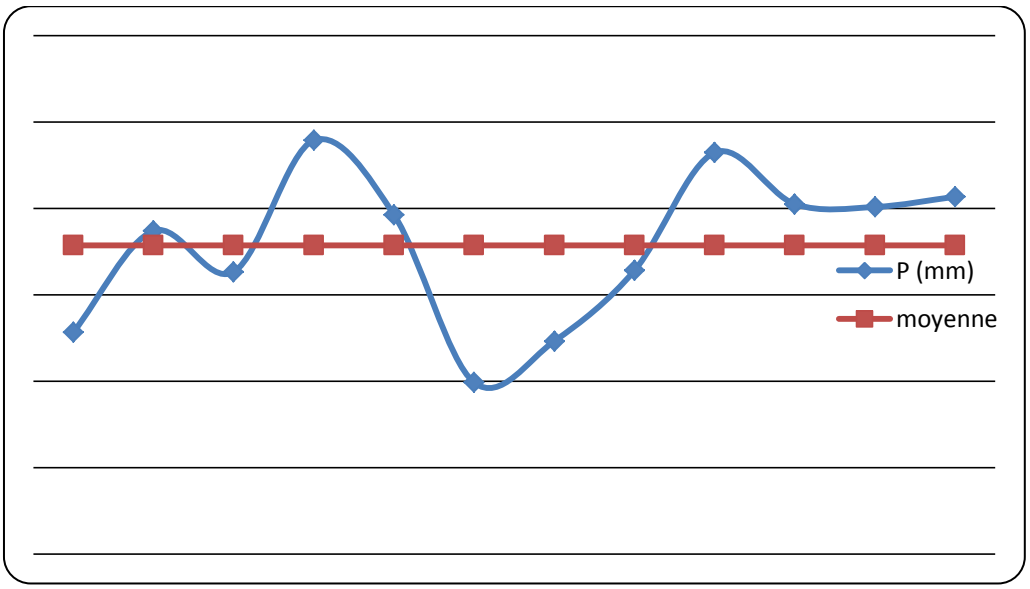


Figure N°11 : Variation des précipitations moyennes annuelles de la station Zenata(2000-2011)

On note un maximum enregistré pendant l'année 2003 avec 478.52 mm et le minimum est de l'ordre 198.41 mm enregistré durant l'année 2005.

II-7-2-2-Irrégularité du régime des précipitations :

Le coefficient d'irrégularité du régime des précipitations annuelles de la station Zenata est donné par le rapport du module de l'année la plus humide PM et celui de l'année la plus sèche pm.

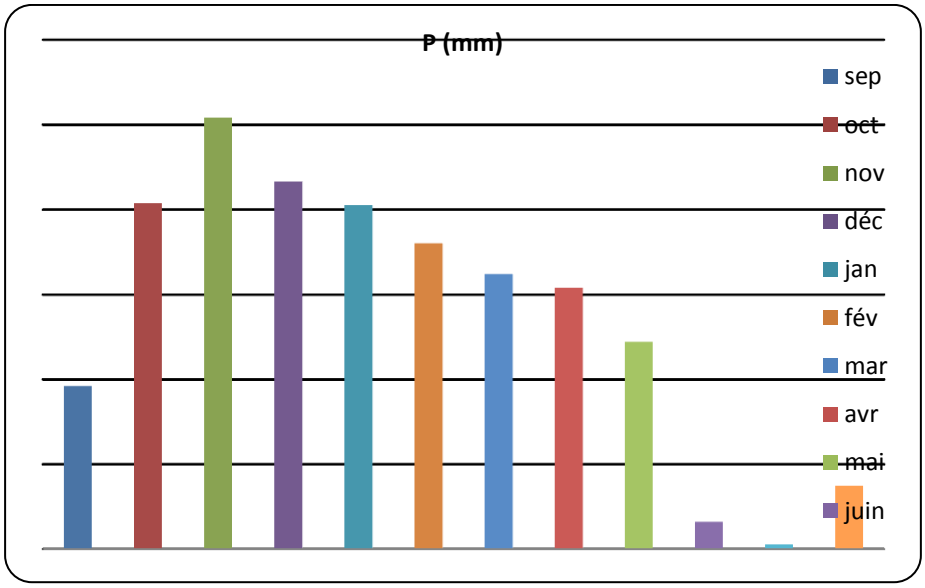
PM/Pm=478.52/198.41

=2.41

II-7-2-3- La répartition des moyennes mensuelles :

Tableau N° 03 : Les précipitations moyennes mensuelles à la station Zenata (2000 ,2011)

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A
P (mm)	19,21	40,74	50,85	43,31	40,55	36,06	32,44	30,79	24,42	3,22	0,53	7,49



FigureN°12 :l'histogramme des précipitations moyennes mensuelles de la station Zenata(2000-2011)

L'analyse des moyennes mensuelles des précipitation (**figure N° 12)** indique clairement la diminution progressive des précipitations durant la période estivale. Novembre est le mois le plus humide avec une moyenne de 50.85mm, par contre le mois de Juillet qui reste le plus sec avec une valeur de 0.53 mm

II-7-2-4- Répartition des précipitations saisonnières :

- L'étude des précipitations saisonnières est importante car elle permet d'apprécier la variation des précipitations et leur tendance vers telle ou telle période.
- Les quatre saisons de l'année correspondent à :
  -Hiver : Décembre, Janvier, Février
  -printemps : Mars, Avril, Mai
  -Eté : Juin, Juillet, Aout
  - Automne : Septembre, Octobre, Novembre.

Les précipitations saisonnières de la station Zenata sont données dans le tableau suivant :

Tableau N° 04 : précipitations saisonnières de la station de Zenata (2000-2011)

SAISON	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
P (mm)	119,93	87,66	11,25	110,79

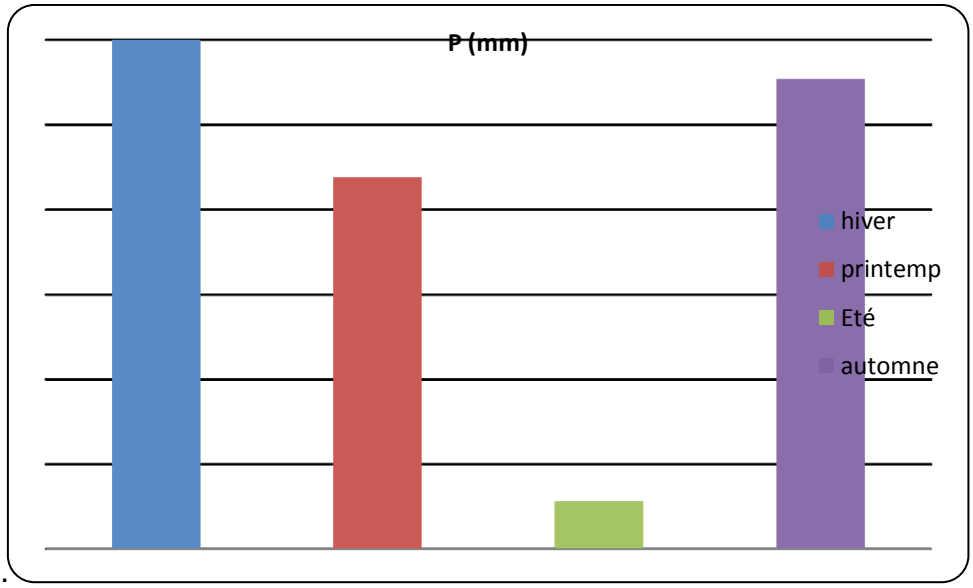


Figure N°13 : Histogramme des précipitations saisonnières de la station de (Zenata 2000-2011).

L'histogramme des précipitations saisonnières indique que l'hiver est la saison la plus humide et l'été est la plus sèche.

II-7-3- Etude des températures :

Les températures moyennes mensuelles et annuelles régissent directement le climat en inter action avec les autres facteurs météorologiques, et permettent avec les précipitations, le calcul du déficit d'écoulement et des indices climatiques.

II-7-3-1- Les moyennes annuelles :

Tableau N° 05 : Températures annuelles de la station de Zenata (2000- 2011).

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	moyenne
T (c°)	18,41	17,88	18,39	18,55	18,29	17,06	18,44	17,39	16,86	17,89	18,82	18,13	18,01

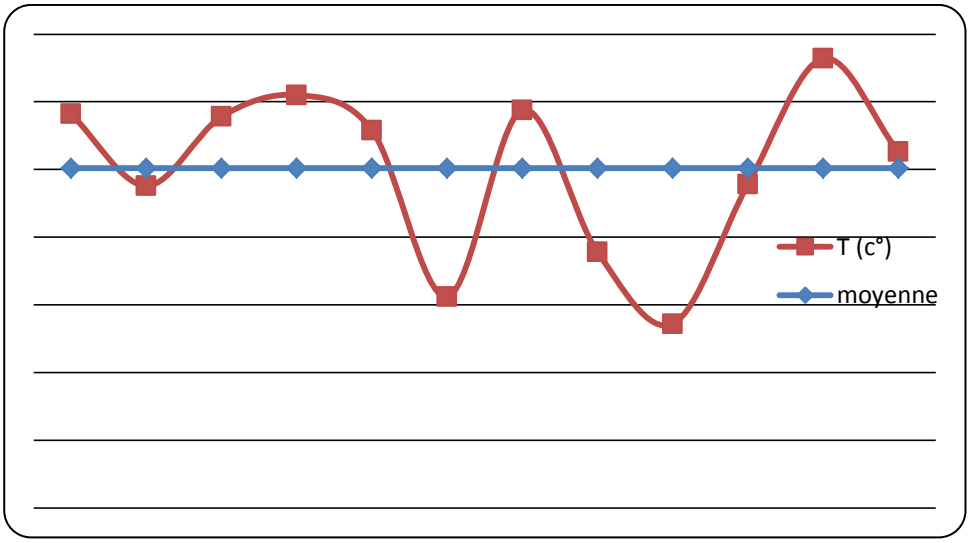


Figure N° 14 : Variation des températures moyennes annuelles à la station (Zenata 2000-2011).

On note un maximum enregistré pendant l'année 2010 avec 18.82 C° et le minimum est de l'ordre 16.86 C° enregistré durant l'année 2008.

II-7-3-2- Les moyennes mensuelles :

Tableau N° 06 : Températures moyennes mensuelles à la station de Zenata (2000 - 2011).

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	MI	J	JT	A
T (°C)	23,63	19,81	14,39	12,1	10,9	12,05	14,43	16,00	18,96	23,1	26,61	26,88

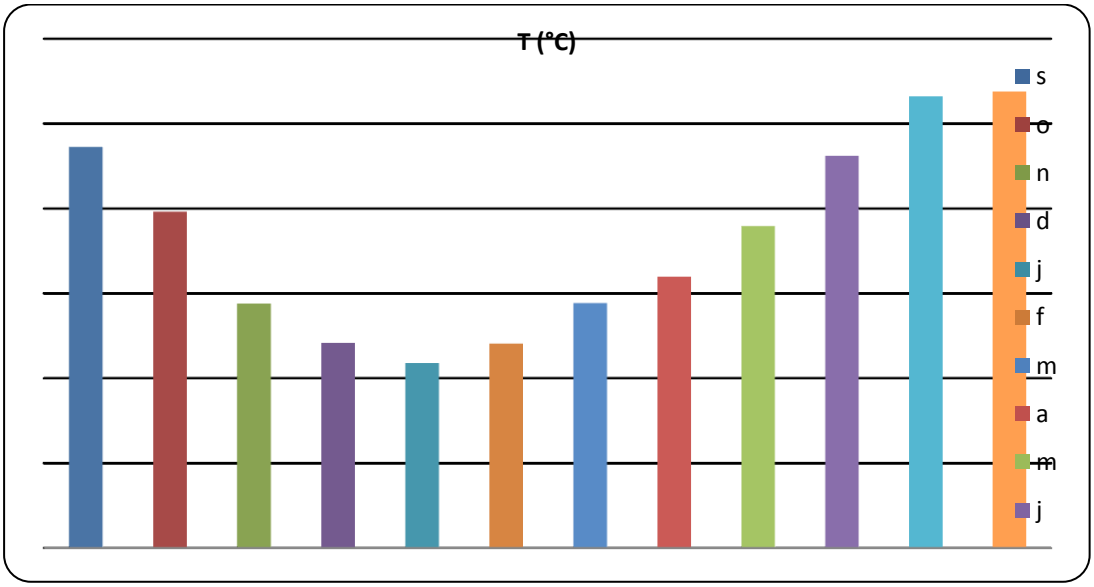


Figure N°15 : Histogramme des températures moyennes mensuelles de la station (Zenata 2000-2011).

L'histogramme de la température moyenne de notre station nous indique que le mois le plus froid est le mois de Janvier et le mois le plus chaud est le mois d'Août.

- **- Les minima(Tm) :**

Les températures moyennes mensuelles des minima compris entre 5.26°C en janvier et 20.19°C

- **- Les maxima(TX) :**

Les valeurs moyennes mensuelles des maxima varient entre 16.57°C en Janvier et 33.52°C en Juillet.

- **- Les moyennes(TM) :**

Les moyennes mensuelles et annuelles de température sont calculées par la formule suivante :

TM= (TX+Tm)/2

Le tableau ci – après nous donne les minima et les maxima et les températures moyennes pour la station de Zenata sur la période 2000- 2011 :

Tableau N°07 : les températures moyennes mensuelles à la station de Zenata (2000 - 2011).

Mois	**S**	**O**	**N**	**D**	**J**	**F**	**M**	**A**	**MI**	**J**	**JT**	**A**
Tm (°C)	17,41	14,05	9,29	6,62	5,22	6,28	8,34	9,44	12,88	16,61	19,71	20,25
Tx (°C)	29,85	25,58	19,49	17,59	16,57	17,82	20,52	22,56	25,05	30,18	33,5	33,52
(Tm+Tx)/2	23,63	19,81	14,39	12,1	10,9	12,05	14,43	16,00	18,96	23,1	26,61	26,88

II-7-4- LE VENT :

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat. , les irrégularités de la surface du sol (pierres ou végétation), de sorte que vitesse et donc son énergie augmente de plus en plus au fur et à mesure qu'on s'élevé au dessous du sol.

II-7-4-1 : le siroco :

En Algérie, il souffle du Sud au Nord, fréquent en été. Il est généralement lié durant les autres saisons aux passages des particulations sur la bordure de la méditerranée.

Le siroco est rare pendant les mois froids (Seltzer) ; le tableau ci- après donne le nombre moyen de jours siroco (période 1913 à 1938 Seltzer).

Rapport-Gratuit.com

Tableau N°08 : le nombre moyenne de jours siroco.

Mois	J	F	M	A	MI	J	JT	A	S	O	N	D
Znata	1	2	4	6	6	1.6	4.5	4.5	1.8	7	2	0

On notre maximum en avril et mai et un minimum aux mois décembre et janvier.

II-7-4-2 : Vitesse et Orientation des vents :

La vitesse du vent est estimée selon l'échelle télégraphique qui est la suivant :

0 : calme

1 à **2 :** vent faible

3 à **4** : vent modéré

5 à **6 :** vent modéré

7 à **8 :** vent fort

9 : vent violent, ouragan

- Pour la station de Zenata, Seltzer donne les résultats suivant :

Tableau N°09 : le nombre moyenne de jours de vent Est et Ouest.

Mois	J	F	M	A	MI	J	JT	A	S	O	N	D
Vent	1.7	1.3	1.7	1.4	0.6	0.8	0.2	0.9	0.9	1.6	1.7	1.6

Les vents dominants sont les vents d'Ouest et d'Est. Pour la station de Zenata, on note des vents d'Ouest pendant l'hiver et des vents du Nord en été.

Par manque de données pour les autres stations sur le secteur étudié, on se limitera à utiliser Les données relatives à la station de Zenata **(figure16)**

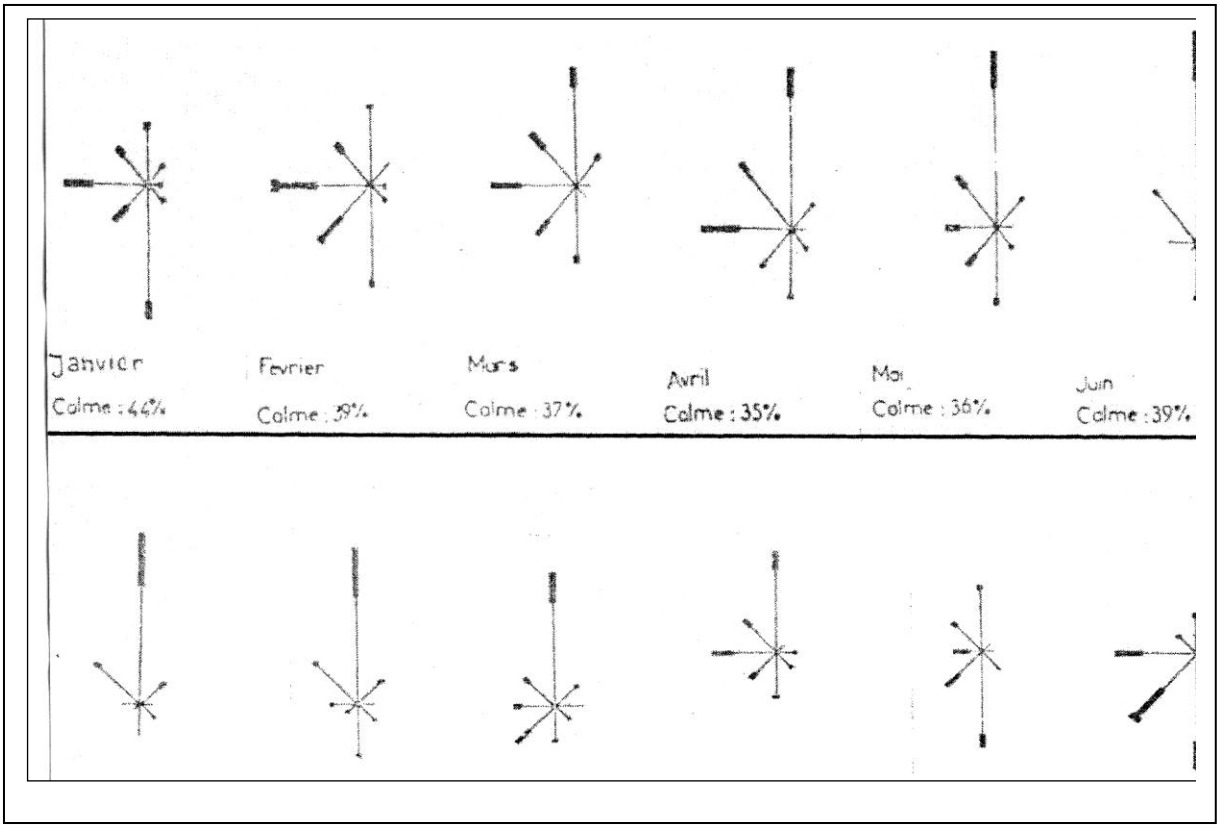


Figure N°16 : Direction et vitesse du vent (station Zenata) (F. Bensaoula 1992)

II-7-5- Synthèse climatique :

Pour l'étude de climat, nous nous basons sur la visualisation des périodes sèches et humides.

II-7-5-1-Diagramme pluvio- thermique de Bagnouls et Gaussen :

D' après les travaux de BAGNOULS et GAUSSEN un mois sec et celui où le total moyen des précipitations exprimée en mm set inferieur ou égal au double de la température moyenne exprimée en °C. Cette relation permet d'établir des diagrammes pluvio- thermiques sur lesquels la température est portée à une échelle double de celle des précipitations.

- Pour un mois sec la courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations. Pour un mois humide, la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

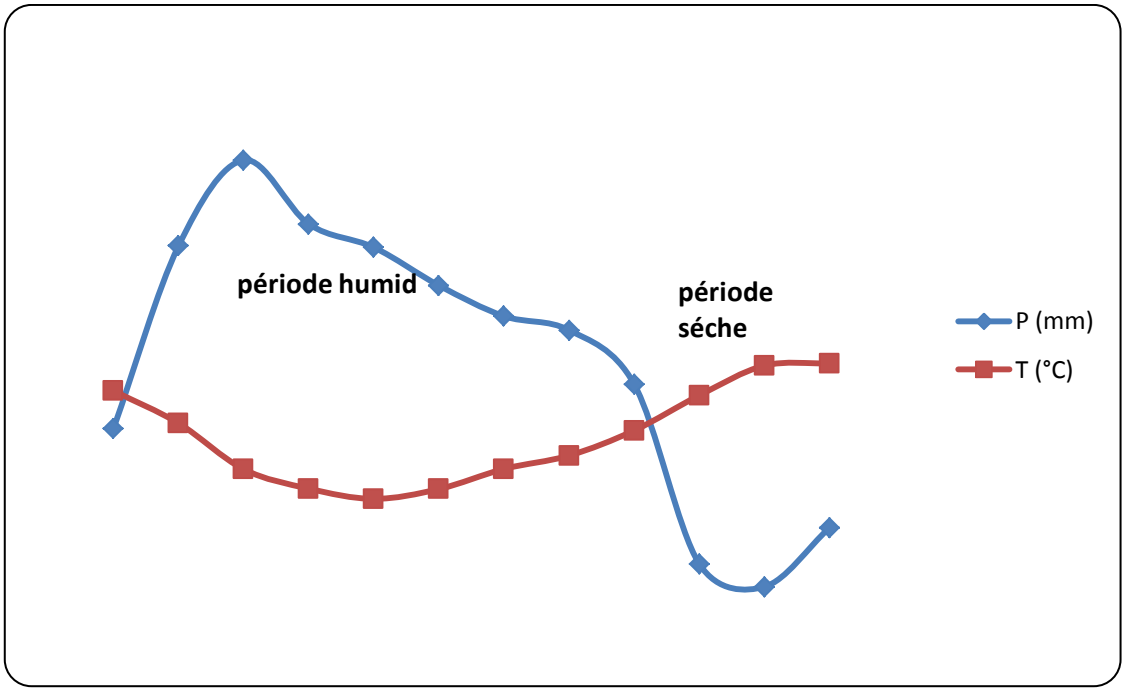


Figure N°17 : Diagramme pluvio- thermique de la station de Zenata

- L'intersection des deux courbes de variations des précipitations et des températures fait ressortir la période sèche qui s'étale entre Septembre-Octobre (début de l'année pluviométrique) et entre Avril-Aout. La période humide s'étend du mois d'Octobre jusqu'au Mars .

II-7-5-2-Calcul des indices climatiques :

L'utilisation des indices climatiques définis par les différents auteurs, permet de mieux cerner le type de climat de la région.

II-7-5-2-1-Indice d'aridité de De Martonne :

A- Indice d'aridité annuel :

De Martonne (1935) caractériser l'aridité du climat par un indice d'aridité combinant la température et les précipitations, cet indice est donné par la formule :

I = p (mm)/ T+10

Avec p : précipitation annuelle

T : température moyenne annuelle

Pour notre station p : 328,52mm

T= 18,24°C

I= 13.23

Donc :

De Martonne a proposé la classification suivante :

I < 5 : climat hyper aride.

5< I <10 : climat désertique

10< I<20 : climat semi aride

I supérieur à 20 : climat humide

La valeur calculée de cet indice (I = 13.23) permet de dire que notre zone d'étude, Zenata, est bien caractérisée par un climat **semi-aride,** comme le montre l'abaque de la **figure N°18**.

L'indice annuel de De Martonne ne donne qu'une tendance globale du climat de la station. Il est intéressant de considérer également la variation mensuelle de cet indice d'aridité.

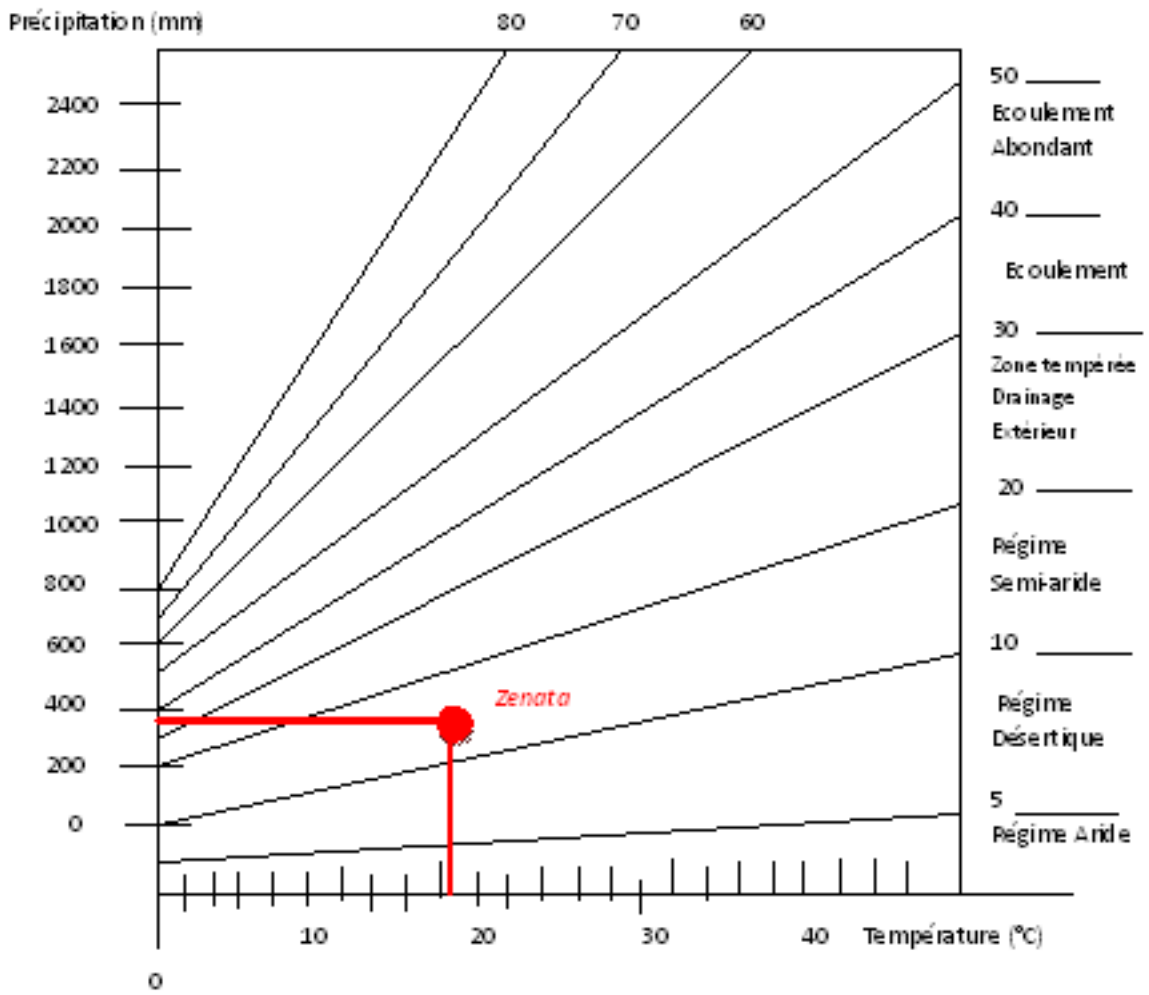


Figure N°18 : Abaque de l'indice d'aridité de MARTONNE

b- Indice d'aridité mensuel :

Il est donné par la relation **I = 12 p/(T+10)** dans laquelle P et T représentent les précipitations et températures du mois considéré.

Tableau N° 10 : les indices d'aridité mensuel de De Martonne

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	MI	J	JT	A	MOYENNE
P (mm)	19,21	40,74	50,85	43,31	40,55	36,06	32,44	30,79	24,42	3,22	0,53	7,49	329,61
T (°C)	23,63	19,81	14,39	12,1	10,9	12,05	14,43	16,00	18,96	23,1	26,61	26,88	18,24
I	6,85	16,40	25,02	23,52	23,28	19,62	15,93	14,21	10,12	1,17	0,17	2,44	13,23

II-7-5-2-2- Indice de moral :

L'application de cet indice permet selon Moral de fixer la limite de la zone pour un coefficient égal à l'unité :

$$IM = P / (T^2 - 10\,T + 200)$$

Avec **P** : précipitations moyennes annuelles (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

IM = 0.995

Si l'indice annuel obtenu n'est pas suffisant pour préciser le caractère climatique, Moral propose un autre calcul de cet indice :

$$IM = Pm / ((T^2m/10) - Tm + 20)$$

Avec : **Pm** : précipitations mensuelle (mm).

Tm : températures mensuelles (°C)

Tableau N°11 : valeur des indices mensuels de moral et leurs classifications

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	MI	J	JT	A
IM	0,37	1,03	1,93	1,92	1,93	1,60	1,23	1,04	0,66	0,06	0,01	0,11
type	Aride											

Les quatre types indiqués par Moral sont :

- Mois pluvieux : $Pm > 0.1\,T^2m + Tm + 30$
- Mois humide : $0.1\,T^2m + Tm + 30 > pm > 0.1\,T^2m - Tm + 20$
- Mois sec : $0.1\,T^2m - Tm + 20 > pm > 0.5\,T^2m - Tm + 10$
- Mois aride : $pm < 0.1\,T^2m - Tm + 10$

II-7-5-2-3- Indices de Stewart :

Cet indice est donne par la relation :

Q2= 3.43 * P/ (M+m)

Avec : p : précipitation moyennes annuelles

M : Moyenne des températures minimales du mois plus chaud

m : Moyennes des températures minimales du mois plus froid

10< Q2 < 50 : climat semi-aride

2< Q2 < 10 : climat désertique

Q2 < 2 : climat insaturé

Donc notre cas :

M= 26.69°C+273 = 299.69F

m= 10.95°C +273 =283.95F

Le calcul de Q2 donne une valeur de 32.81 donc comprise entre 10et 50 selon Stewart. Cette valeur caractérise un climat semi- aride.

II-7-5-2-4- Indice de continentalité de Kerner :

Kerner a proposé l'établissement d'un indice isodromique qui permet de calculer le degré de continentalité ou oceanisation de la station considérée

$$\theta = \frac{\mathrm{To} - \mathrm{TA}}{\mathrm{A}} * 100$$

ɵ = **{**(To – Ta)/A**}***100

ɵ =23,84

Avec : To : température moyenne mensuelle du mois d'octobre

Ta : température moyenne mensuelle du mois avril

A ; amplitude moyenne annuelle : Différence de température entre le mois le plus chaud et le mois plus froid

- Dans notre cas :

To : 19.81 °C
Ta : 16.00 °C

A : 26.88- 10.9 **A= 15.98°C**

Pour la station de Zenata : **Q2= 39,70**

D'après le résultat trouvé, on constate qu'on a des influences maritimes sur la région étudiée.

III- CONCLUSION :

L'étude climatique basée sur la station de Zenata, nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

- Une moyenne annuelle des précipitations de 369.9 mm avec Janvier le mois le plus froid et celui d'Août le plus chaud.
- A l'échelle saisonnière, l'étude des précipitations montre que l'hiver est la saison la plus humide et que l'été correspond à la saison plus sèche.
- L'analyse des relevés thermiques donne une température moyenne annuelle de 13.28°C.

  En fin on peut conclure que la zone est soumise à un climat de type semi-aride à hiver froid.

Capitre 02 activité agricol

I -INTRODUCTION :

La commune de Sidi Senouci par ces capacités hydriques, ses ouvrages hydraulique (puits, sources…), par la concentration d'une bonne partie des terres agricoles d'excellentes valeurs (de type argilo-calcaire et des terres rouges et noires très fertiles) est considérée comme le grenier de la wilaya.

La surface agricole totale de la commune est de 20202 Ha, soit 90.81% de la surface communale totale, quand à la surface agricole utile (S.A.U), elle est de 17337 Ha, soit 77.93% de la surface communale totale.

La surface agricole irriguée est 502 Ha, soit 2.89% de la surface agricole utile (SAU).

II. SOURCES DE POLLUTION DES EAUX : (01)

L'agriculture serait responsable de pollution des eaux par :

- Les engrais.
- Les produits phytosanitaires : herbicides et pesticides.
- Les déjections animales qui accompagnent les élevages.

II.1 Les impacts des déjections animales utilisées comme fertilisant (02):

- Les déjections animales ont de tout temps été utilisées comme fertilisant, et cela est très bien. Le problème aujourd'hui est que la production animale est si élevée que les producteurs se retrouvent avec un excès de déjections et qu'ils en épandent trop sur les sols. Quand il y en a trop, le sol et les plantes ne peuvent pas les absorber, et les éléments fertilisants partent alors avec la pluie et se retrouvent dans les cours d'eau. L'eau contient donc des excédents de phosphore, de nitrates et même de résidus des médicaments donnés aux animaux.
- On constate depuis plusieurs années une concentration de plus en plus forte des élevages bovins, ovins et volailles. Cet accroissement de la taille des élevages conduit à des problèmes de gestion des effluents - lisiers ou fumiers - mal pris en compte dans les bilans de fertilisation.

- La concentration des élevages entraîne un excédent de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles. Ces déjections, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent une source de pollution bactériologique.
- La matière organique résiduelle peut être rencontrée dans les aquifères fissurés (karst) et dans les aquifères alluviaux. Elle constitue un milieu nutritif favorable au développement des micro-organismes, notamment pathogènes. Sa présence est un indice de pollution généralement d'origine proche. Elle favorise l'apparition de mauvais goûts, notamment à la suite d'une chloration, et d'odeurs désagréables.

II.2- Les impacts d'agriculture intensive et extensive:

La pollution agricole s'intensifie depuis que les agriculteurs utilisent des engrais chimiques (nitrates et phosphates), des herbicides, des insecticides et d'autres produits phytosanitaires pour améliorer le rendement de leurs cultures.

Cette agriculture intensive n'est pas sans conséquences pour l'environnement. En effet, le développement des grandes cultures favorise :

- la spécialisation des filières et donc la monoculture, ce qui a des effets sur l'environnement, soit directement (lessivage de l'azote dans les sols, ruissellement, érosion…), soit indirectement (augmentation de la pression des ravageurs d'où augmentation de la consommations des produits phytosanitaires, ou encore augmentation des surfaces d'exploitation avec diminution de l'unité de travail humain à l'Ha ne laissant que très peu de place à l'agronomie face à un usage parfois systématique des intrants).
- l'utilisation croissante des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides ou insecticides). Par exemple, les cultures à forte valeur ajoutée, comme la vigne, poussent les agriculteurs à utiliser des doses importantes en produits phytosanitaires.
- l'augmentation de la consommation d'eau ce qui crée des déséquilibres dans le milieu naturel.

II.2.1 Les engrais : apportent aux végétaux cultivés les nutriments nécessaires à leur croissance. Les trois principaux sont: l'azote, le phosphore et le potassium. Les trois éléments que sont l'hydrogène, le carbone et l'oxygène, nécessaires à l'activité de photosynthèse sont

apportés par l'air et l'eau. Enfin, le fer, le soufre ou encore le calcium sont puisés directement dans la terre.

II.2-1-1-Les nitrates et autres composés azotés :

Les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter* (Santé Canada, 1992).

Dans l'ensemble de cortège azoté figurant dans une analyse de l'eau, seuls les nitrates et les nitrites sont à considérer sur le plan toxicologique (BOUNTOUX, 1993).

Les nitrates sont oxydés en NO_3^- par Cl_2, ClO_2 et O_3^-.

Les nitrates sont des sels très solubles qui sont facilement entraînés en profondeur par les eaux d'infiltration. Pour la nappe de la craie, on estime qu'il faut quelques dizaines d'années pour qu'ils passent du sol à la nappe. Leur origine est principalement agricole, la pollution engendrée est diffuse: ils sont le résultat de:

* un excès de matières organiques végétales en décomposition sur et dans le sol après la récolte, après un déboisement.

* un épandage d'engrais azotés en quantité supérieure aux besoins des plantes cultivées: engrais chimiques (nitrates de potasse, scories, ...) et engrais organiques (fumier, lisier, boues de Stations d'Epuration...)

* Le ruissellement des eaux de pluie ou d'arrosage drainent le sol et transportent vers des cours d'eau les produits de traitement des cultures (engrais et pesticides).

* Les infiltrations d'eau de pluie ou d'arrosage, entraînent vers les nappes phréatiques les mêmes produits de traitement des cultures (engrais et pesticides).

II-2-2-Les pesticides :

Rapport-Gratuit.com

Sont des produits chimiques destinés à détruire les champignons (fongicides), les mauvaises herbes (herbicides), les nématodes (nématocides) et insectes (insecticides) qui parasitent les cultures. L'utilisation de mauvais pesticides peut avoir des effets d'intoxication.

- des substances minérales (soufre, sulfate de cuivre, arséniates de plomb et de calcium)
- des composés organo-chlorés agissant comme insecticides (DDT, lindane, aldrine, dieldrine, heptachlore...) ou herbicides (dérivés chlorés de phénoxyacides)
- des composés organophosphorés utilisés comme insecticides (parathion, malathion…)
- d'autres composés organiques ou organométalliques à groupements fonctionnels variés (dérivés de l'urée, triazines, carbamates...) employées comme herbicides, insecticides ou fongicides.

La norme fixe à 0,1 µg /litre la concentration maximale pour chaque type de pesticide identifié et à 0,5 µg par litre la concentration totale en pesticides. Cette norme est plus sévère que les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé(OMS).

II-3- Caractères des polluants :

II-3-1-. Solubilité aqueuse :

La solubilité est la quantité maximale dissoute d'un composé dans l'eau à une température donnée. Elle est influencée outre la température, par la pression, la fraction molaire de chaque composé dans le mélange de polluants et la teneur en matières organiques dissoutes. Les composés très solubles sont facilement transportés par l'eau, car ils suivent son écoulement. Ils sont souvent peu adsorbés sur les sols, et plus facilement biodégradables.

II-3-2. Tension de vapeur :

Ce paramètre sert à estimer la tendance d'un produit à se volatiliser et donc à passer dans l'atmosphère gazeuse à partir de la phase aqueuse du sol.

Les interactions entre la solubilité en milieu aqueux et la tension de vapeur conditionnent la volatilisation d'un produit donné à partir de la solution aqueuse. Par exemple, un polluant très soluble dans l'eau mais présentant une tension de vapeur élevée se volatilise rapidement. De ce fait, il atteindra rarement l'aquifère lors de la pollution.

II-3-3. Biodégradabilité :

La biodégradation des composés organiques se produit en condition aérobie ou anaérobie selon la structure moléculaire et les conditions environnementales. Le potentiel de biodégradation permet de classer les composés en trois catégories :

- les composés dégradables
- les composés persistants : ne changent pas d'état spontanément
- les composés récalcitrants.

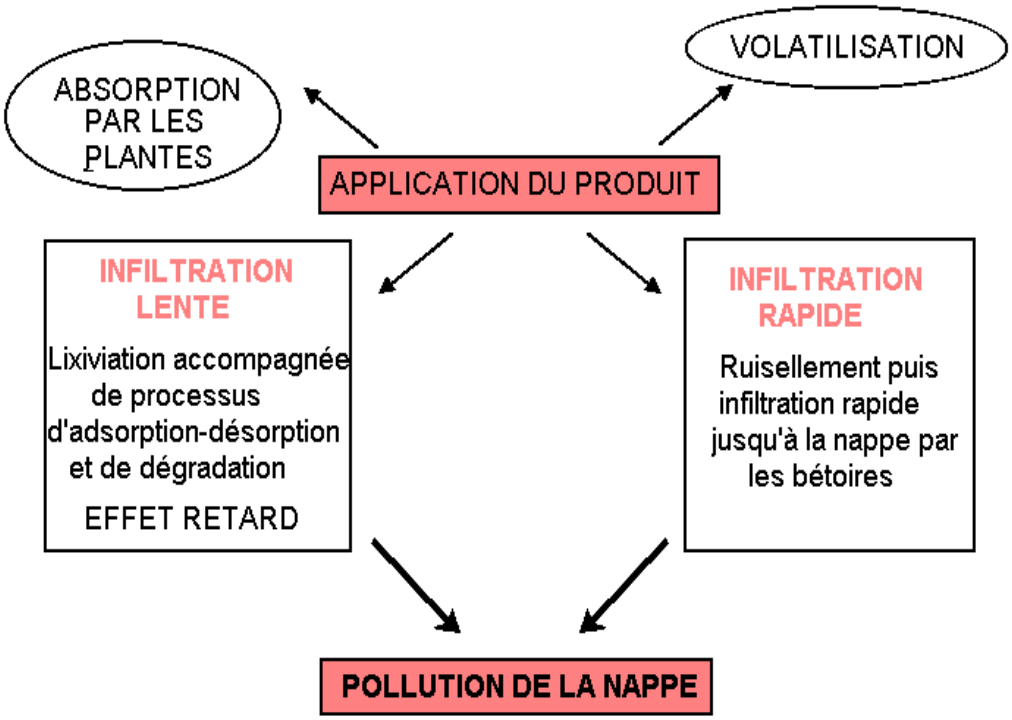


Figure N°19 : Processus de contamination de la nappe par les produits polluants (d'après REGLE, 2001)

II-4. Transfert et évolution des polluants : (Anonyme 03)

Dans le milieu souterrain, l'évolution des polluants est très lente, comparativement à ce qui se passe en surface. Le milieu souterrain intègre successivement tous les événements polluants.

Le temps de transfert d'un polluant chimique à la nappe varie de quelques jours à plusieurs années. Il dépend principalement: de:

- l'épaisseur de la zone non saturée, c'est à dire la profondeur de la surface piézométrique.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- la perméabilité du réservoir (fissuration) ou le pouvoir de filtration
- les caractères du polluant.

Les terrains à perméabilité d'interstices (sables, grès) connaissent un temps de transfert très court. Les roches à perméabilité de fissures (calcaires) connaissent un temps de transfert élevé.

II-4-1- Transfert dans le sol :

Les argiles et la matière organique peuvent aider à retenir des composés organiques dans le sol (humus). Les interactions chimiques entre les solides peuvent être très complexes. Plus la molécule est grosse, mieux elle sera adsorbée sur les argiles et la matière organique. Les composés constitués de carbone, d'hydrogène, de brome, de chlore sont hydrophobes. Ceux composés d'azote, de soufre, d'oxygène ou de phosphore sont hydrophiles. L'hydrophobicité d'une molécule favorise son accumulation dans le sol. Son caractère hydrophile favorise sa lixiviation et donc son transfert à la nappe.

Certains herbicides, comme l'atrazine, sont très fortement retenus dans les sols. Les polluants peuvent être piégés dans des structures argileuses, ou complexés avec des polymères organiques résistants à la biotransformation (lignines, composés humiques).

Le sol joue donc un rôle fondamental dans la fixation des micropolluants. Il fait également fonction de stockage et de tampon en ce qui concerne la pollution aux nitrates de la nappe.

II-4-2- Transfert dans la zone non saturée :

Les produits polluants migrent d'abord verticalement dans le milieu non saturé entre la surface du sol et la nappe, laissant dans son sillage des terrains imprégnés à une concentration proche de la saturation. Suivant sa volatilité, le polluant a tendance à plus ou moins diffuser dans la phase gazeuse du milieu non saturé. C'est notamment le cas des solvants chlorés et des hydrocarbures aromatiques.

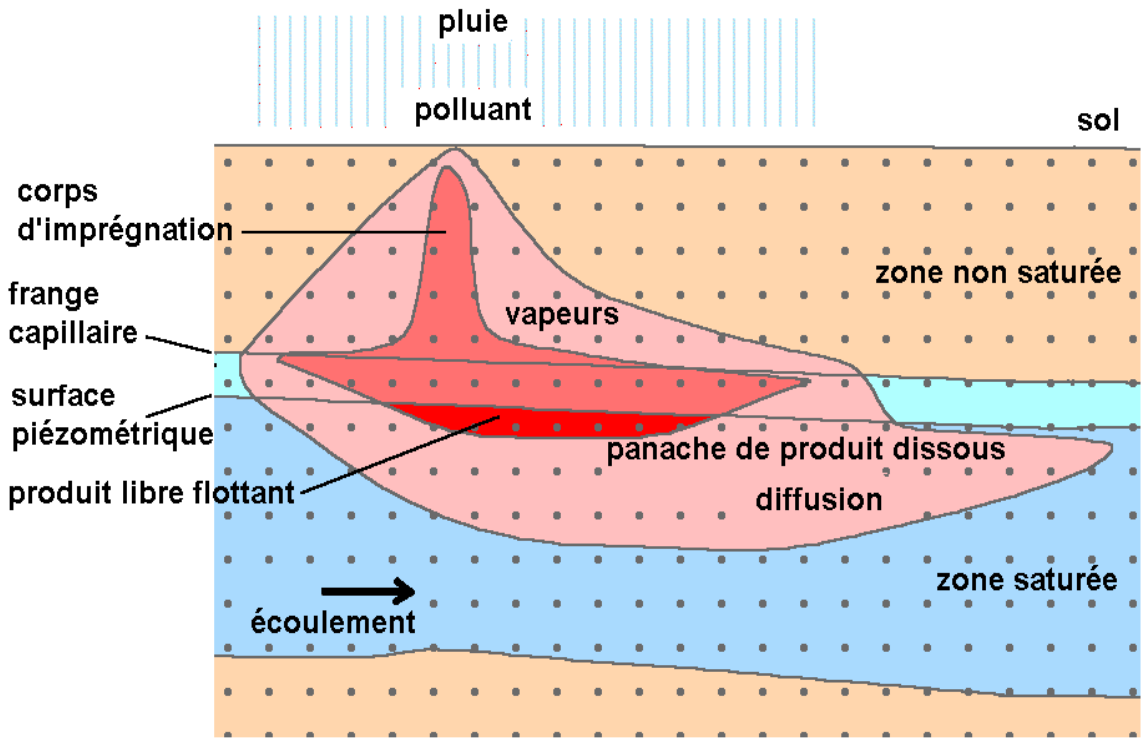
II-4-3- Evolution en milieu saturé :

Les mécanismes de transport du soluté dans l'aquifère sont complexes. Ils sont la conséquence de l'hétérogénéité du réservoir. La dispersion du soluté se fait à la verticale du foyer de contamination (zone non saturée), puis selon un étalement latéral dans le sens de l'écoulement de l'eau souterraine (zone saturée).

Dans la nappe, l'extension du panache de pollution dépend essentiellement de la direction et de la vitesse d'écoulement de l'eau, mais aussi des caractéristiques du polluant :

- la viscosité d'un polluant non miscible,
- l'adsorption et la désorption sur les particules de la matrice argilo-humique,
- l'évolution chimique du polluant.

Il faut distinguer les éléments chimiques solubles des insolubles plus légers ou plus lourds que l'eau, et les polluants bactériologiques.



.

Figure N°20 : pollution des nappes par des produits chimiques.

Les polluants solubles plus légers que l'eau restent à la surface de la nappe où ils s'étalent. C'est principalement le cas des hydrocarbures, même si quelques uns sont légèrement solubles (phénols, aromatiques). Pour circuler dans le sol et rejoindre la nappe,

Les polluants insolubles et plus denses que l'eau comme les organochlorés migrent jusqu'à la nappe sans laisser de traces derrière eux. Une fois arrivés à la nappe, ils continuent à descendre jusqu'à la base, puis migrent dans le sens du pendage. Peu ou pas biodégradables, ils polluent la nappe pour des durées très longues. Ils sont très difficiles à localiser et à éliminer.

III-LES DEFENSES CONTRE LES IMPACTS DES ACTIVITES AGRICOLES SUR LES EAUX SOUTERRAINES :(03 et 04) :

III-1- Les défenses naturelles :

III-1-1- Rôle du sol :

Les sols constituent un puissant moyen d'épuration et de recyclage des eaux. Le complexe argilo-humique confère des propriétés d'adsorption et d'échange : le sol constitue un système accumulateur de substances très diverses. L'adsorption moléculaire et la rétention des micropolluants organiques dans les sols sont plus ou moins forte et plus ou moins réversible. La nature de la molécule détermine son pouvoir de rétention, par son poids moléculaire ; par sa solubilité dans l'eau. La capacité d'adsorption ionique et la rétention des cations (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}) du sol varient essentiellement en fonction de son épaisseur, de sa teneur en argile et en matières organiques. Les anions tels que Cl^{-}, NO_3^{-}, SO_4^{2-} ne sont pas retenus et migrent par convection ou par diffusion alors que certaines molécules sont fortement retenues dans le sol, comme par exemple les phosphates.

La microfaune et la microflore du sol lui confère une importante capacité d'épuration biologique. Un gramme de sol renferme environ 10^8 à 10^9 bactéries essentiellement non pathogènes. L'azote organique protéinique et l'azote minéral sont métabolisés avec alternance de phases aérobies de minéralisation et de phases anaérobies de dénitrification. Les différentes voies de catabolisme des micropolluants organiques, via des enzymes, aboutissent à la production de déchets (dégradation totale de la matière organique), que sont le dioxyde de carbone et le méthane, ou à des métabolites secondaires (dégradation partielle) parfois plus toxiques que la molécule d'origine.

III-1- 2- Rôle du couvert végétal :

Le couvert végétal agricole ou forestier agit par ses prélèvements cycliques dans la couche occupée par les racines: stockage dans la biomasse puis restitution au sol par dégradation.Les changements d'occupation des sols peuvent rompre cet équilibre : libération importante d'azote liée à la déforestation et la mise en culture, pollution azotée par les jachères travaillées, dégradation accélérée de la matière organique par le retournement des prairies, …

III-1-3- Autoépuration biologique des eaux souterraines :

Les organismes vivants et non toxiques (Bactéries et Invertébrés) présents dans les eaux souterraines peuvent jouer un rôle essentiel dans les processus d'autoépuration des polluants des eaux souterraines.

Les Invertébrés sont capables de métaboliser et de transformer certains polluants (hydrocarbures, métaux lourds) en des composés à toxicité moindre. La bioaccumulation de polluants, c'est-à-dire l'assimilation et la concentration de substances toxiques par l'organisme, permet de stocker temporairement dans les tissus vivants des polluants et de contribuer à la restauration des milieux.

Les bactéries sont les acteurs fondamentaux de la dégradation directe ou indirecte et de l'immobilisation des polluants minéraux ou organiques, ainsi que de la remobilisation des molécules toxiques ou indésirables. Les transformations biotiques sont moins importantes dans les eaux souterraines que dans le sol en raison de la plus faible activité biologique et sont réalisées par des bactéries libres et par des bactéries fixées sur un substratum (sédiments, fraction argileuse,…). Cependant, les bactéries libres, susceptibles d'être entraînées avec l'écoulement des eaux souterraines et par conséquent avec le flux de polluant, ont un rôle important dans la transformation de ces substances indésirables. L'activité biologique de bactéries dénitrifiant se déclenche lors du passage du régime libre au régime captif d'une nappe, c'est-à-dire lorsque l'eau s'appauvrit en oxygène dissous. La teneur en nitrates de l'eau diminue sensiblement.

III-2-Les propositions des agronomes :(02), (François B, 1995)

La résolution des problèmes peut être uniquement réglementaire, de nombreux agriculteurs se sont engagés volontairement dans des pratiques plus respectueuses de l'environnement :

- limiter le lessivage en hiver avec les cultures pièges à nitrates qui sont implantées à l'automne et stockent dans leurs tissus les nitrates avant de les restituer aux cultures semées au printemps de l'année suivante.
- limiter les traitements de pesticides en fonction des dangers réels (lutte intégrée) ;
- choisir le produit plus adapté.
- limiter et fractionner les apports de fertilisants durant l'année.

- limiter les excès d'irrigation qui lessivent nitrates et pesticides.
- favoriser la prairie qui protège le sol, réduit les écoulements en hiver, réduit les lessivages de nitrates et de phosphore et ne demande pas de traitement phytosanitaire.
- valoriser les fertilisants organiques sur l'ensemble des cultures et des prairies (ils sont souvent concentrés sur le blé) ;
- développer le semis direct, technique de non labour, qui permet de maintenir voire d'accroître les rendements, tout en réduisant les coûts de production et les quantités de fertilisants et de pesticides lessivées.
- Gérer l'interculture consiste à mettre en œuvre les techniques permettant de limiter la quantité de nitrates dans le sol à reprise de drainage.
- Calculer la quantité d'eau précise dont la plante a besoin.
- Utiliser des systèmes économes en eau comme la micro-irrigation.
- Préserver l'humidité du sol en le couvrant avec de paille…ect

❖ **L'agriculture biologique :**

L'agriculture biologique n'utilise pas de produits chimiques de synthèse. C'est une agriculture basée sur l'observation, qui consiste à nourrir les êtres vivants du sol, afin de fournir aux plantes les éléments dont elles ont besoin.

L'agriculture biologique cherche à concilier l'activité agricole avec le respect de l'environnement.

Les principes, méthodes et techniques de l'agriculture biologique reposent sur la fertilisation, constituée essentiellement de fumure organique, les rotations des cultures, les associations végétales, un travail du sol qui perturbe le moins possible l'activité microbienne du sol.

La priorité n'est pas la productivité, mais la qualité du sol, des produits, et de l'environnement.

IV-L'AGRICULTURE DE SIDI SENOUCI :

IV- 1-Aperçu général sur les différents types des sols de la région :

Les travaux de Durand J.H, 1954 peuvent nous donner un aperçu sur les caractères édaphique de la région de Sidi Abdelli et Sidi Senouci :

IV-1 -1- Sol sur calcaire Jurassique :

Il s'agit généralement des sols rouges souvent profonds reposant directement sur les calcaires lithographiques. Parfois par suite de la dislocation des blocs rocheux ou de la présence des fissures, le sol s'approfondit très localement. Généralement en pente ces sols difficilement exploitables autrement qu'en céréaliculture ou qu'en terrain de parcours.

PhotoN° 01 : champ de blé dure au plateau de Sidi Senouci (prise le 25/04/2011, par TEKFI et AMMOUR, accoté de puits P11B)

IV- 1 -2- Sol sur marne :

Les marnes apparaissent sur les bordures Sud et Est de la plaine ainsi que dans le Thalweg creusé par l'Oued Sidi Senouci. Il s'agit là des sols à fortes pentes pour les quelles seules la recherche de moyen de lutte contre l'érosion peut êtreentreprise. On pense que l'olivier et l'amandier occupent localement les pentes.il faut toute fois noter le taux élevé en argile qui peut entrainer des phénomènes structuraux et limite la pénétration de l'eau à l'intérieur du sol.

IV- 1-3- Sols bruns profonds :

Ce titre sans prétention pédologique, s'applique à une large zone dont les sols ont pour caractère commun une profondeur important.

La plupart sont des sols à caractères steppiques avec parfois des taux d'argile assez élevés conduisant à structure nettement prismatiques en profondeur.

IV- 1 -4- Sols d'alluvions :

Ils occupent d'étroites bandes de terrain de part et d'autre du lit actuel des Oueds, selon leur localisation, leur nature même est assez variable, quand aux propriétés

texturales, mais ils gardent tous une profondeur assez important. Ils peuvent entre envoyés en période de crue, mais leur position leur permet de se ressuyer rapidement.

IV- 1-5- Sols rouges profonds :

Ces sols ont pour origine des colluvionnements plus ou mois anciens provenant des monts jurassiques. Il s'agit des sols dont la texture est généralement argileuse, ils sont très riches en fer et généralement non calcaires. Dans la partie Nord de la région ; des sols rouges apparaissent parfois en position de Thalweg, ils sont alors plus légers (argilo sableux ou limono sableux), ces sols appariassent comme de bons supports pour l'arboriculture fruitière.

IV- 1-6- Sols bruns sur croûtes et encroûtement :

Ces sols généralement reposent sur des encroûtements de consistance variable et peuvent se présenter sous la forme de granules, de nodules, entre ces encroûtement la partie superficielles du sol, apparaissent souvent des croûtes lamellaires de faible puissance.

Les croûtes lamellaires peuvent être facilement détruites mécaniquement ; les zones de sols profonds à croûtes sont actuelles des vignes ou des céréales.

IV- 2- L'occupation du sol :

Le tableau N°12 : les différentes cultures agricoles sur le plateau (Selon la subdivision de Sidi Abdelli).

Les types de cultures		**La superficie irriguée (Ha)**	**La superficie non irriguée (Ha)**	**La superficie Totale (Ha)**
Céréalicultures	Blé dure	–	3000	3150
	Blé tendre	–		
	Orge	–		
	Avoine	–	150	
Arboricultures	Oliviers	19	65	251
	Amandiers	17	–	
	Pruniers	54	11	
	pécher	10	60	
	Abricotiers	15	–	

Rapport-Gratuit.com

Légumineuses	petit pois	–	35	375
	pois chiche	–	220	
	Fève	–	120	
Maraîchères	Pomme de terre	32	–	32

IV- 2-1-La carte d'occupation du sol (plateau de Sidi Senouci):

La carte d'occupation du sol du plateau de Sidi Senouci a été réalisée sur la base de l'extrait de la carte topographique d'Ouled Mimoun au échèle 1/50.000, on a procédé à la localisation des différents surfaces de cultures existante dans la région à partir des différents sortie effectué sur le site et l'utilisation de google eurth

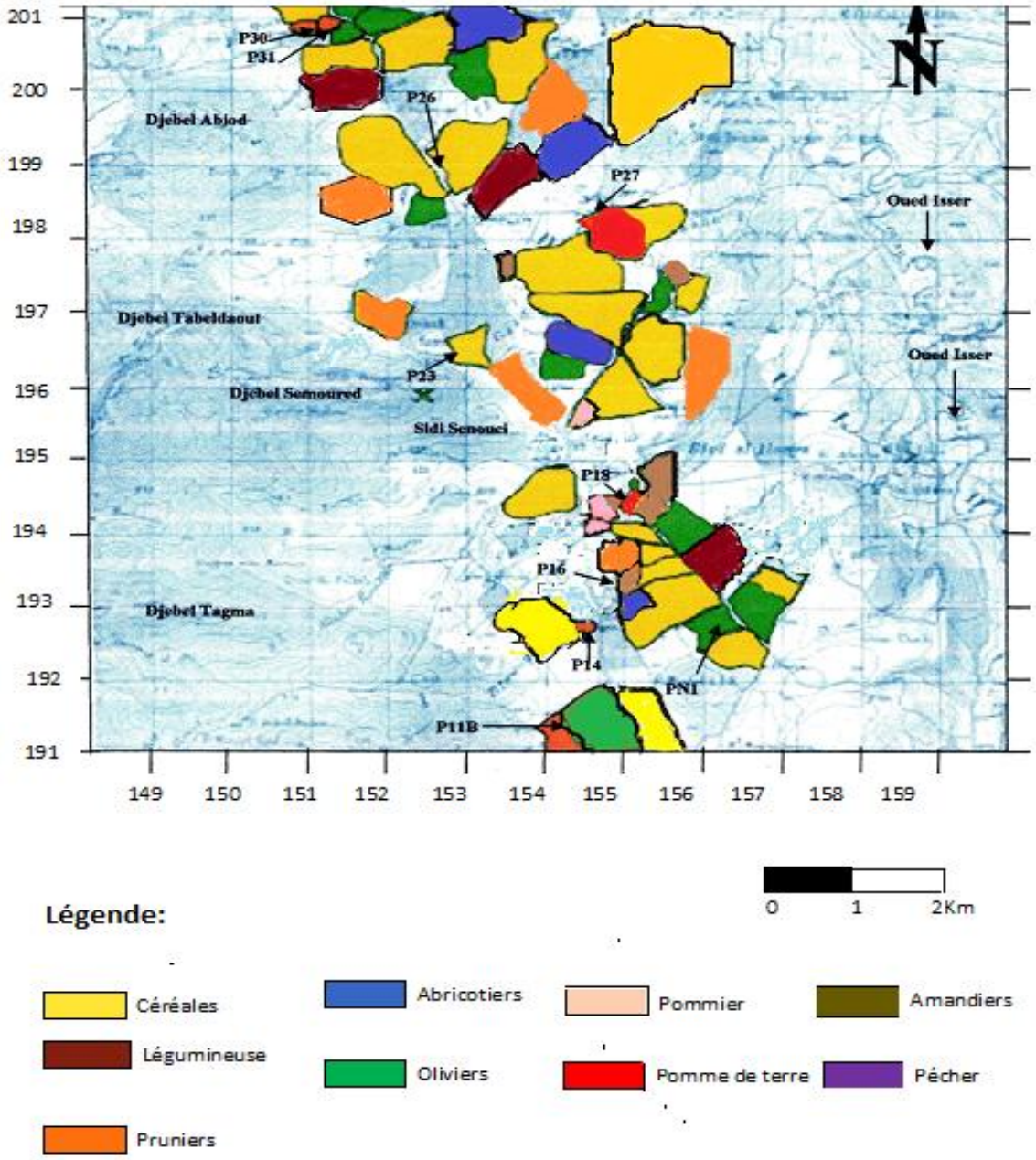


Figure N°21: la carte d'occupation des sols (Fonde de la carte, extrait de la carte topographique d'OuledMimoun (1/50000) (complétée par AMMOUR.S)

IV- 2-2-Les superficies des terres utilisées par l'agriculture dans le plateau de Sidi Senouci :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

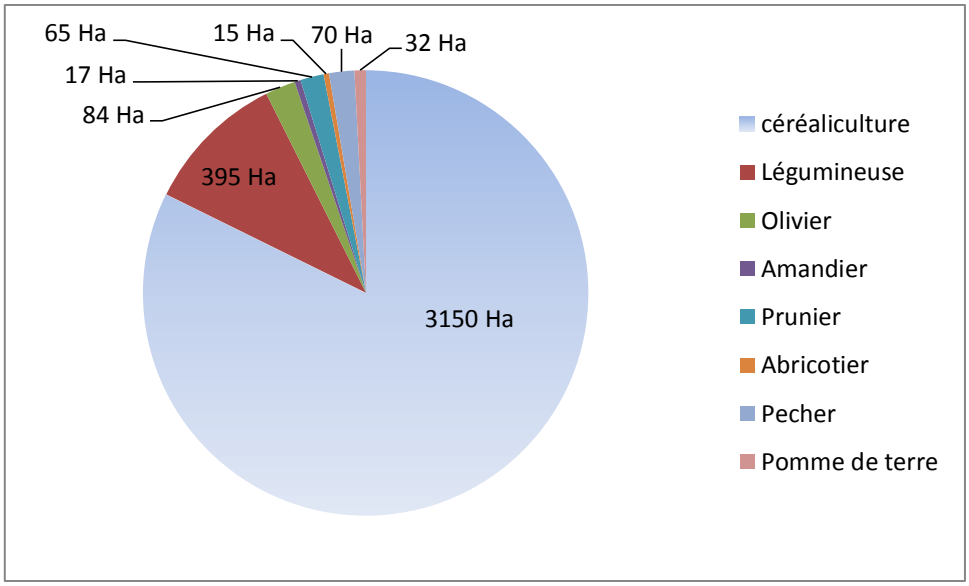


Figure N° 22: secteur présentant les superficies utilisées et des différentes cultures dans le plateau Sidi Senouci

- On remarque que les céréalicultures (blé dure, blé tende, orge) sont dominantes dans la zone d'étudie et occupent une superficie de 3150 Ha, la culture légumineuse occupe aire importante de 395 Ha principalement le pois chiche avec 220 Ha, et tous qu'est concerne et pour l'arboriculture on a les oliviers qui occupent 84Ha, les pêchers70 Ha, les pruniers 65 Ha, et la pomme de terre ne dépasse pas 32Ha.

IV- 2-3-Description de l'agriculture de Sidi Senouci :

- A la base des sorties sur terrain et nos enquêtes réalises sur la zone d'étude, on a constaté que l'irrigation se fait par 4 puits « P11B.P16.P18.P27 »
- Les agriculteurs basés sur deux types de cultures :

a) -Les cultures extensives :

- L'**agriculture extensive** est un système de production agricole qui ne maximise pas la productivité à court terme du sol. Pratiquée généralement sur de vastes étendues, elle se caractérise par des rendements à l'hectare relativement faibles.
- Elle est dominante par rapport aux cultures intensives, occupent presque 3665 Ha, utilisée pour les céréalicultures (Blé tendre, Avoine, Orge, Blédure), et arboricultures (Oliviers, Amandiers), et légumineuse (petit pois, pois chiche, Fève).

Photo N°02 : cultures de fèves (prise le 21/04/2011, par TEKFI et AMMOUR, situé au nord de Sidi Snouci)

Photo N°03 : cultures de blé dur (prise le 26/04/2011, par TEKFI et AMMOUR, situé a l'est de Sidi Senouci)

- On note que les agriculteurs utilisent des engrais chimiques(NPK) FRARIMPAX (20, 20, 20) ou (15, 10, 15),(0,20,20) et des herbicides comme (DESORMONE 2L/ha) et d'autres produits phytosanitaires comme les fongicides poudre ou liquide (CURTINEVE, ANCO)et des insecticides (TRISTARTE) pour améliorer le rendement de leurscultures.

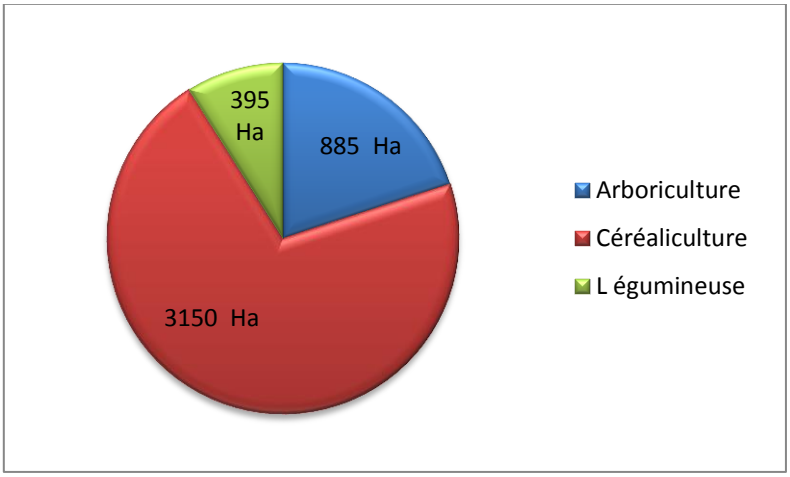


Figure N°23 : secteur présent les différentes cultures extensives.

- Le secteur présent des différentes cultures extensives, on observe que les céréalicultures occupent la majorité des terres cultivées dans ce plateau 3150 Ha, l'arboriculture avec 885Ha et en fin la culture de légumineuse occupe une superficie de 395 Ha.

b)-Les cultures intensives :

- Les cultures intensives est un système de production agricole « fondé sur l'optimisation de la production par rapport à la surface cultivée, requiert des investissements importants et une utilisation accrue d'intrants agricoles (énergie, engrais, matériel). »
- L'utilisation des puits « P11B.P16.P18.P27 » pour l'irrigation des différentes cultures (**tableau N°12**)
- la superficie irriguée totale par ces puits est147 Ha.

Photo N°04 : Arboriculture fruitière (prise le 27/04/2012, par AMMOUR et TEKFI, localisé au puits 18)

Tableau N°13 : les différentes cultures irriguées par les puits « P11B.P16.P18.P27 ».

Puits	**Les types des cultures**	**La superficie irriguée Total (Ha)**
P11B	Pomme de terre, Oliviers	147
P16	Amandiers, Abricotiers, Pruniers,	
P18	Pommiers, Amandiers,pomme de terre	
P27	Pomme de terre.	

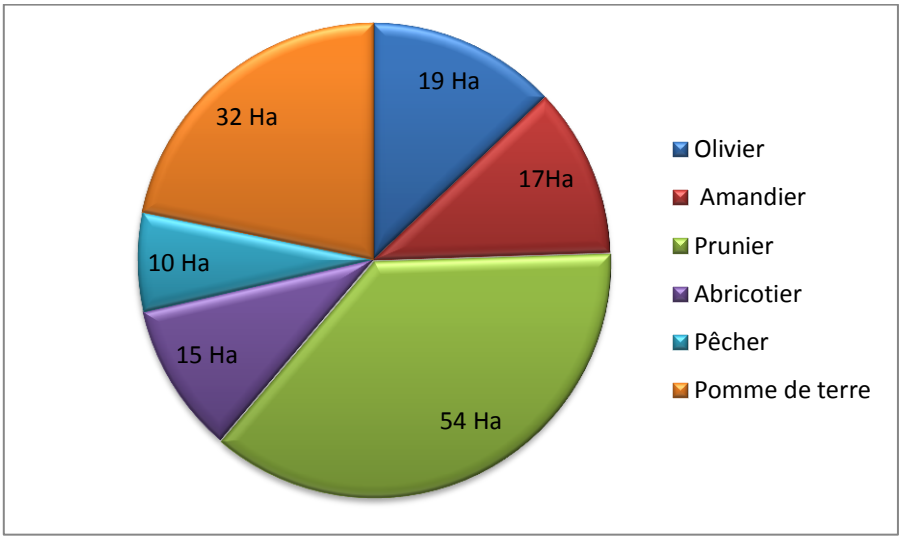


Figure N°24 : secteur présent les différentes cultures intensives.

Le secteur présente les superficies irriguées des différentes cultures par les puits « P11B.P16.P18.P27 ».

- les pruniers occupent une superficie irriguée importante dans cette région, c'est la plus dominant que l'autres 54 Ha, puis la pomme de terre occupe de 32 Ha, et les autrescultures varient entre 10 à 19 Ha.

IV- 2-4-Les systèmes d'irrigation au plateau de Sidi Senouci :

Les agriculteurs de la commune Sidi Senouci utilisent 3 systèmes d'irrigation :

Par goutte-à-goutte: ou irrigation localisée traditionnelles. Consiste à apporter l'eau sous faible pression jusqu'aux racines de chacune des plantes et à la distribuer au compte-goutte, en surface ou en souterrain, à l'aide de petits tuyaux, posés sur le sol ou enterrés. Bien menée, cette technique permet de notablement diminuer la consommation d'eau : elle n'humidifie que la portion de sol située au voisinage immédiat des racines, et elle limite les pertes par évaporation, ruissellement ou infiltration profonde.

Dans le plateau de Sidi Senouci, ce système utilisé pour l'irrigation de la pomme de terre et arboricultures (Abricotiers, pruniers, Oliviers) par les « puits p11B. p27 ».

Photo N° 05 : Pomme de terre sous irrigation localisée (puits 17, prise le 16/06/2012. Par AMMOUR et TEKFI)

- **Par gravité :** Une technique traditionnelle consiste à utiliser un canal à ciel ouvert, qui apporte l'eau par gravité à tout un réseau de canaux de plus en plus petits, lesquels permettent de la distribuer à de nombreuses rigoles d'arrosage.

Ce système utilisé pour l'irrigation des différentes cultures « pomme de terre, Oliviers, Amandiers. Pommiers » par les puits « P18, P16 ».

Photo N° 06: Pomme de terre par gravité (puits 18, prise le 16/06/2012. Par AMMOUR et TEKFI)

Par aspersion : L'irrigation par aspersion est différente dans son principe car elle n'utilise pas la gravité mais des canalisations enterrées où l'eau circule sous forte pression. Ces canalisations distribuent l'eau à des tuyaux mobiles qui alimentent des systèmes d'aspersion. Ceux-ci arrosent les parcelles, comme le feraitde pluie, en projetant l'eau sous pression au-dessus des plantations. L'eau retombe alors en une fine pluie artificielle sur les plantes. Comme le goutte à goutte, l'aspersion permet de grandement limiter la consommation d'eau. Cette forme d'irrigation est adaptée à toutes les configurations et natures de terrains, ainsi qu'à toutes les cultures,

Cette forme d'irrigation est adaptée à toutes les cultures surtout les maraichères et céréaliers et aussi la nature de terrains,

- Le puits « P27 » utilisé pour l'irrigation de la pomme de terre
- ces techniques permettent d'utiliser une eau enrichie en produits fertilisants (les engrais solubles) et les pesticides.

Photo N° 07 :L'irrigation par aspersion (puits 11B, prise le 16/06/2012. Par AMMOUR et TEKFI)

IV- 2-5-Elevage :

Selon APC ; il est existe3types d'élevages (ovins et bovins et poulet de chère).

Tableau N°14 : les types d'élevages (bovin et ovin).

Bovins (tête)	Ovins (tête)	total
4100	12300	8400

Source A.P.C

Selon de notre enquête :

- L'élevage bovin spécialisé pour la production de lait.
- L'élevage ovin destiné pour la production des viandes rouges.

V-Conclusion :

Malgré des capacités hydriques importante et des terres fertiles (rouge, noire), l'agriculture de Sidi Senouci reste toujours faible par rapport de leur ressource.

Nous pouvons confirmer un certain nombre de caractères utiles à signaler :

- L'agriculture extensive est dominante par apport à l'intensives.
- L'agriculture de Sidi Senouci basé sur la culture céréalier est occupent plus de 3000 Ha.
- La diversité d'arboriculture (olivier, amandier, prunier…), mais les systèmes d'irrigation irréguliers pour améliorer le rendement.
- Elevage des animaux (bovin, ovin) reste toujours faible par rapport la superficie agricoles 17337 Ha

Rapport-Gratuit.com

Capitre 04 hydrogeologie

I-INTRODUCTION :

LA disposition du relief ;ainsi que la position géographique de la zone comprise entre les monts des Traras au Nord et les monts de Tlemcen au Sud ont permis la naissance d'un réseau hydrographique important, Ce dernier est lié en grande partie à l'évolution des phénomène structuraux qui ont affecté la région aux cours des ères géologiques. Les divers niveaux aquifère se situent dans le jurassique et se prolongent dans le miocène. Ils peuvent passer aux alluvions pliocènes du quaternaire.

Le niveau le plus important est situé sur la base des calcaires du Kimméridgien inférieur importantes de la zone.

Le miocène marneux est en relation avec certains grés ;il existe aussi un niveau assez régulier qui donne lieu à de nombreuses sources aux faibles débits

II-LA GEOMETRIE DE L'AQUIFERE :

L'aquifère alluvial du Pléo –Quaternaire du plateau de Sidi Senouci, s'étend depuis la vallée du Oued Chouly du coté sud jusqu'à la limite de la carte Ouled Mimoun, sur une superficie d'environ 160Km^2**(Bensaoula, F) 1989**.

Dans cet aquifère, la limite avec les formations, karstiques des Djebel Tagma, Semoured, et El Abiod et là aussi perméable.

Lecontact avec les marnes Miocène est aussi jalonné par des nombreuses sources qui se déversent dans l'Oued Isser dont Ain Taslit, Ain Hadjba et Ain Atrouss ect….

III-PIEZOMETRIE :

III-1- inventaire des puits d'eau :

La région d'étude a fait l'objet d'un inventaire des points d'eau par F. Bensaoula en 1989. Depuis cette période, de nouveaux puits ont été réalisés l'objectif vise était, d'actualiser les donnés de la région d'étude et effectué un nouveau inventaire (Avril 2012).

- Deux campagnes piézométriques ont été réalisées à partir de relevés des niveaux sur les différents points d'eau (puits, sources).
- Deux cartes piézométriques ont été tracées sur la base des informations reportées aux tableaux (ANNEXE N°01 et N°02)

Photos N° 08 : Mesure de piézométrique puits 16 (prise le 29/04/2012, par TEKFI)

III-2-Interprétation des cartes piézométriques :

Les puits ne sont pas uniformément répartis à travers le plateau, né au moins dans les secteurs où cela fut possible, nous avons effectués des campagnes piézométriques. Nous avons également utilisé des données anciennes :

III-2-1-Les anciennes compagnes :

- **Campagne de septembre 1979(Bensaoula, 1992)**
  Etablie par la SETHYOR en 1979(Figure N°25) : cette campagne permet déjà de dire :
  a) Le niveau piézométrie de l'aquifère se situe à une altitude comprise entre 620 et 630m.

  La profondeur de la nappe atteint 24.67 m dans la partie sud et 2 m dans la partie Nord.

  b) L'écoulement se fait vers le Nord- Est. La nappe se déverse dans l'Oued Isser au niveau des sources tel que, Ain El Atrouss, Ain-Hadjba etc….
  c) L'alimentation latérale est visible au niveau de la limite de l'aquifère avec le Jurassique
- **Campagne de mars 1989(Bensaoula, F) :**
  La carte piézométrique établie (FigureN°26), lors de cette campagne est pratiquement bonne que celle de 1979.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

a)l'écoulement vers le Nord-Est (vers l'Oued Isser) est consterné.
b) l'alimentation latérale est toujours matérialisée particulièrement au Sud de Sidi Senouci et au Nord du Djebel Semoured dans la vallée de Chabet- El Alia.
c) la profondeur de la nappe demeure du même ordre de grandeur qu'en 1979.

- **Campagne de septembre 1989(Bensaoula, F) :**
  L'aquifère voit sa surface piézométrique en cette période s'abaisser légèrement d'une tranche entre 2.3 et 0.4m

III-2-2-Les nouvelles campagnes :

- **Campagne d'avril 2012 :**
  La carte piézométrique établie lors de cette campagne **(Figure N°27).**
  a) L'écoulement se fait vers le Nord-Est, la nappe se déverse dans l'Oued Isser au niveau des sources.
  b) l'alimentation latérale est toujours matérialisée particulièrement au Sud de Sidi Senouci et au Nord du Djebel Semoured.
  c) la profondeur de la nappe demeure du même ordre de grandeur qu'en 1989.

- **Campagne juin 2012 :**
  L'aquifére voit sa surface piézométrique en cette période s'abaisser d'une tranche entre 0,58m et 12.73m enregistre en P17 (**Figure N°28).**

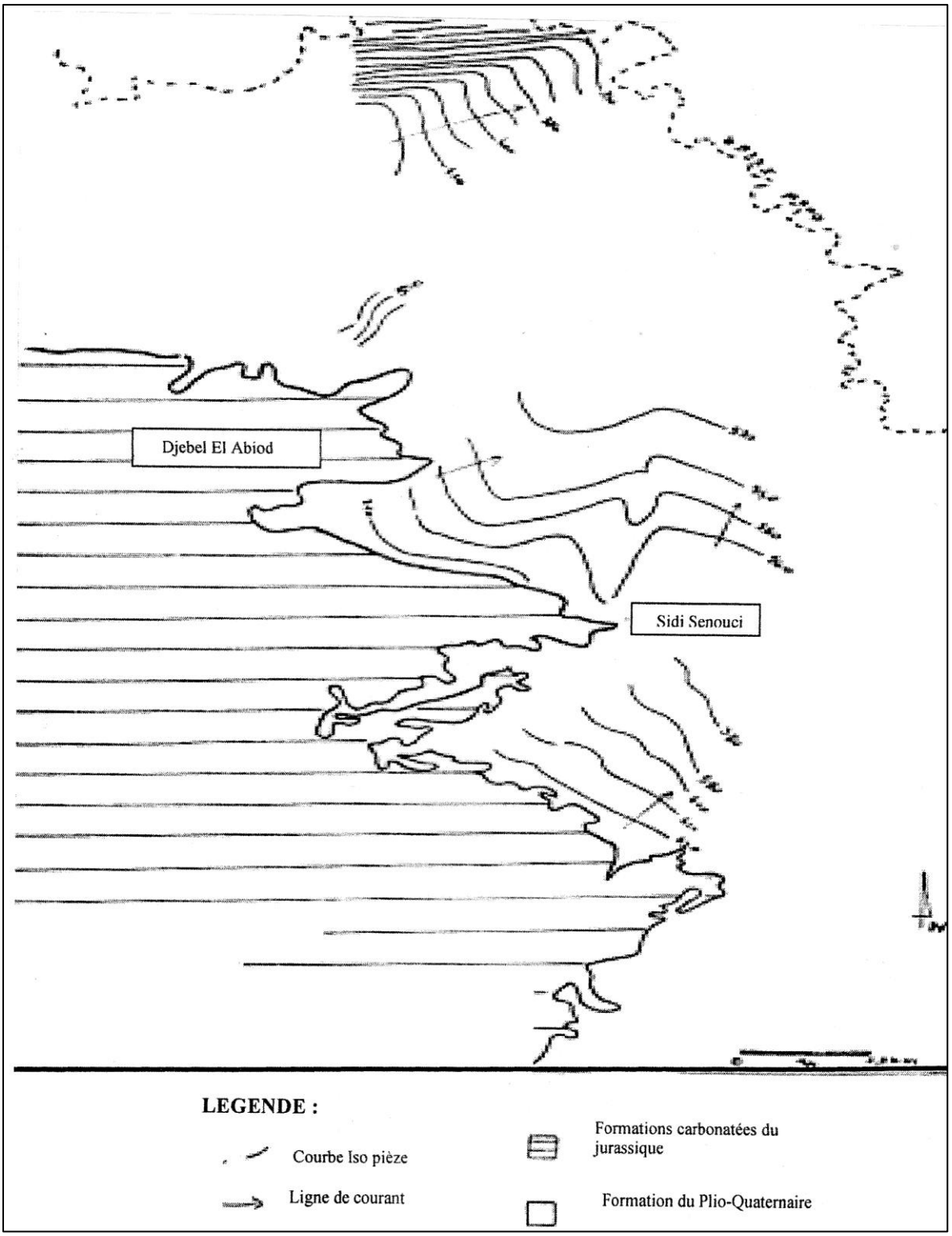


Figure N°25 : Carte piézométrique du plateau de Sidi Senouci (campagne septembre 1979) (F. Bensaoula ,1992)

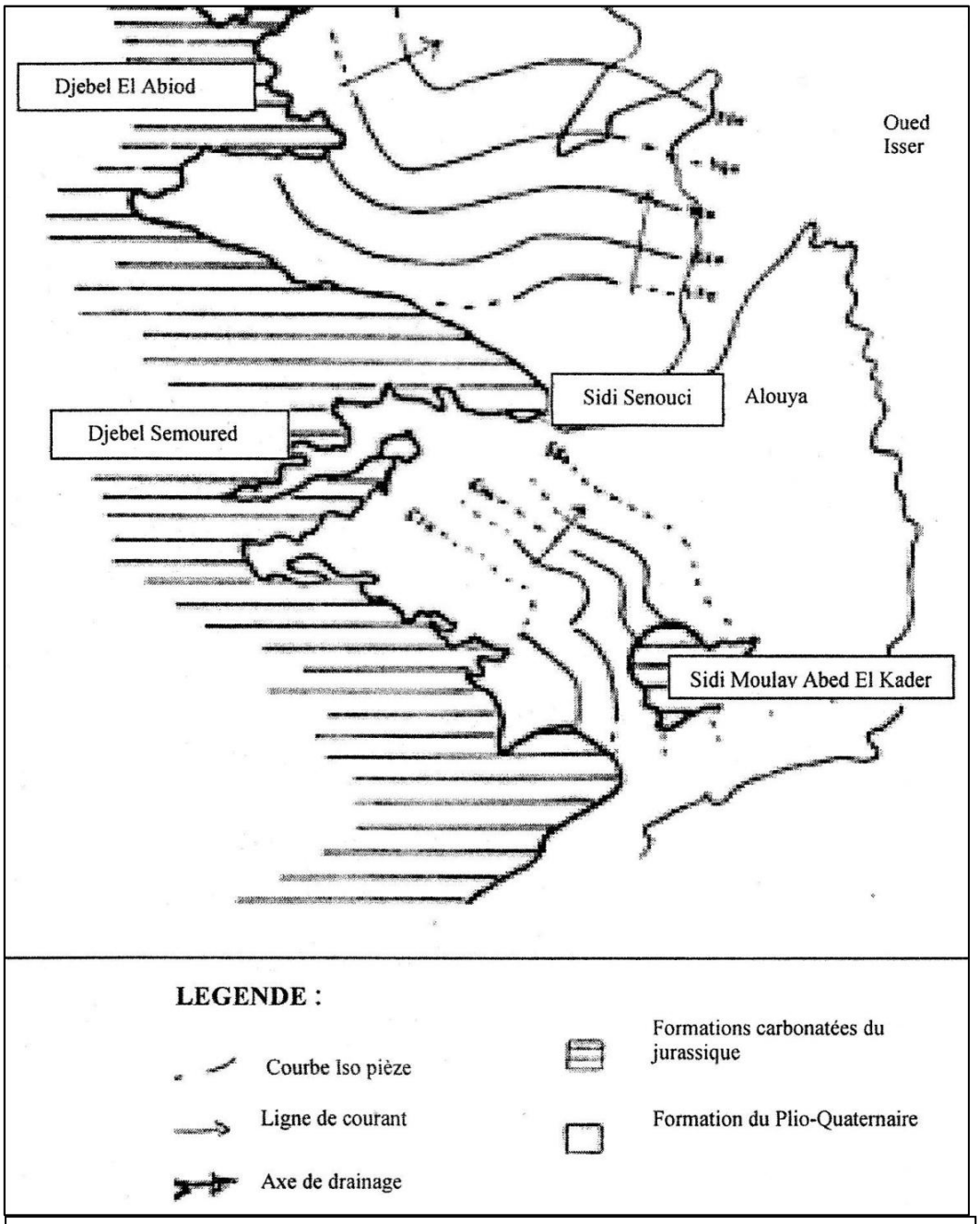
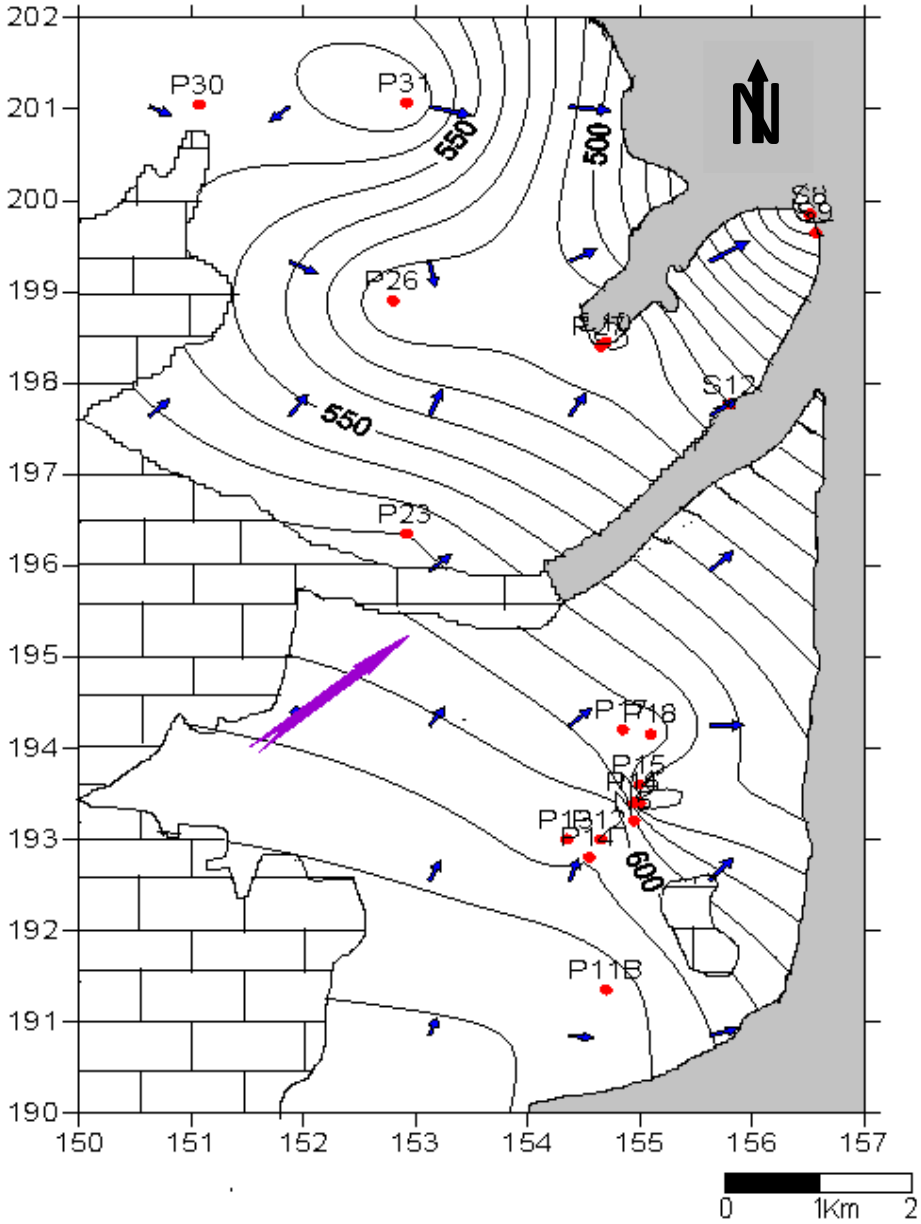


Figure N°26 : Carte piézométrique du plateau de Sidi Senouci (campagne mars 1989) (F. Bensaoula ,1992)



Légende:

- Axe de drainage
- Puits et Sources
- ligne de courant
- Courbe Iso piéze
- Formations cabonatées du jurassique
- Formation du pléo Quaternaire
- Marnes de Miocéne

Figure N°27 : Carte piézométrique du plateau de Sidi SenouCi (campagne avril 2012)

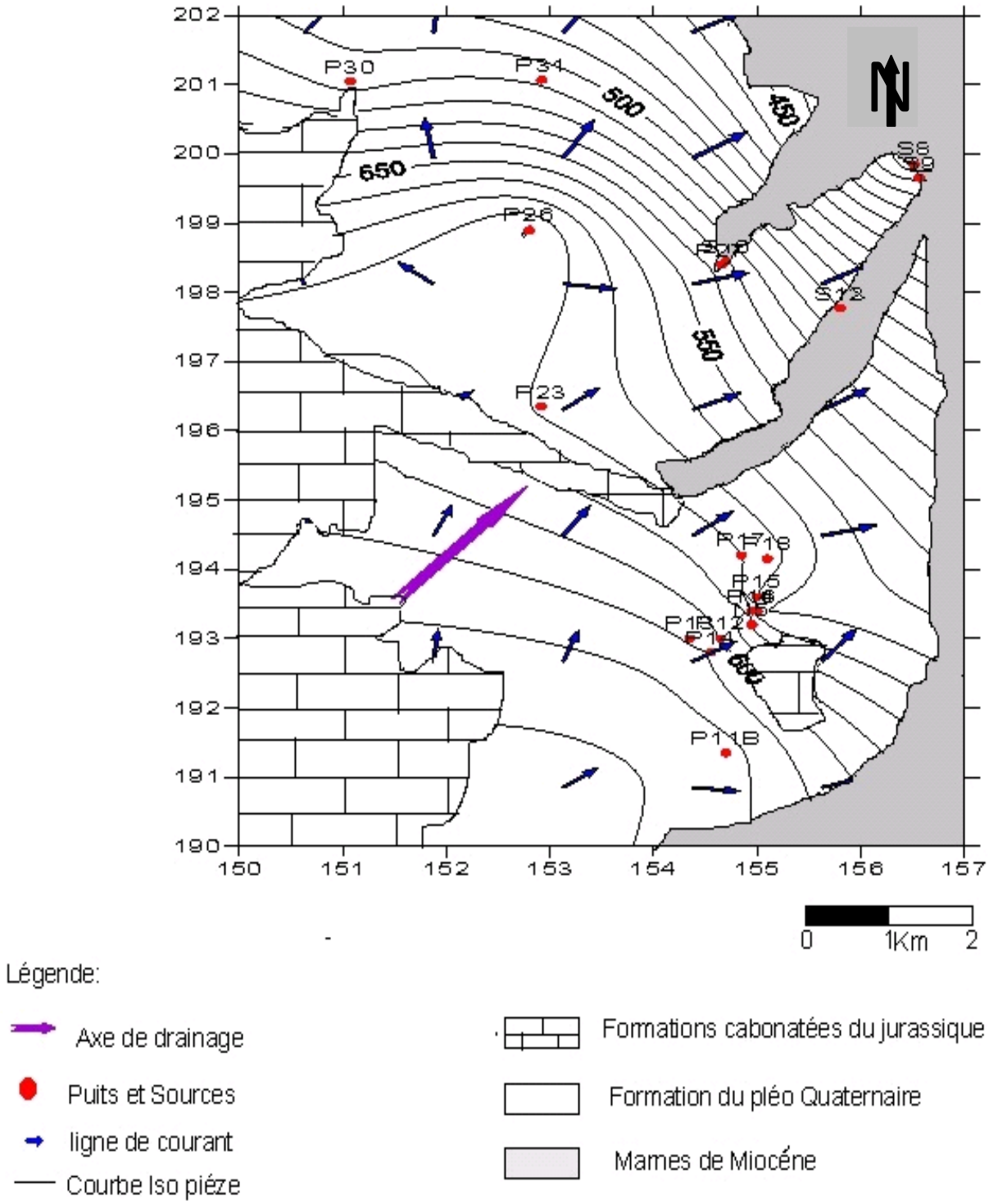


Figure N° 28: Carte piézométrique du plateau de Sidi SenouCi (campagne juin 2012)

VI-Conclusion :

D’après les campagnes anciennes de 1979 et 1989 (F. Bensaoula 1992), les compagnes nouvelles de 2012 et les cartes piézométrique de ces campagnes, on remarque que le niveau de l‘eau est abaissé mais le sens d’écoulement reste toujour vers le Nord-Est (vers l’Oued Isser) et l’alimentation latérale de la nappe est toujours matérialisée au Sud de Sidi Senouci et au Nord du Djebel Semoured.

Capiitre 04 les analyse des eau et interpritation :

L'agriculture est responsable depuis quelques années d'une dégradation de la qualité des eaux, Les responsables potentiels des pollutions diffues sont nombreux à l'échelle du bassin versant d'un cours d'eau ou de la zone d'alimentation d'un puits ou d'un forage même si parfois la pollution n'est générée que par l'activité de certains agriculteurs. Les pollutions dépendent des facteurs de production (type de culture, densité de chargement animal, nature des sols…) mais aussi des façons de faire de chacun appelées « pratiques agricoles »

I-INTRODUCTION :

La composition des eaux souterraines dépend généralement des terrains traversés, principalement des différentes couches géologiques traversées ainsi que la charge physico-chimique et biologique des eaux d'infiltrations.

Les analyses permettent aussi de déterminer la concentration de certaines substances qui peuvent rendre ces eaux suspectes voir même parfois dangereuses.

A cet effet 19 échantillons ont été analysés pris dans différents points d'eau (puits et sources) captant tous la nappe de Sidi Senouci

Ce travail a été réalisé par deux campagnes (avril et juin) en trois étapes :

- Sur le terrain : prospection, mesure et échantillonnages.
- Au laboratoire : mesures et analyses.
- Au bureau : rédaction et interprétation des résultats.

II-MATERIELS ET METHODES D'ANALYSES :

II-1-Echantillonnage et modes de prélèvements :

Les échantillons sont pris dans des flacons en plastic de 1,5 litre bien nettoyés s'ils sont destinés à une analyse physicochimique.

La date, l'heure de prélèvement, la température de l'eau et l'air relevés sur place.

II-2- Mesure du potentiel d'hydrogène, Ph :

Cette mesure est réalisée grâce à un pH-mètre électronique. Son électrode est d'abord étalonnée par une solution à pH=4 puis par une solution à pH=7.

On met 50mL d'échantillon d'eau dans le bécher, on y plonge l'électrode.

La valeur du pH est enregistrée par le pH-mètre après quelques secondes.

II-3-Mesure de la température :

La mesure est effectuée sur le terrain. On utilise le thermomètre gradué au 1/10 de degré. La lecture se fait après une immersion de 10 minutes.

II-4-Mesure de la conductivité :

❖ **Mode opératoire**

D'une façon générale, on opère avec verrerie rigoureusement propre, et rincée avant usage avec de l'eau distillée.

- On ajuste l'appareil à zéro
- On ajuste la température de l'eau sur l'appareil
- On rince plusieurs fois l'électrode de platine ; d'abord avec de l'eau distillée,

  Puis on le prolongeant dans le bécher contenant de l'eau à analyser, en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée ;
- Laisser stabiliser un moment puis noter la conductivité ;
- On rince abondamment l'électrode avec de l'eau distillée après la mesure.

II-5-Dosage de la dureté totale TH : par titrimétrique à l'EDTA :

❖ **Réactifs utilisés**

- Solution de l'EDTA 0,02N
- Solution étalon de calcium à 0,4g/L
- Solution tampon pH=10

❖ **Mode opératoire**

Dans un erlenmeyer de 250 ml : on prélève 10ml d'eau à analyser on chauffe avec un bain Marie à une température environ 60°C puis on ajoute 0,5ml de solution tampon (pH=10) et 3 gouttes d'indicateur coloré N.E.T, on verse la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu vert.

❖ **Expression des résultats**

$$\mathbf{TH = (N\ EDTA * V\ EDTA) * 1000 / V_0}$$
$$\mathbf{TH = (N\ EDTA * V\ EDTA) * 1000 / V_0 * 5\ (°F)}$$

TH: c'est le titre hydrométrique exprimé en meq/L

Avec 1 meq/L = 5°F (degré Français)

II-6-dosage du calcium :

❖ **Principe**

Rapport-Gratuit.com

Le principe est identique à celui de la méthode titrimétrie décrite pour la dureté totale, on utilise l'EDTA comme complexant.

Auparavant, on précipite le magnésium sous forme de $Mg(OH)_2$ vers pH=12, par addition d'une solution de soude NaOH 1N

L'indicateur utilise qui est sensible aux seuls ions Ca^{2+}, est le muréxide qui répond à cette condition.

❖ **Réactifs utilisés**

Solution EDTA 0,02N
Solution de NaOH 1N
Muréxide

❖ **Mode opératoire**

Dans un erlenmeyer de 250ml, on mélange 10ml de l'eau à analyser, 0,4ml de NaOH, et une pincée de muréxide.

Ensuite on ajoute goutte à goutte la solution d'EDTA, jusqu'au virage du rose au pourpre.

❖ **Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 10ml

T en Ca^{2+} = (N EDTA*V EDTA) * 1000 /V_0*20(mg/L)

II-7- Dosage des chlorures : méthode de Mohr

❖ **Principe**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium la fin de réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique de chromate d'argent.

❖ **Réactifs utilisés**

Solution de chromate de potassium à 10%
Solution de nitrate d'argent à 0,1N

❖ **Mode opératoire**

Dans un erlenmeyer de 250ml : on prélève 10ml d'eau à analyser on ajoute(3) gouttes de chromate de potassium à 10% puis on titre avec le nitrate d'argent ($AgNO_3$ 0,1N) jusqu' à virage rouge brique.

❖ **Expression de résultats**

Pour une prise d'essai de 10ml

T en CL^- = (N $AgNO_3$ * V $AgNO_3$) 1000 / V_0 * 35,45(mg/L)

II-8- Dosage des ions hydrogénocarbonates :

❖ **Réactifs utilisés :**

- Solution de vert de bromocrésol

- Solution d'acide chlorhydrique (0.1M)

❖ **Mode opératoire :**

On mit 25 ml d'eau à analyser dans un bécher et on ajoute 3 gouttes de bromocrésol et on mélange bien, puis on titre par l'acide chlorhydrique jusqu'au virage de la couleur verte vers la couleur bleu

❖ **Expression des résultats**

$C_{HCO3} = 0.1 * V_a$/Volume d'eau à analyser

V_a : Volume d'HCl

II-9- Détermination des paramètres de pollution:

II-9-1-Dosage d'ion nitrate par spectrophotomètre UV visible :

➢ Réactifs utilisés

Réactif 1

-Solution de salicylate de sodium à 0.5 %

- Acide sulfurique concentré
- Hydroxyde de sodium 400g
- tartrate double de sodium potassium 60g
- H_2O distillée q.s.p 1000 ml

Mode opératoire :

Introduire 10ml d'eau dans une capsule de 60ml (pour des teneuses en nitrate supérieure à 10 mg/l, opérer une dilution)

Alcaliniser faiblement avec la solution de NAOH. Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage .préparer de même façon un témoin avec 10ml d'eau bi distillée. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'ondede400 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage

II-10-Dosage de l'ion d'ammonium (Méthode Russe experts FAO):

➢ **Réactifs utilisés :**

- Solution alcoolique de phénolphtaléine ……....0.2%
- Solution d'Hydroxyde de sodium(NaOH) …… …0.1N
- Formol en solution de ……..10%

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- H_2O distillée ……...……q.s.p 1000 ml

➢ **Mode opératoire :**

- Prendre 10 ml d'H_2O à analyser dans un erlenmeyer, ajouter dans 25 ml de formol à 10%, plus 5 gouttes de phénolphtaléine.
- Neutraliser avec KOH 0.1N jusqu'à l'obtention d'une coloration rose claire.

➢ **Expression des résultats :**

Calcul du pourcentage des ammonitrates :

$$x\% = \frac{\mathbf{A\ ml * 0.008 * 100}}{\mathbf{v}}$$

A ml = volume de KOH 0.1 N versé.

0.008 = coefficient d'ammonitrates.

100 = pour calcul du pourcentage.

v = volume d'eau à analyser.

III-CAMPAGNE AVRIL :

Bien avait tous un travail était à réaliser la préparation de la sortie sur terrain, était nécessaire dont la collecte des données et information sur la zone d'étude est entamé la préparation du matériels de terrain, carte, etc.

L'échantillonnage et la campagne piézométrique était effectué durant la période du 20 au 30 avril 2012.
Les analyses ont été réalisées au laboratoire régional de médecine vétérinaire de Tlemcen.
Elles ont porté sur :
Le dosage des ions majeurs : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, HCO^-_3, NH_3, NO^-_3, titre hydrométrique TH.

- Le pH
- La conductivité électrique.
- La minéralisation.

III -1- Paramètres physico-chimiques:

III-1-1- Résultats et interprétations physicochimiques :

III-1-1-1 : Le pH

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau ; les directives du conseil des communautés européennes précisent que l'eau ne doit pas être agressive et indique comme niveau guide : 6,5 < pH < 8,5 avec une valeur maximale admissible de 9,5. La réglementation précise que le pH doit être

inférieur ou égal à 9, alors que la norme algériennes de potabilité des eaux (NA 6263), fixent un pH compris entre 6.5 et 9.5

Les résultats de PH en Annexe N°5

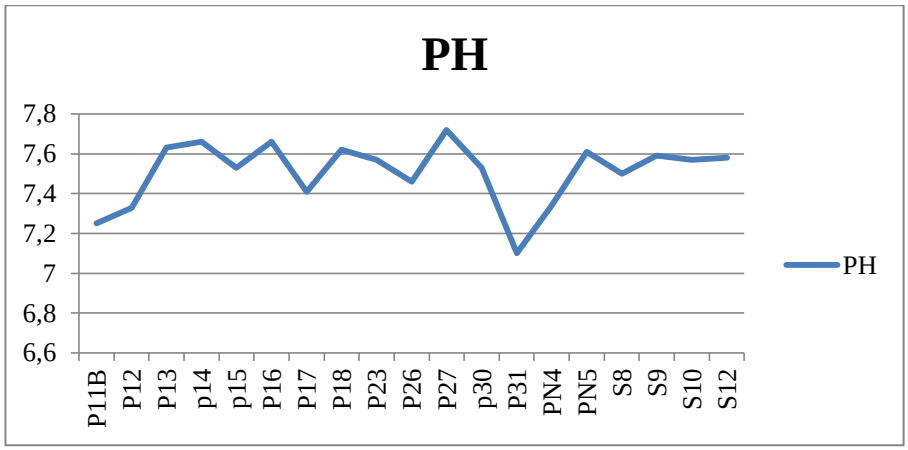


Figure N°29 :Courbe présente Le PH des analyses des eaux d'avril

On note un maximum enregistré pour le puitsP27avec 7,72 et le minimum est de l'ordre 7,10 enregistré pour le puits P31.Les résultats de notre analyse concernant la région de Sidi Senouci sont dans les normes.

III-1-1-2 : La température :

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 des différents échantillons d'eaux analysés s'avère plus ou moins stable, elle est de 19C° et 21.5C°.
La température de l'air est comprise entre 17.5C° et 23C°

Tableau N°15: Classification des eaux selon la température (DENHOVE, 1990)

Température (°C)	Types d'eau
T < 20	Minéral, Source (hypothermale)
20 < T < 30	Mésothermale
30 < T < 50	Thermale
T > 50	Hyperthermale

❖ On a constaté que le type d'eau est Mésothermale pour les points d'eaux « P17, P18, P30, S8, S12 », le reste des valeurs de la température des eaux est comprise entre19C°et 20C°, ceci implique un type d'eau hypothermale.

III-1-1-3 : La conductivité : La conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm est appelée conductivité de cette eau (RODIER, 1996).

Elle est en relation avec la température et se mesure en Siemens par mètre(S/m) ou micro Siemens par centimètre (µS /cm).

La mesure de la conductivité permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau

(La minéralisation). Les directives du conseil des communautés européennes indiquent un niveau guide de 2000 µS/cm. La réglementation française indique une valeur maximale de 1500 µS/cm et une valeur minimale de 400 µS/cm alors que la réglementation Algérienne indique une valeur limite de 2880 µS/cm.

Les valeurs sont de 898 µS/cm à 2250 µS/cm dans les points d'eaux «P11B, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P26, P30, S8, S9, S10, S12 »donc sont dans les normes.

Tableau N° 16: relation entre la minéralisation et la conductivité (Rodier, 1996)

Conductivité en (µS/cm)	Minéralisation (mg/l)
Conductivité < 100	Très faible
100 < Conductivité <200	Faible
200< Conductivité <333	Moyenne
333< Conductivité <666	Moyenne
666< Conductivité<1000	Importante
Conductivité >1000	Elevée

On constate que les valeurs de la **c**onductivité des eaux de notre région d'étude supérieur à 1000 µS/cm ceci implique une minéralisation élevée en fonction de la géologie des terrains traversés, par contre les points d'eaux « p18, S10 » ont des teneurs égale à 968 (µS /cm) et 898(µS /cm) ceci implique une minéralisation importante.

III-1-1-4 : La minéralisation globale :

La minéralisation des eaux souterraines dépend généralement des terrains traversés, principalement des différentes couches géologiques traversées ainsi que la charge physico-chimique et biologique des eaux d'infiltrations.

. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Les concentrations en résidus secs sont faibles lorsqu'il s'agit de roches granitiques, de sables siliceux et plus élevées dans le cas de roches sédimentaires (RODIER, 2009).

Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sodium, en calcium, en magnésium, en chlorures, en sulfates et en hydrogénocarbonates, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant ; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (RODIER, 2009).

La minéralisation a été calculée à partir de la conductivité.

Tableau N° 17: le calcul de la minéralisation à partir de la conductivité (Rodier.1996).

Conductivité en (µS/cm)	**Minéralisation (mg/l)**
Conductivité <0	1.365079 ×conductivité à 20C°
50< conductivité <166	0.947658 ×conductivités à 20C°
166< conductivité <333	0.769574 ×conductivité à 20C°
333< conductivité <833	0.715920 ×conductivité à 20C°
833< conductivité <1000	0.758544 ×conductivité à 20C°
Conductivité >1000	0.85432 ×conductivité à 20C°

Tableau N°18 : Les résultats de minéralisation

Points d'eau	**Conductivité (µS/cm)**	**Minéralisation (mg/l)**
P11B	2250	1922.22
P12	3100	2648.92
P13	1219	1041.41
P14	1230	1050.81
P15	1718	1467.72
P16	1033	882.51
P17	1384	1182.37
P18	968	734.27

P23	5950	5083.20
P26	1446	1235.34
P27	2300	1964.93
P30	1301	1111.47
P31	2930	2503.15
N4	5420	4630.41
N5	2760	2357.92
S8	1073	916.68
S9	1641	1401.93
S10	898	681.17
S12	1182	1009.80

Les résultats de la conductivité et la minéralisation en tableau **N°17**

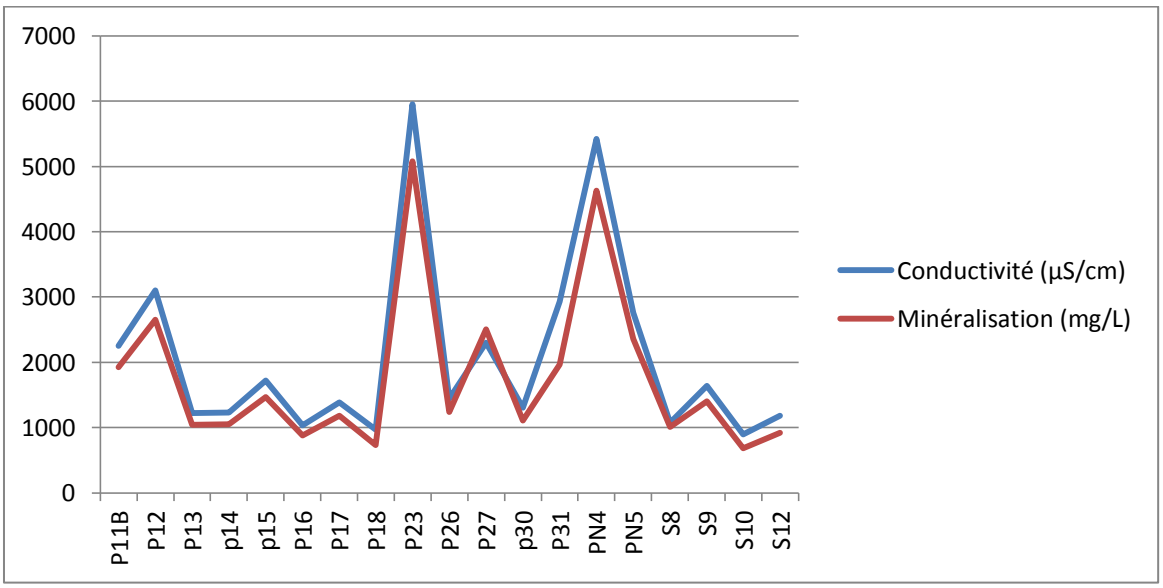


Figure N°30 :Courbes présentent la conductivité et la minéralisation des analysesdes eaux d'avril

- Schoeller classe les eaux suivant le **tableau N° 18Tableau**

N° 19 : la potabilité en fonction des résidus secs (RODIER, 2009)

Résidu sec (mg/L)	Potabilité
RS<500	Bonne
500<RS<1000	Passable
1000<RS<2000	médiocre
2000<RS<4000	Mauvaise
4000<RS<8000	Momentanée

Selon les résultats du **tableau N° 18**, on remarque que la potabilité est passable dans les points d'eaux « p18, S10 », par contre dans le point d'eau « P23 »est Momentanée, tandis que la potabilité est Mauvaise dans « p11B, p12, p27, p31 », et le reste ont une potabilité médiocre.

III-1-1-5 : La qualité des eaux :

A- Normes de potabilité :

Les normes définies par la réglementation Algérienne en 1992.

❖ Le tableau N° 19 montre la potabilité des points d'eaux (les résultats des analyses physico-chimiques en Annexe 04) par rapport au Norme de potabilité Algérienne :

Tableau N° 20: potabilité des points d'eau

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration maximal admissible	La potabilité	
				Eau potable	Eau non potable
pH	**/**	**6,5 à 8,5**		P11B, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P23, P26, P27, P30, P31, PN4, PN5, S8, S9, S10, S12.	-
Conductivité	**µS / cm à 20°C**	**-**	**2280**	P11B, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P26, P27, P30, P31, PN5, S8, S9, S10, S12.	P12, PN4, P23.
Calcium (Ca^{2+})	**mg/l**	**75**	**200**	P11B, P12, P14, P16, P17, P26, P31, PN4, S8, S9, S10, S12.	P13, P15, P18, P23, P27, PN5, P31, P30.
Magnésium (Mg^{2+})	**mg/l**	**-**	**150**	P11B, P12, P13, P14, P15, P16, P18, P23, P26, P27, P30, PN4, PN5, S8, S9, S10, S12.	P17, P31.
Chlorure (Cl^-)	**mg/l**	**200**	**500**	P11B, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P23, P26, P27, P30, PN4, PN5, S8, S9, S10, S12.	P31.
Nitrate (NO^-_3)	**mg/l**	**-**	**50**	P11B ,P12,P13,P14,P15,P16,P17,P18,P23, P26,P27,P30, P31,PN4,PN5,S8,S9,S10,S12.	-
Ammonium	**mg/l**	**0,05**	**0,5**	P12, S10, P18, P26, P30, P15	P11B, P13, P14, P16, P17, P23, P27, P31, PN4, PN5, S8, S9, S12.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que ces eaux présentent une conductivité moyenne ceci est dû à la minéralisation assez forte, avec une teneur élevée en Ammonium et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Aussi la teneur de Calcium est peu élevé dans les points d'eaux « P13.P15.P18.P23.P27.N5. P31.P3 »ceci est dû aux formations calcaires proches de ces puits, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

III-1-1-6 : La dureté totale (titre hydrométrique TH) :

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, de chlorures et de sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser (MARCEL, 1986).Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH) (WHO, 1994). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F).

Le TH peut subdiviser en TCa^{2+} (titre calcique) et TMg^{2+} (titre magnésien) :

TCa^{2+} + TMg^{2+} =TH (BERNE et CORDONNIER, 1991). En fonction de leur dureté totale,

(1 F° ⟶ 5 meq/L)

Les points des eaux étudiées peuvent être classés suivant les indicateurs du tableau N° :

Tableau N° 21 : Classification de l'eau selon la dureté totale (BERNE et CORDONNIER, (1991)

TH en degrés français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à plus	Eau très dure

Les résultats de la dureté Totale en tableau N°21

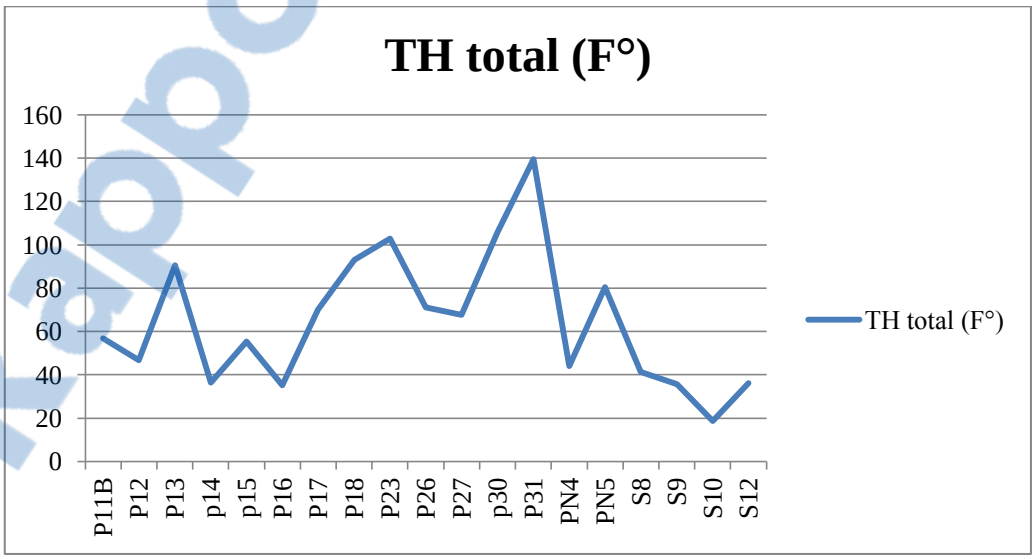


Figure N°31 :Courbe présent la dureté totale des analyses des eaux d'avril

La TH des eaux de la nappe de la région de Sidi Senouci compris entre 18,6°F et 46,8F° dans les points d'eaux « P16, P14, P12, N4, S8, S9, S12, S10 »,ces valeurs est acceptable par

Rapport-Gratuit.com

rapport aux normes Algériennes qui préconise que la dureté totale de l'eau doit être de10°F < TH > 50°F Les valeurs compris entre 55,4F°et 139,6F° dans les points d'eaux « P11B, P13, P15, P17, P18, P23, P26, P27, N5, P31, P30» n'est pas acceptable par rapport aux normes Algériennes.

Ces valeurs élevées de la dureté est la conséquence des eaux provenant de terrains calcaires et surtout de terrains gypseux peuvent avoir des duretés susceptibles d'atteindre 1g/L de $CaCo_3$.

Par contre, les eaux provenance de terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront des duretés très faibles.

L'eau de la nappe de la région de Sidi Senouci présente une eau très dure.

Tableau N° 22: classification des eaux étudiées d'après leurs duretés totales :

N° des puits	Dureté total TH (en F°)	
P11B	56.8	Eau impropre aux usages domestiques
P12	46.8	Eau impropre aux usages domestiques
P13	90.6	Eau impropre aux usages domestiques
P14	36.5	Eau potable
P15	55.4	Eau impropre aux usages domestiques
P16	35.2	Eau potable
P17	70.2	Eau impropre aux usages domestiques
P18	93	Eau impropre aux usages domestiques
P23	103	Eau impropre aux usages domestiques
P26	71.2	Eau impropre aux usages domestiques
P27	67.6	Eau impropre aux usages domestiques
P30	105.6	Eau impropre aux usages domestiques
P31	139.6	Eau impropre aux usages domestiques
PN4	44	Eau impropre aux usages domestiques
PN5	80.6	Eau impropre aux usages domestiques
S8	41.4	Eau impropre aux usages domestiques
S9	35.6	Eau potable
S10	18.6	Eau potable
S12	36.2	Eau potable

III-2 : Les interprétations des cartes d'isoteneur :

L'étude des différentes cartes d'isoteneur permet de donné les indications sur l'origine des ions contenus dans les eaux souterraines

III-2-1 : Carte d'isoteneur en calcium :

Les teneurs en Ca^{2+} sont comprises entre 76 et 520mg/L dans nos eaux

La carte permet de distingue (Figure N° 29) :

Une augmentation de Ca^{2+} en allant vers l'est du plateau de Sidi Senouci par exemple le puits P31 donne une valeur maximale de 520mg/L ; il est près des formations jurassiques mais en allant de l'est vers l'ouest (vers l'Oued Isser) on constate une diminution de la valeur de Ca^{2+} ; par exemple la très faible teneur se trouve à la source S10 avec une valeur de 76 mg/L.

Les teneurs en ca^{2+} sont issues des formations du Plio-Quaternaire conglomérat à ciments calcaires.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

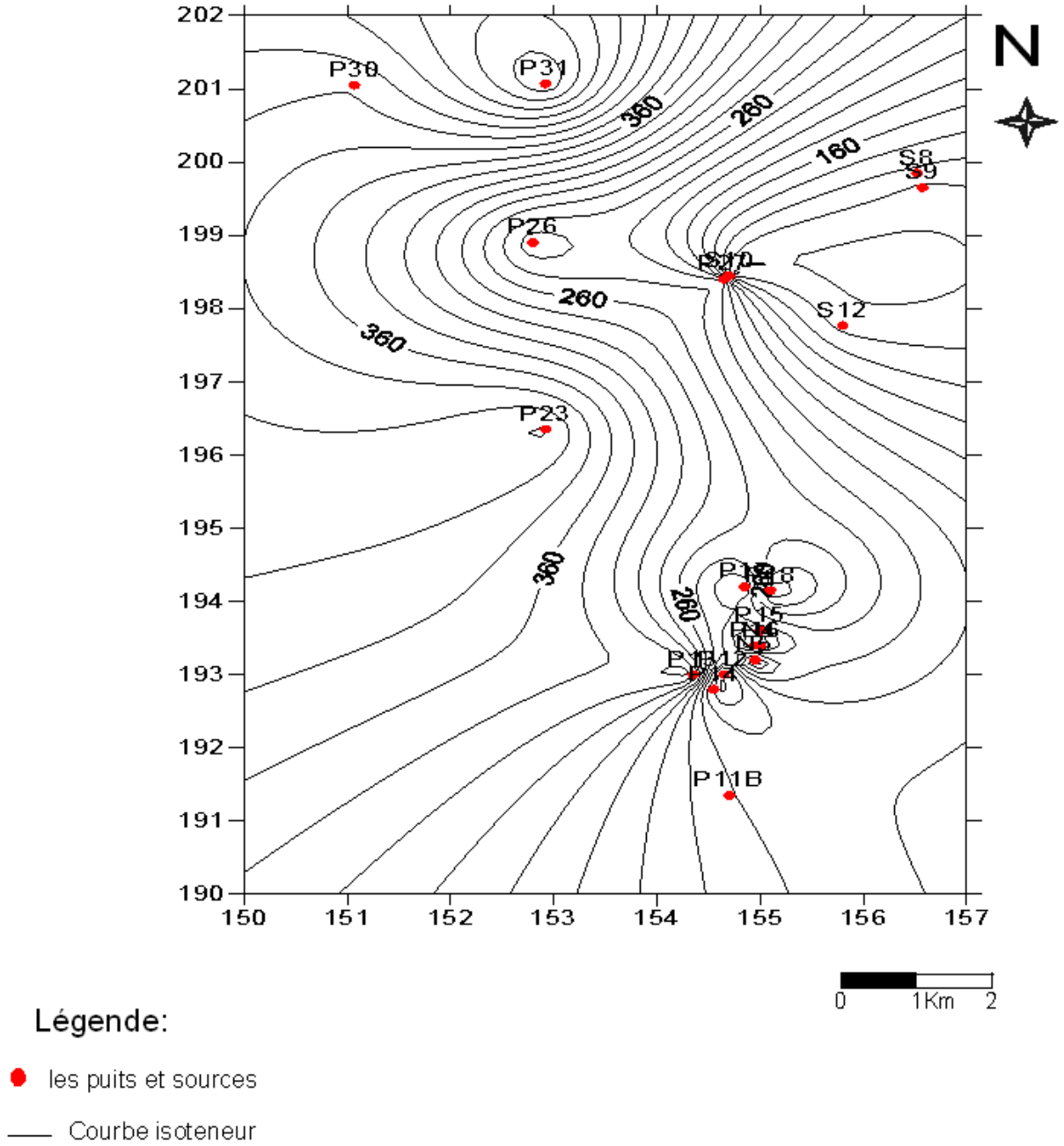


Figure N°32 : Carte d'isoteneur en Ca^{2+} (campagne avril 2012)

III-2-2 : carte d'isoteneur en magnésium :

Les teneurs en Mg^{2+} de nos eaux sont comprises entre 17 et178mg/L.

La valeur la plus élevé de la teneur en Mg^{2+} est localisé au niveau de P31 avec 178mg/L, une valeur minimale de 17mg/L au niveau de S10

L'accroissement des teneurs en Mg^{2+} serait dû aux sources karstiques qui drainent le Plio-Quaternaire ; (Figure N° 30).

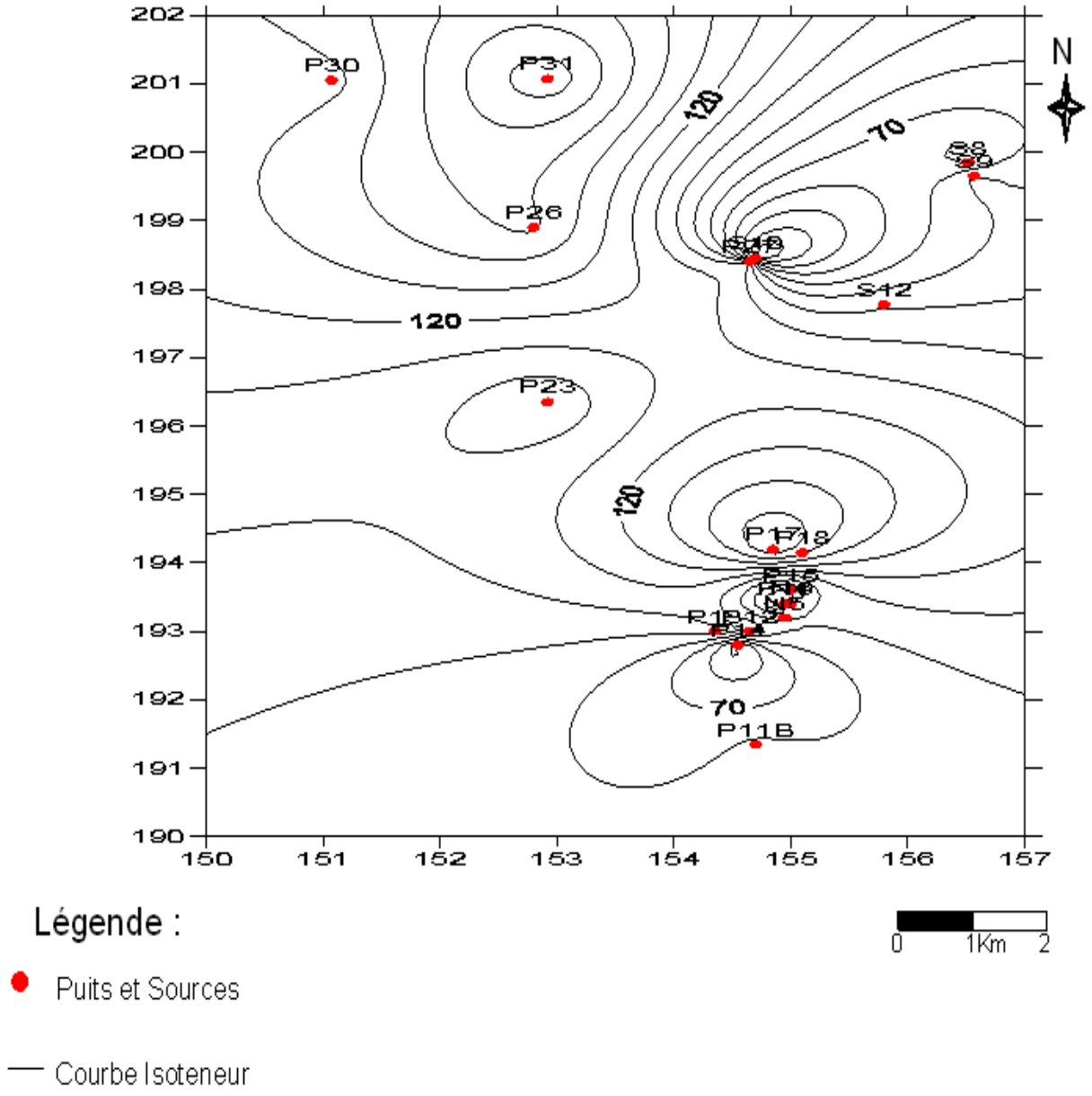


Figure N°33 : Carte d'isoteneur en Mg^{2+} (campagne avril 2012)

III-2-3 : Carte d'isoteneur en chlorure :

Les eaux de l'aquifère du Plio-Quaternaire dans notre secteur d'étude présentent des teneurs de Cl^- allons de 50 à 591mg/L.

La valeur la plus élevée de la teneur en Cl^- est localisée au niveau du puits P31 avec 593mg/L.

La teneur en de Cl^- de ces eaux est dut essentiellement à la nature des terraines traversées, (Figure N° 31).

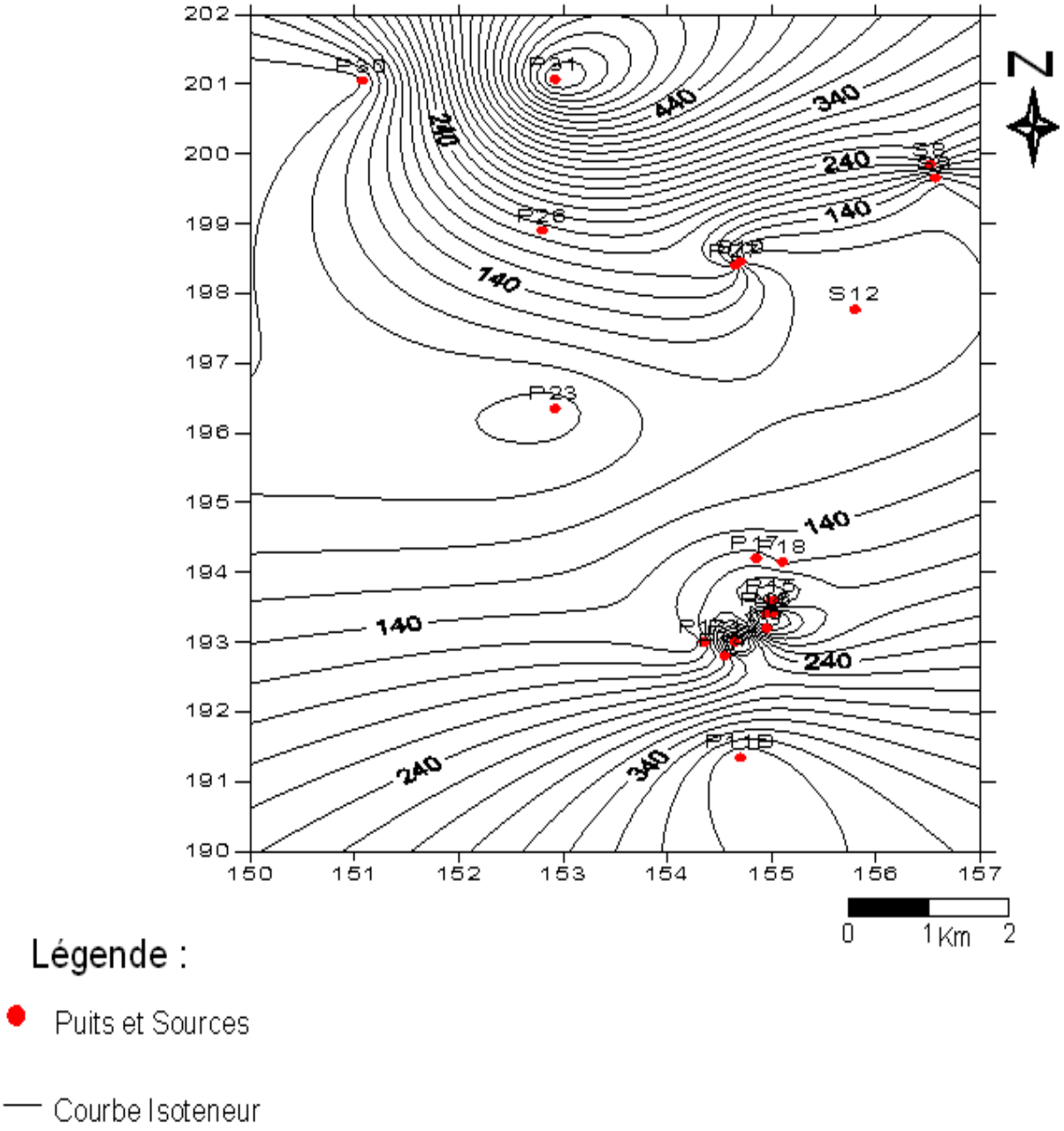


Figure N°34 : Carte d'isoteneur en Cl^- (campagne avril 2012)

III-2-4 : Carte d'isoteneur en bicarbonaté :

Les teneurs en HCO^-_3 sont comprises entre 220 et 491mg/L dans les points d'eau étudiés

Ces teneurs varient de 220mg/L au niveau de P13 et une valeur maximale de 491mg/L au niveau de S8,

Les teneurs en HCO^-_3 sont issues des formations carbonatées jurassiques, (Figure N° 32).

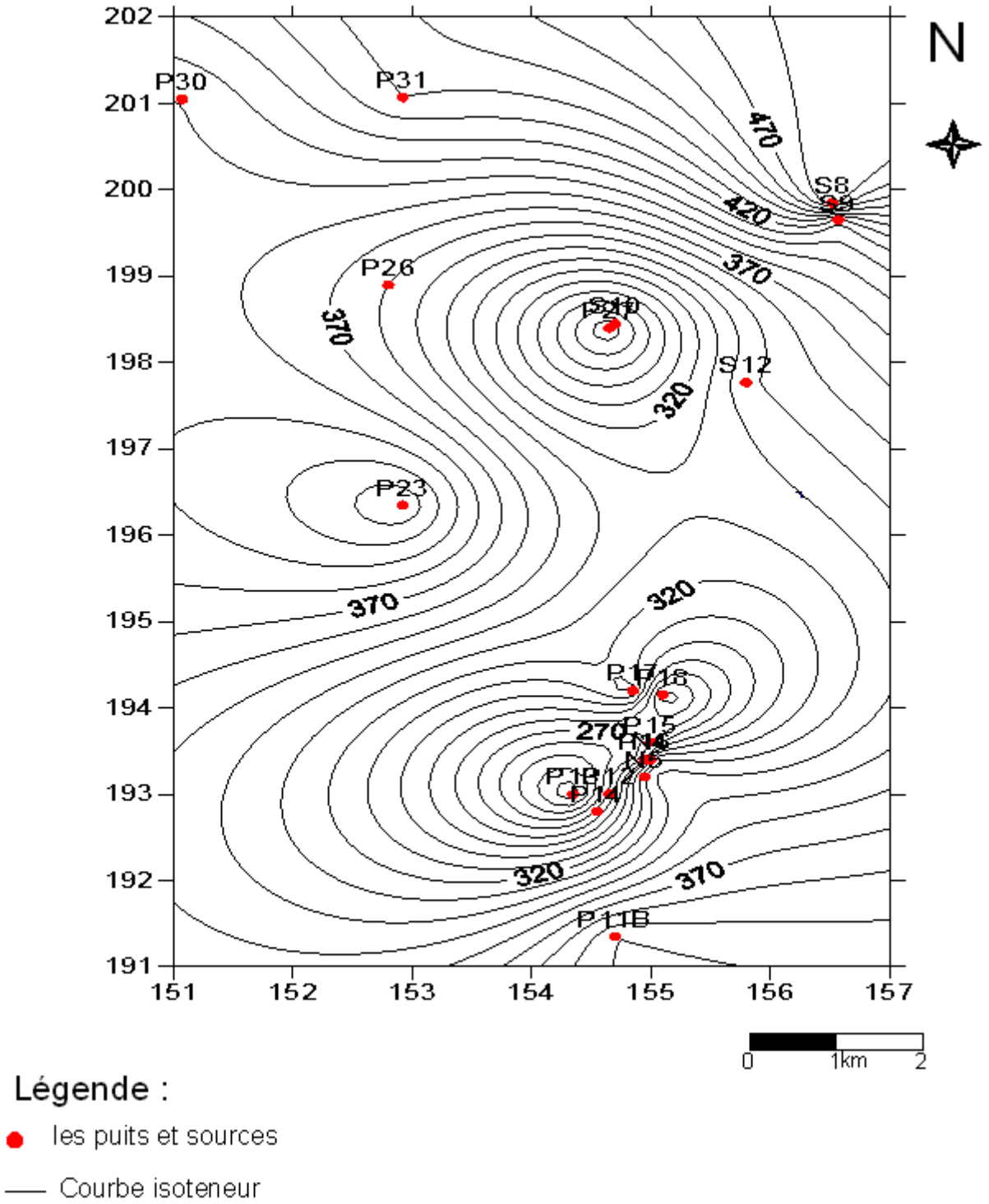


Figure N°35 : Carte d'isoteneur en HCO_3^- (campagne avril 2012)

III-2-5 : Carte d'isoteneur en nitrate :

Les teneurs en NO^-_3 sont comprises 0.15 et 4,80mg/L dans notre région d'étude.

La valeur la plus élevée en NO^-_3 est localisée au niveau de PN4 à cause de la densité d'élevage (bovin, ovin) dépasser certaine seuils, les déjections animales peuvent eu effet être absorbé par les cultures (Figure N° 33).

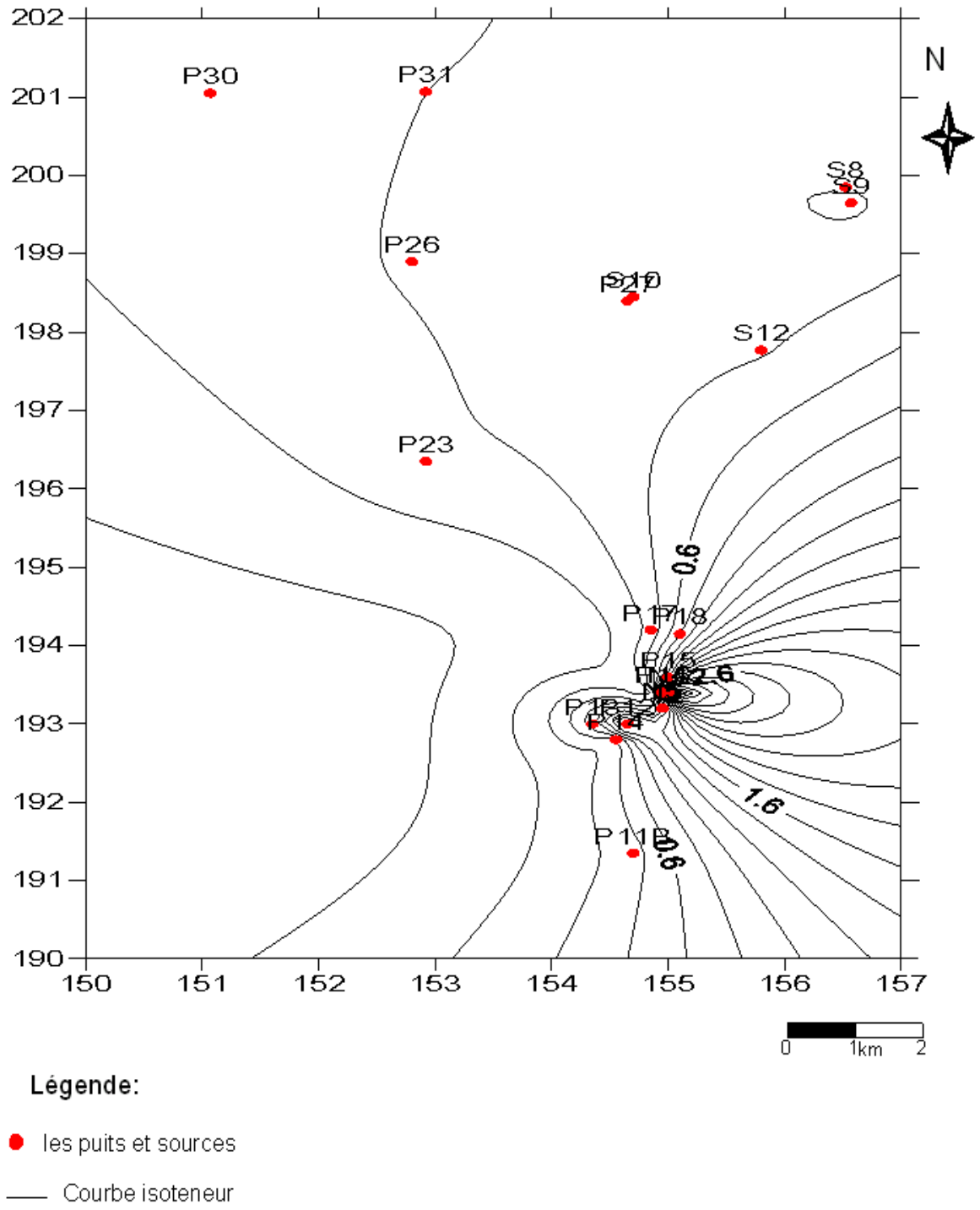


Figure N°36 : Carte d'isoteneur en NO^-_3 (campagne avril 2012)

III-2-6 : Carte d'isoteneur en ammonium :

Les teneurs enNH_3 sont comprises entre 0,25 et 0,88mg/L.

L'absence des bactéries nitrosomonas dans l'eau et le sol qui est oxydé en nitrite par les bactéries du genre nitrosomonas, puis en nitrates par les bactéries du genre nitrosomonas (santé Canada, 1992),

Un excès de matière organique végétale en décomposition sur et dans le sol après la récolte, (Figure N° 34).

Un épandage d'engrais Azotés en quantité supérieur aux besoins des plantes cultivées

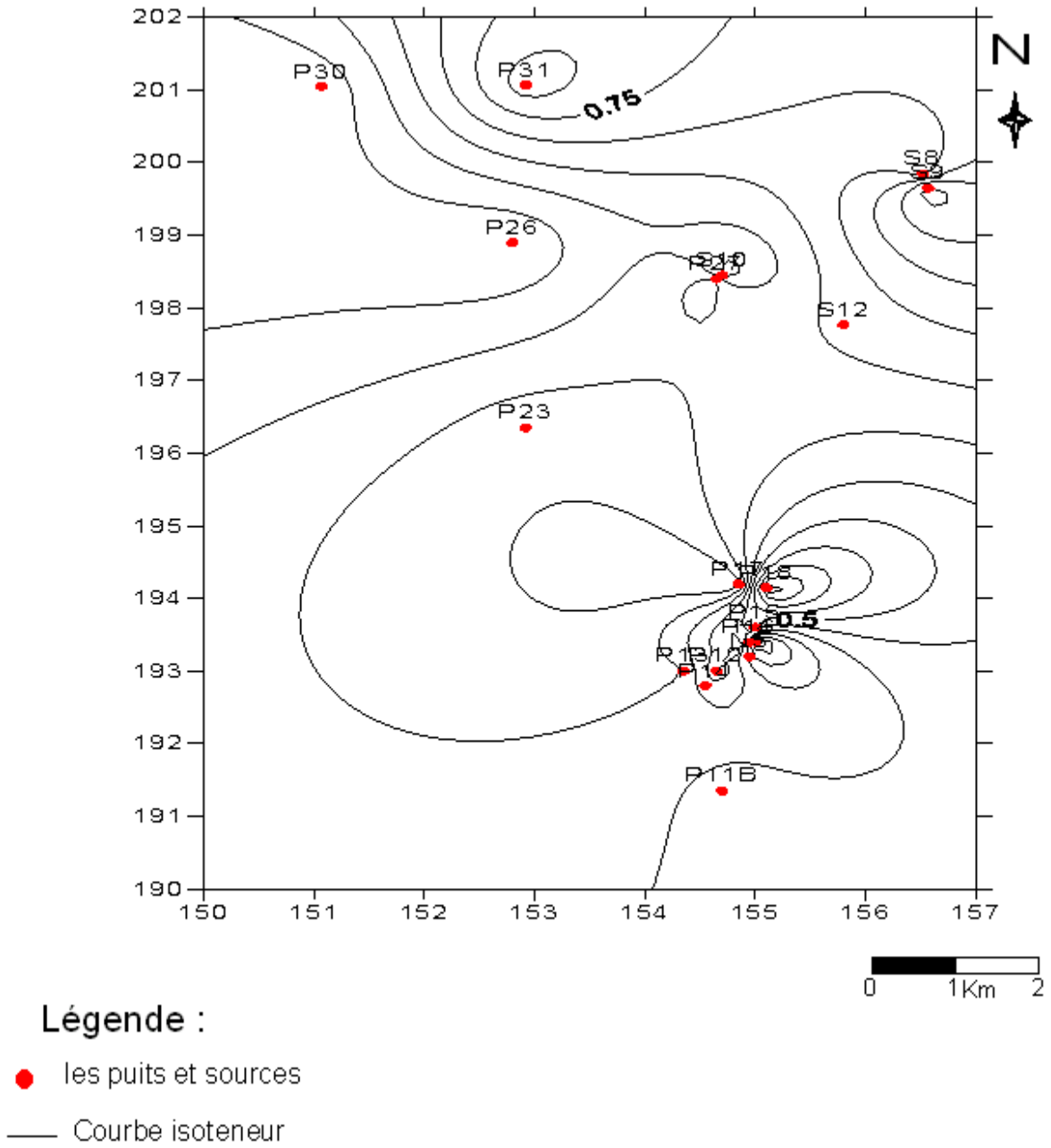


Figure N°37 : Carte d'isoteneur en NH_3 (campagne avril 2012)

IV-CAMPAGNE JUIN :

Pour la 2ème phase, l'échantillonnage et la campagne piézométrique été effectué du 15 au 20 juin 2012.

Les analyses ont été réalisées au laboratoire régional de médecine vétérinaire de Tlemcen.

Elles ont porté sur :

Le dosage des ions majeurs : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^{-}, HCO^{-}_{3}, NH_3, NO^{-}_{3}, titre hydrométrique TH.

- Le pH
- La conductivité électrique.
- La minéralisation.

IV-1- Paramètres physico-chimiques:

IV-1-1- Résultats et interprétations physicochimiques :

IV-1-1-1 : pH

Les résultats de PH en Annexe N°5

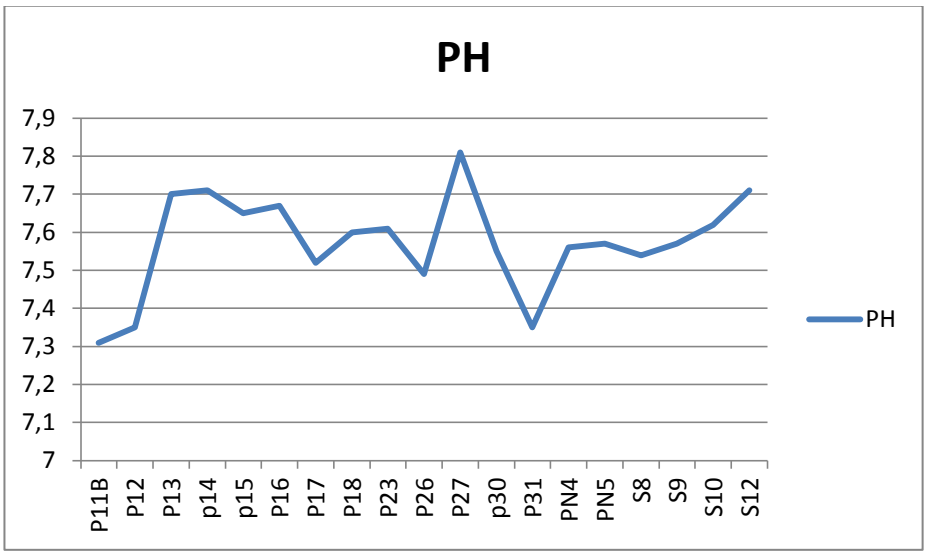


Figure N°38 :Courbe présente Le PH des analyses des eaux de juin

Les résultats de notre analyse concernant la région de Sidi Senouci sont dans les normes, ils sont compris entre 7.31 et 7.81

IV-1-1-2La température :

La température des différents échantillons d'eaux analysés s'avère plus ou moins stable, elle est de 18C° et 20.5C°.

La température de l'air est comprise entre 19C° et 24,5C°

❖ On a constaté que le type d'eau est Mésothermale par rapport les points d'eaux « P17, P18, P27 » le reste des valeurs de la température des eaux est comprise entre18C°et 20C°, ceci implique un type d'eau hypothermale.

IV-1-1-3 : La conductivité :

Les valeurs sont de 910 µS/cm à 2562 µS/cm dans les points d'eaux (P11B, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P26, P27, P30, PN5, S8, S9, S10, S12) donc sont dans les normes.

On constate que les valeurs de la **c**onductivité des eaux de notre région d'étude supérieur à 1000 µS/cm ceci implique une minéralisation élevée en fonction de la géologie des terrains traversés, par contre les points d'eaux «S10 » les teneurs sont 910 (µS /cm) ceci implique une minéralisation importante.

IV-1-1-4-La minéralisation globale :

Tableau N° 23: Les résultats de minéralisation

Points d'eau	Conductivité (µS/cm)	Minéralisation (mg/l)
P11B	2153	1830.98
P12	3322	2825.13
P13	1329	1130.22
P14	1350	1148.08
P15	1902	1617.52
P16	1075	914.21
P17	1256	1086.14
P18	1002	852.13
P23	5720	4864.47
P26	1730	1471.24
P27	2240	1904.96
P30	1524	1296.05
P31	2975	2530.03
N4	5230	4447.75
N5	2562	2178.80
S8	1310	1114.06
S9	1723	1465.29
S10	910	690.27

Rapport-Gratuit.com

S12	1231	1046.88

-Les résultats de la conductivité et la minéralisation en tableau **N°25**

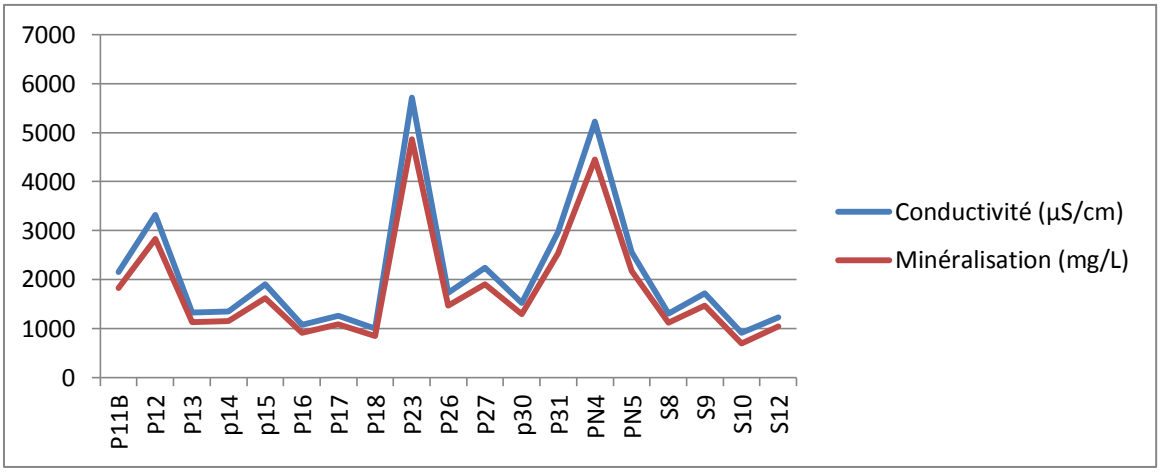


Figure N°39 :Courbes présentent la conductivité et la minéralisation des analysesdes eaux de juin

❖ Schoeller classe les eaux suivant le tableau N° 25

Selon les résultats du tableau N°18, on remarque que la potabilité est passable dans les points d'eaux « P16, p18, S9 », par contre dans le point d'eau « P23, PN4 » elle est Momentanée, tandis que la potabilité est Mauvaise dans «P12, P31, PN5 », et le reste une potabilité médiocre.

IV-1-1-5-La qualité des eaux :

A- Normes de potabilité :

Tableau N° 24: potabilité des points d'eau

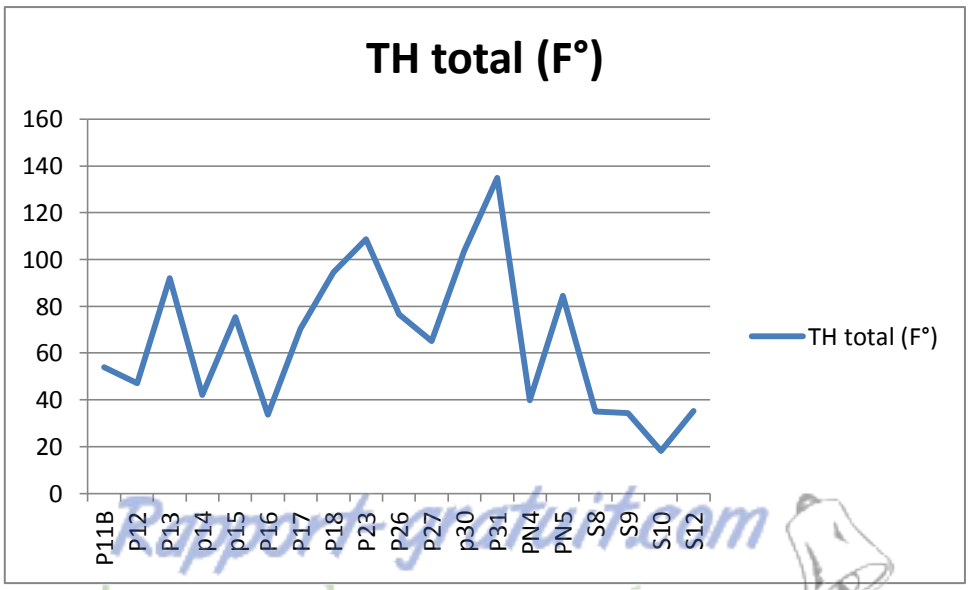
Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration maximal admissible	La potabilité	
				Eau potable	Eau non potable
pH	/	**6,5 à 8,5**		P11B, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P23, P26, P27, P30, P31, PN4, PN5, S8, S9, S10, S12.	-

Conductivité	**µS / cm à 20°C**	**-**	**2880**	P11B, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P26, P27, P30, PN5, S8, S9, S10, S12.	P12, P23, P31, PN4.
Calcium (Ca^{2+})	**mg/l**	**75**	**200**	P11B, P12, P14, P16, P17, P31, PN4, S8, S9, S10, S12.	P13, P15, P18, P23, P26, P27, PN5, P30, P31.
Magnésium (Mg^{2+})	**mg/l**	**-**	**150**	P11B, P12, P13, P14, P15, P16, P18, P23, P27, P30, PN4, PN5, S8, S9, S10, S12.	P17, P26, P31.
Chlorure (Cl^-)	**mg/l**	**200**	**500**	P11B, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P23, P26, P27, P30, PN4, PN5, S8, S9, S10, S12.	P31.
Nitrate (NO^-_3)	**mg/l**	**-**	**50**	P11B ,P12,P13,P14,P15,P16,P17,P18,P23, P26,P27,P30, P31,PN4,PN5,S8,S9,S10,S12.	-
Ammonium	**mg/l**	**0,05**	**0,5**	P16, P18, P26, P30, S10.	P11B, P12, P13, P14, P15, P17, P23, P27, P31, PN4, PN5, S8, S9, S12.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que ces eaux présentent une conductivité moyenne ceci est dû à la minéralisation assez forte, avec une teneur élevée en Ammonium et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Aussi la teneur de Calcium est peu élevé dans les points d'eaux « P13, P15, P18, P23, P26, P27, PN5, P31, P30 »ceci est dû aux formations calcaires proche de ces puits, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

IV -1-1-6 - La dureté totale (titre hydrométrique TH) :

Les résultats de la dureté Totale en tableau N°29



Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Figure N°40 :Courbe présent la dureté totale des analyses des eaux de juin

La TH des eaux de la nappe de la région de Sidi Senouci compris entre 33,6°F et 47F° dans les points d'eaux «P12, P14, P16, PN4.S8, S9, S10, S12 », ces valeurs est acceptable par rapport aux normes Algériennes qui préconise que la dureté totale de l'eau doit être de10°F < TH > 50°F

Les valeurs compris entre 54F°et 134,8F° dans les points d'eaux « P11B, P13, P15, P17, P18, P23, P26, P27, PN5, P31, P30» n'est pas acceptable par rapport aux normes Algériennes

Ces valeurs élevées de la dureté est la conséquence des eaux provenant de terrains calcaires et surtout de terrains gypseux peuvent avoir des duretés susceptibles d'atteindre 1g/L de $CaCo_3$.

Par contre, les eaux provenance de terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront des duretés très faibles.

L'eau de la nappe de la région de Sidi Senouci présente une eau très dure.

Tableau N° 25 : classification des eaux étudiées d'après leurs duretés totales :

N° des puits	Dureté total TH (en F°)	
P11B	54	Eau impropre aux usages domestiques
P12	47	Eau impropre aux usages domestiques
P13	92	Eau impropre aux usages domestiques
P14	42	Eau impropre aux usages domestiques
P15	57.4	Eau impropre aux usages domestiques
P16	33.6	Eau potable
P17	70.4	Eau impropre aux usages domestiques
P18	94.6	Eau impropre aux usages domestiques
P23	108.6	Eau impropre aux usages domestiques
P26	76.6	Eau impropre aux usages domestiques
P27	65	Eau impropre aux usages domestiques
P30	103.6	Eau impropre aux usages domestiques
P31	134.8	Eau impropre aux usages domestiques
PN4	39.8	Eau impropre aux usages domestiques

PN5	84.4	Eau impropre aux usages domestiques
S8	35	Eau impropre aux usages domestiques
S9	34.4	Eau potable
S10	18.2	Eau potable
S12	35.2	Eau potable

IV-2 : Les interprétations des cartes d'isoteneur :

IV-2-1 : carte d'isoteneur en calcium :

Les teneurs en Ca^{2+} sont comprises entre 75 et 500mg/L dans nos eaux

La carte permet de distingue :

Une augmentation de Ca^{2+} en allant vers l'est du plateau de Sidi Senouci par exemple le puits P31 donne une valeur maximale de 500mg/L ; il est près des formations jurassiques mais en allant de l'est vers l'ouest (vers l'Oued Isser) on constate une diminution de la valeur de Ca^{2+} ; par exemple la très faible teneur se trouve à la source S10 avec une valeur de 75 mg/L.

Les teneurs en ca^{2+} sont issues des formations du Plio-Quaternaire conglomérat à ciments calcaires.

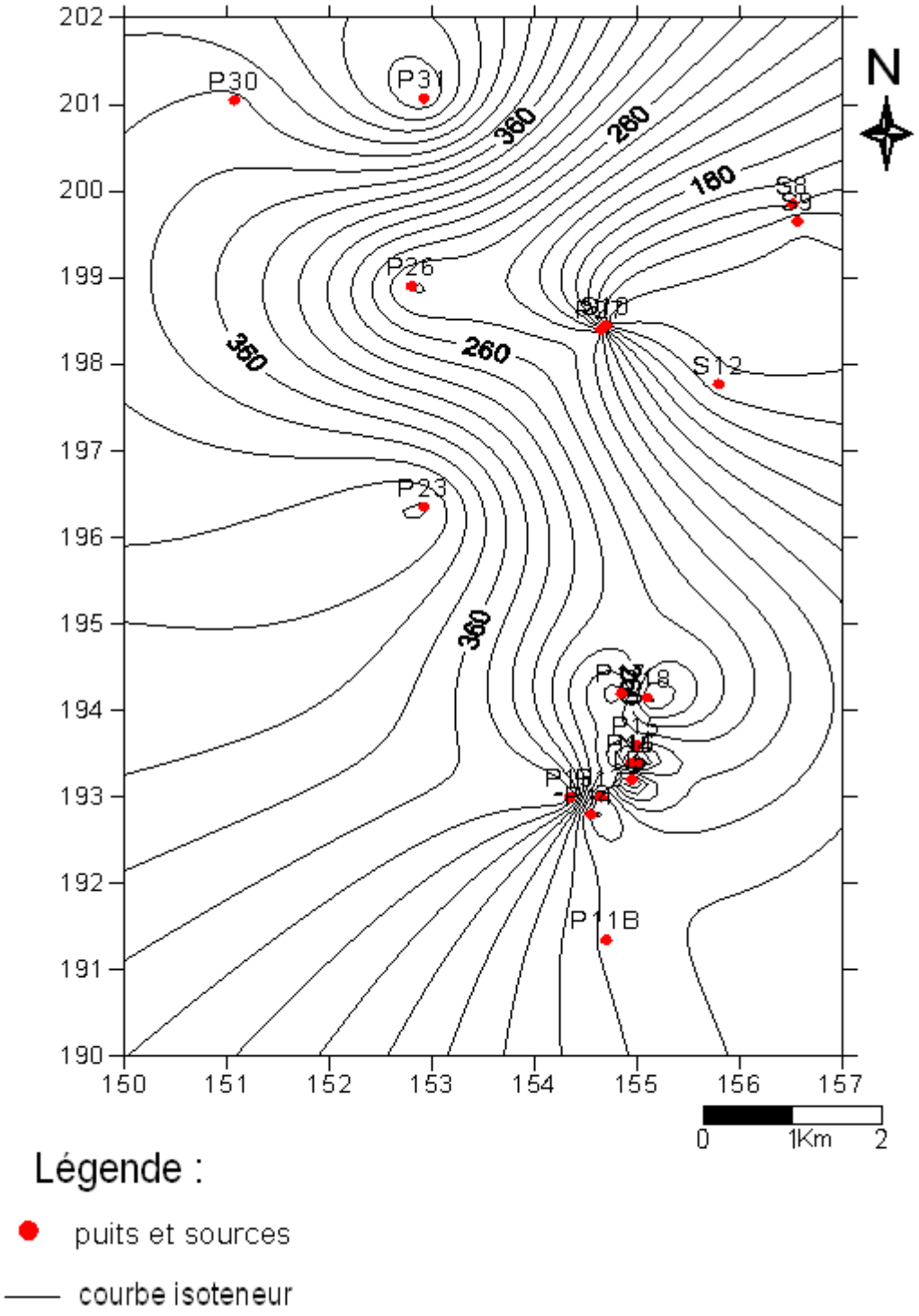


Figure N°41 : Carte d'isoteneur en Ca^{2+} (campagne juin 2012)

IV-2-2 : carte d'isoteneur en magnésium :

Les teneurs en Mg^{2+} de nos eaux sont comprises entre 21 et174mg/L.

La valeur la plus élevé de la teneur en Mg^{2+} est localisé au niveau de P31 avec 174mg/L, une valeur minimale de 21mg/L au niveau de S10

L'accroissement des teneurs en Mg^{2+} serait dû aux sources karstiques qui drainent le Plio-Quaternaire

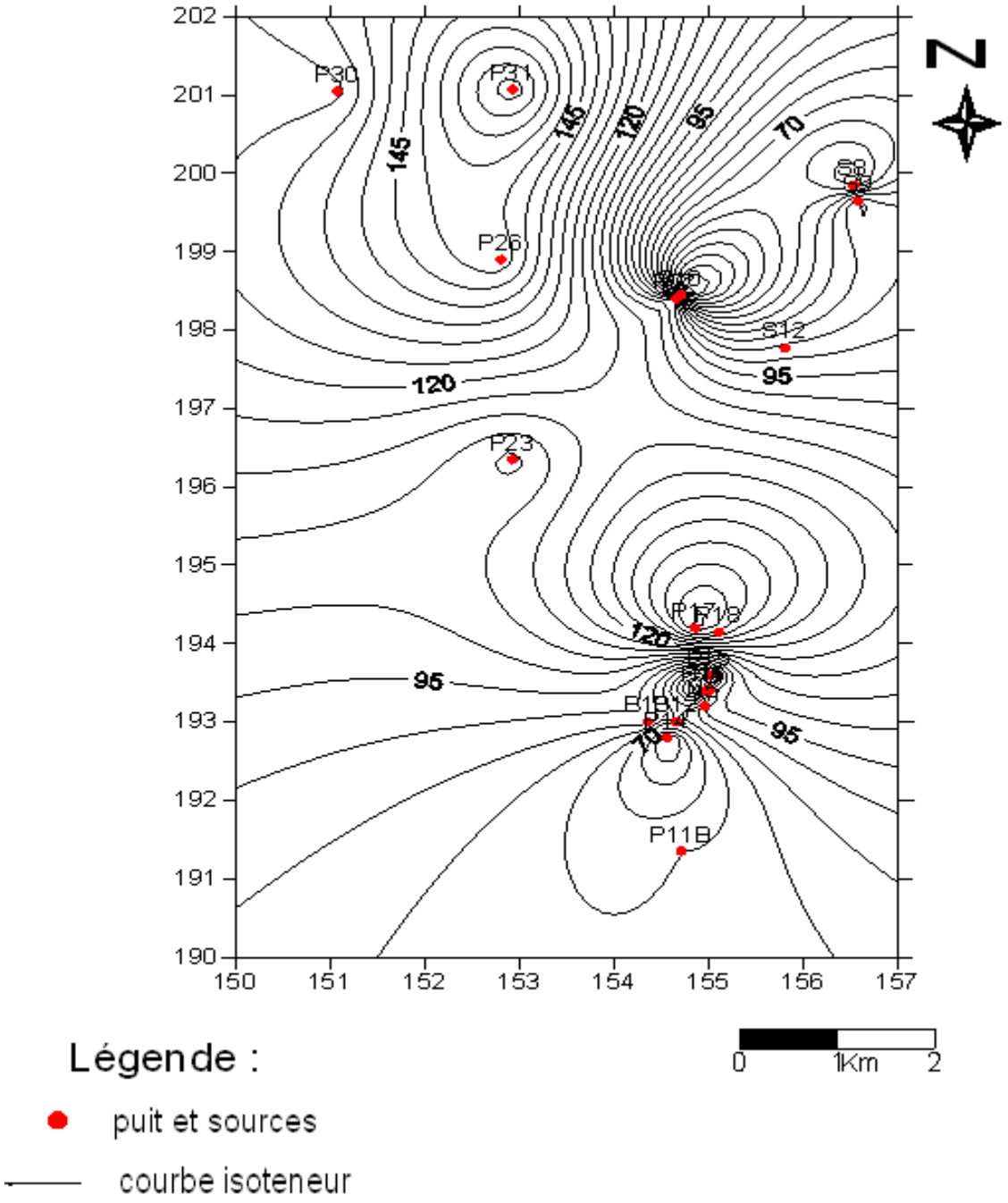


Figure N°42 : Carte d'isoteneur en Mg^{2+} (campagne juin 2012)

IV-2-3 : Carte d'isoteneur en chlorure :

Les eaux de l'aquifère du Plio-Quaternaire dans notre secteur d'étude présentent des teneurs de Cl^- allons de 15 à 593mg/L.

La valeur la plus élevée de la teneur en Cl^- est localisée au niveau du puits P31 avec 593mg/L.

La teneur en de Cl^- de ces eaux est dut essentiellement à la nature des terraines traversées.

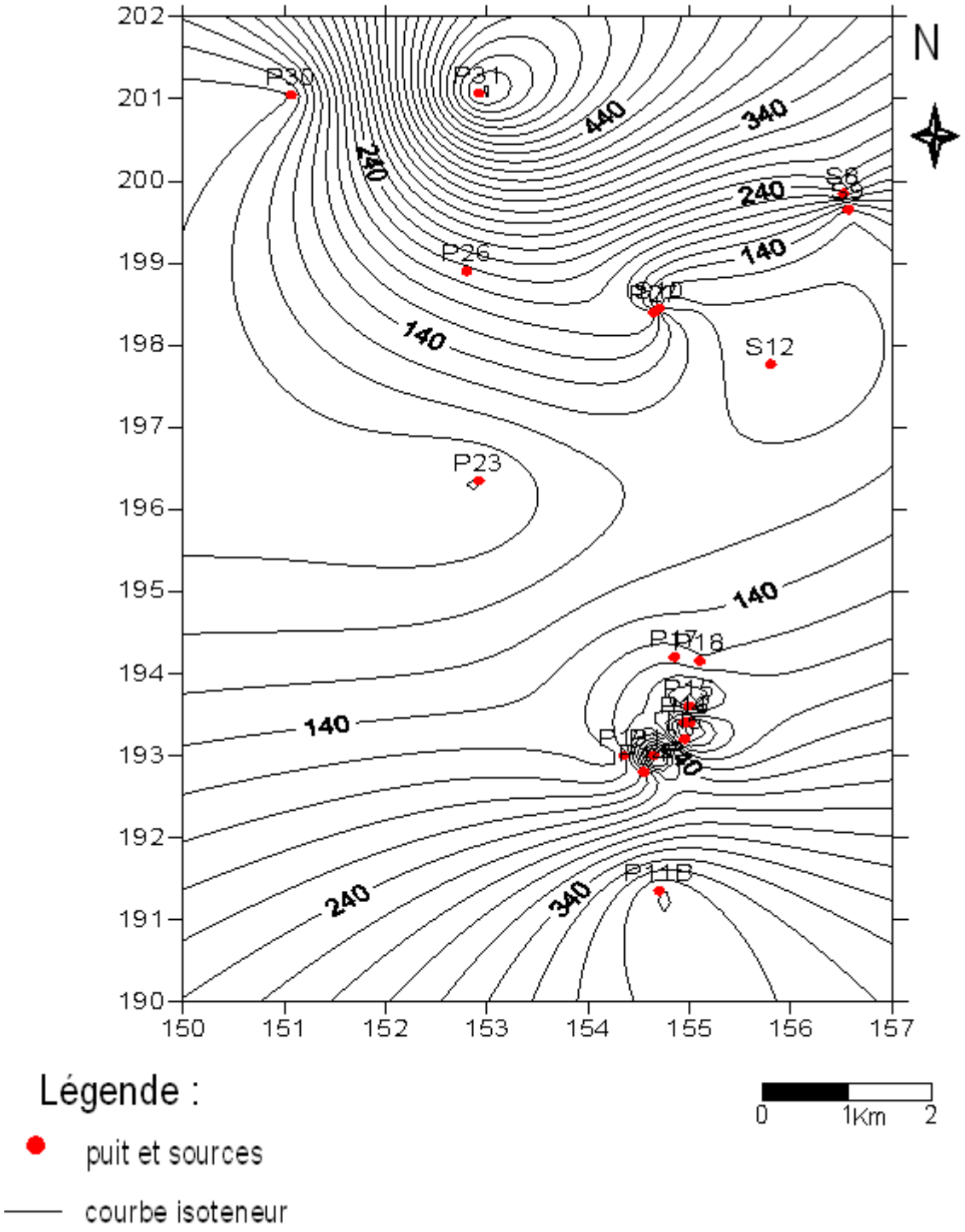


Figure N°43 : Carte d'isoteneur en Cl^- (campagne juin 2012)

IV-2-4 : Carte d'isoteneur en bicarbonaté :

Les teneurs en HCO^-_3 sont comprises entre 230 et 499mg/L dans les points d'eau étudiés

Ces teneurs varient de 230mg/L au niveau de P13 et une valeur maximale de 499mg/L au niveau de S8,

Les teneurs en HCO^-_3 sont issues des formations carbonatées jurassiques.

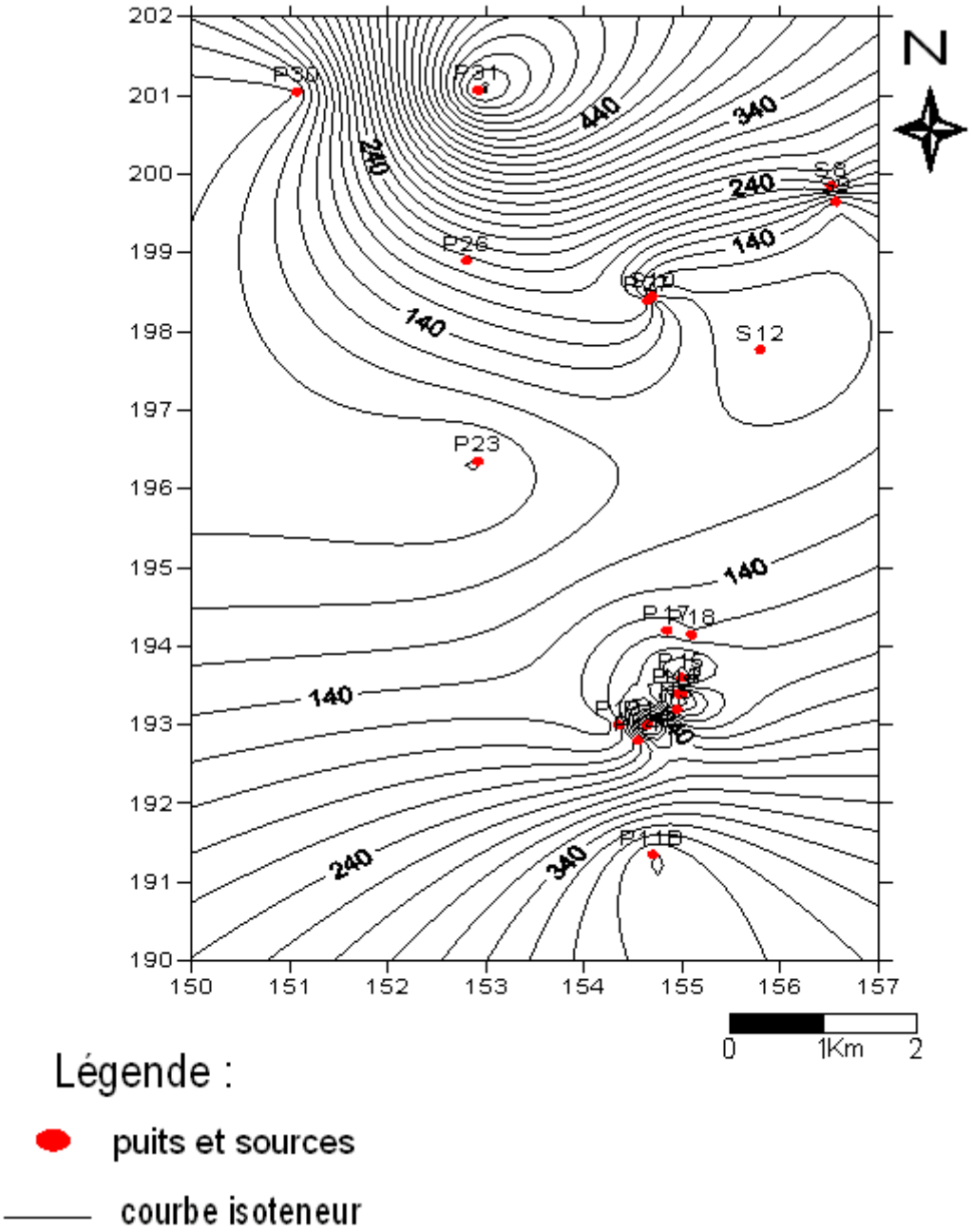


Figure N°44 : Carte d'isoteneur en HCO_3^- (campagne juin 2012)

IV-2-5 : Carte d'isoteneur en ammonium :

Les teneurs enNH_3 sont comprises entre 0,28 et 0,88mg/L.

L'absence des bactéries nitrosomonas qui est oxydé en nitrite par les bactéries du genre nitrosomonas, puis en nitrates par les bactéries nitrobactérie (santé Canada, 1992) ;

Un excès de matière organique végétale en décomposition sur et dans le sol après la récolte.

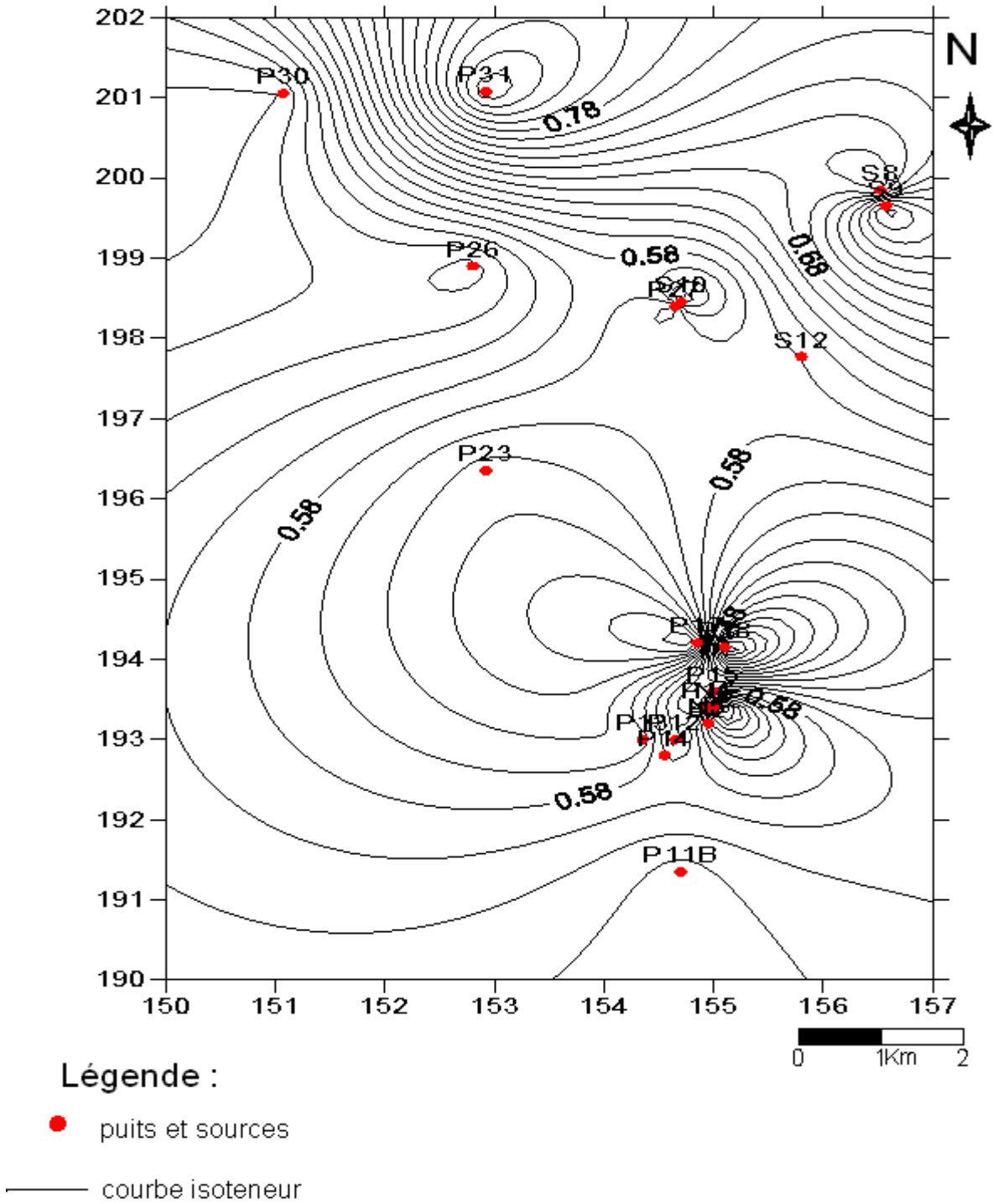


Figure N°45 : Carte d'isoteneur en NH3 (campagne juin 2012)

D'après les résultats des analyses physico-chimiques on a constaté une légère différence entre les deux campagnes ; l'eau de plateau de Sidi Senouci possède des taux très élevées en Ammonium (0,05-0,5 mg/L) et calcium (75-200 mg/L)

V -INTERPRETATION DES RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUE RECENTS ET ANCIENS :

Les résultats des analyses physicochimique récents (pour tous les points d'eau en annexe N°04) et anciens (juste pour quelque puits sont en annexe N° 06 et N° 07)

V-1 : La teneur en Ca^{2+} :

La campagne d'avril 2012 : les teneurs en Ca^{2+} sont comprises entre 141 et 355 mg/l

La campagne d'avril 2011 (M. Bouabida): les teneurs en Ca^{2+} sont comprises entre 53 et 447 mg/l

La campagne de mars 1989 (F. Bensaoula) : les teneurs en Ca^{2+} sont comprises entre 46 et 451 mg/l

Remarque : On constate qu'il n'y a pas une grande différence entre les valeurs des teneurs en Ca^{2+} entre les analyses anciennes et récentes.

V-2 : la teneur en Mg^{2+} :

La campagne d'avril 2012 : les teneurs en Mg^{2+} sont comprises entre 42 et 161 mg/l

La campagne d'avril 2011 (M. Bouabida): les teneurs en Mg^{2+} sont comprises entre 08 et 48 mg/l

La campagne de mars 1989 (F. Bensaoula) : les teneurs en Mg^{2+} sont comprises entre 6 et 52 mg/l

Remarque : On trouve qu'il n'y a pas une grande différence des valeurs de Mg^{2+} entre les 03 campagnes

V-3 : La teneur en Cl^- :

La campagne d'avril 2012 : les teneurs en Cl^- sont comprises entre 153 et 422 mg/l

La campagne d'avril 2011 (M. Bouabida): les teneurs en Cl^-sont comprises entre 85.2 et798.75mg/l

La campagne de mars 1989 (F. Bensaoula) : les teneurs en Cl^- sont comprises entre 71 et 1120 mg/l

Remarque : il y a une différence dans quelque puits on suppose qu'elle est dus à l'utilisation importante du chlore injecté dans le puits par l'hydraulique d'Ouled Mimoun avant les prélèvements

V-4 : La teneur en HCo_3^- :

La campagne d'avril 2012 : les teneurs en HCo_3^- sont comprises entre 220 et 400 mg/l

Rapport-Gratuit.com

La campagne d'avril 2011 (M. Bouabida): les teneurs en HCo_3^-sont comprises entre 170.8 et 488 mg/l

La campagne de mars 1989 (F. Bensaoula) : les teneurs en HCo_3^- sont comprises entre 54 et 362 mg/l

> **Remarque :** on voie une différence de la teneur en HCo_3^- qui est issue des formations carbonatées jurassique.

VI-SOURCES D'IMPACTS D'ACTIVITE AGRICOLE SUR LA CONTAMINATION DES EAUX PAR L'AZOTE :

On a basé dans nos études sur l'évaluation d'impact d'activité agricole et leur sources de pollutions qui ont contaminer les eaux souterraines dans le plateau de Sidi Senouci ; et selon de notre analyses de 19 points étudier on a constaté que l'emploi des engrais et des pesticides irrégulier est responsable de pollution par l'azote dans les puits **P11B, P13, P16, P17, P18** (puits d'irrigation),(les teneurs variées entre 0.51 et 0.76mg/L).

Les excès d'irrigation qui lessivent nitrates et pesticides au coure de la nappe.

Il ne faut pas oublier que la concentration des cheptels dans certaines régions est également une cause importante de pollution. Les déjections animales peuvent en effet être absorbées par les cultures ou les prairies jusqu'à une certaine quantité, mais lorsque la densité d'animaux dépasse certains seuils, les nitrates et le phosphore qu'ils rejettent se trouvent en excès dans les sols et risquent alors d'être transférés vers les ressources en eau. Dans les puits qui utiliser pour l'élevage **N4.N5.P27.P30.P14**(les teneurs dans ces puits sont variées entre 0.51 et 0.85.mg/l).

Il serait illusoire de vouloir revenir à une agriculture d'antan, d'avant la révolution agricole.

L'enjeu est aujourd'hui d'innover et de soutenir l'innovation dans de nouvelles pratiques qui permettent à la fois de produire à des rendements suffisants pour assurer un revenu décent aux agriculteurs tout en respectant l'équilibre des milieux naturels. Il convient ainsi de mieux prendre en compte le fonctionnement des milieux et des ressources en eau qui leur sont liées en les gérant de façon plus intégrée et plus systémique à l'échelle de bassins versants. Cette gestion doit se faire collectivement en associant les différents usagers de l'eau pour construire ensemble une véritable solidarité autour de cette ressource vitale.

VII-CONCLUSION :

L'étude menée au cours de l'élaboration de ce travail, nous a permis d'apporter une appréciation sur la qualité, physicochimique de l'aquifère de plio-quaternaire de Sidi Senouci destinée à la consommation humaine et l'irrigation. L'ensemble des résultats obtenus au cours de ce travail montrent que :

L'eau de la nappe est très dure caractérisé par une forte minéralisation comprise entre 681.17et 5083.20 mg/l et des teneurs très élevées d'ammonium issus habituellement de la fertilisation apportée aux cultures, et les pesticides, la dégradation incomplète des métiers organiques.et de teneurs importantes de calcium ceci est des terrains traversées par ces eaux (les facies du jurassique).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

CONCLUSION GENERALE

Lorsque les sources des pollutions sont multiples et l'insuffisance des capacités et des disponibilités, tout ça rend la préservation et la protection de l'environnement difficile.

L'ensemble des résultats obtenus au cours de ce travail montrent que :

Du point de vue climatologique, la région de Sidi Senouci présente un climat semi aride avec une température moyenne annuelle de 13,28C° et une moyenne annuelle des précipitations de 369.9 mm, cela durant une période (2000-2011).

Dans le plateau du Sidi Senouci ; les cultures extensives est dominantes par à pore au cultures intensives.

- La dominance de culture céréalier est occupe plus de 3000 Ha.
- La diversité d'arboriculture (olivier, amandier, prunier…), mais les systèmes d'irrigation irréguliers pour améliorer le rendement.
- Elevage des animaux (bovin, ovin) reste toujours faible par rapport la superficie agricoles 17337 Ha.

Les analyses physico-chimiques, les eaux souterraines de ce plateau montrent que:

- la nappe présente des eaux très dures, une conductivité moyenne ceci est dut à la minéralisation assez forte, avec une teneur élevée en Ammonium et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'absence des bactéries nitrosomonas qui est oxydé en nitrite, puis en nitrates par les bactéries nitrobacter (santé Canada, 1992).
  Aussi la teneur de Calcium est peu élevé ceci est dut aux formations calcaire proche de ces puits, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

On peut dire que l'eau de la nappe de cette région est assez minéralisée de moyenne qualité et ne présente aucun danger pour l'irrigation des cultures, et aussi l'élevage des animaux.