

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université HAMMA LAKHDAR EL-Oued



Faculté de Technologie

Département de : Hydraulique & de Génie Civil

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté En vue de l'obtention du diplôme de Master en hydraulique

OPTION : Ouvrages Hydraulique.

THEME:

**Contribution à l'étude de la qualité des eaux
d'Oued Ittel à la commune de Still
« Wilaya d'El M'Ghair »**

Encadreur :

Dr. Abdelmonem MILOUDI

Présenté par :

- Lakhdar SADEKI.
- Mohamed el-mohcen KESSAB.

Devant le jury:

Mr. KHECHANA Salim	Pr	Président	Univ. H. Lakhdar El Oued
Mr. MEGA Nabil	M.C.A	Examineur	Univ. H. Lakhdar El Oued
Mr. MILOUDI A.elmonem	M.C.A	Rapporteur	Univ. H. Lakhdar El Oued

Promotion : Septembre 2022.

وَجَعَلْنَا الْمَاءَ نَبَاتًا كَرِيمًا

(... and we made every living thing of **WATER**?
Will they not then believe?) (Al-Anbiyaa' 21:30)



Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier le bon DIEU qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de courage et de la volonté pour réaliser ce travail.

Nos remerciements en premier lieu à notre promoteur,

Monsieur : Abdelmonem MILOUDI.

Pour son aide, son suivi, ses encouragements et ses conseils durant notre travail.

Nous présentons nos remerciements aux membres de jury,

Et qu'ils trouvent ici notre haute considération pour avoir accepté d'examiner et de juger notre travail.

Toute l'équipe de la station d'épuration de Kouinine

Surtout Monsieur : Youssef HOURI CHEF de STEP01 et l'ingénieur de laboratoire : SAI Khaoula.

Enfin, tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, que ce soit par leur amitié, leurs conseils ou leur soutien moral, trouveront dans ces quelques lignes l'expression de nos remerciements les plus vifs.

A tous, pour tous, Merci

إهداء

إلى أمي وأبي

إلى زوجتي و أبنائي الأعزاء

إلى كل الأهل و الأقارب

إلى أساتذتي

إلى زملائي وزميلاتي

إلى الشموع التي تحترق لتضيء للآخرين

إلى كل من علمني حرفاً

أهدي هذا البحث المتواضع راجياً من المولى

عز وجل أن يجد القبول والنجاح.

الأخضر صادقي

رهداء

إلى من أفضلها على نفسي ولم لا فلقد ضحت من أجلي ولم تدخر جهداً
في سبيل إسعادي على الدوام (أمي الحبيبة).

إلى صاحب الوجه الطيب والأفعال الحسنة، فلم ييخل علي طيلة حياته
(والدي العزيز رحمه الله)

إلى زوجتي العزيزة ورفيقة الكفاح في مسيرة الحياة.

إلى أولادي الذين هم قرة عيني.

إلى إخوتي و أخواتي الذين هم سندي و عضدي في حياتي.

إلى أصدقائي وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني في هذا العمل المتواضع.

أقدم لكم هذا البحث وأتمنى من الله أن يكون زادا علميا ينتفع به.

محمد المحسن كساب

Table des matières

Remerciements	i
..... إهداء الأخضر صادقي	ii
..... إهداء محمد المحسن كساب	iii
Table des matières	iv
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	vii
Liste des abréviations	viii
INTRODUCTION GENERAL	01
Chapitre I : présentation général de la région d'étude.	
I.1)- Situation géographique de la région d'étude «Still »:	02
I.2)- Cadre Géologie de la région d'étude:	05
<u>I.2.1)-Le Paléozoïque:</u>	07
I.2.1.1) <u>Silurien:</u>	07
I.2.1.2) <u>Dévonien:</u>	07
I.3)-Hydrogéologie de la région:	08
<u>I.3.1)-La nappe phréatique:</u>	09
<u>I.3.2)-Le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT):</u>	09
I.4)- Contexte climatologique:	10
<u>I.4.1) Choix de la station météorologique:</u>	10
<u>I.4.2) Température:</u>	11
<u>I.4.3) Autres facteurs climatiques:</u>	12
a)- <u>Les vents:</u>	13
b)- <u>L'humidité relative:</u>	13
c)- <u>L'insolation mensuelle:</u>	13
d)- <u>L'évaporation:</u>	13
<u>I.4.4) Pluviométrie:</u>	13
I.5)- le régime climatique du bassin:	14
I.6)- L'évapotranspiration:	15
<u>I.6.1)- Formule dite ANRH (1997) :</u>	15

Chapitre II : Hydrologie d'oued Ittel.

INTRODUCTION:	17
II.1)- Les caractéristiques morpho-métriques du bassin:	17
<u>II.1.1) La superficie du bassin:</u>	17
<u>II.1.2) L'orographie:</u>	18
<u>II.1.3) La forme des bassins:</u>	23
<u>II.1.4) Le système des pentes:</u>	24
II-2)- Le réseau hydrographique:	25
<u>II.2.1). Présentation:</u>	26
<u>II.2.2). Densité de drainage:</u>	26
<u>II.2.3) Le temps de concentration:</u>	27

Chapitre III : La qualité des eaux d'oued Ittel.

INTRODUCTION:	28
III.1)- Description du travail:	29
III.2)-Discussion et interprétation des résultats:	29
III.3)- Les paramètres physico-chimiques:	29
<u>III.3.1) La conductivités électrique (CE):</u>	29
<u>III.3.2) Potentiel d'Hydrogène (PH):</u>	32
<u>III.3.3) Salinité:</u>	34
III.4)- Les indicateurs de pollution:	36
<u>III.4.1) Oxygène dissous (OD):</u>	36
<u>III.4.2) La Turbidité (NTU):</u>	38
<u>III.4.3) Les matières en suspensions (MES):</u>	40
CONCLUSION :	42
CONCLUSION GENERAL:	43
BIBLIORAPHIE	44
Résumé	45
Annexe 01 : les coordonnées des puits	46
Annexe 02 : Les équipements au laboratoire	47
Annexe 03 : Les résultats de traitement des échantillons d'eau des puits au laboratoire (ONA)	48
Annexe 04 : Le réseau hydrographique en chiffres d'oued Ittel (ANRH Biskra)	49
Annexe 05 : Arrêté interministériel correspondant au 02/01/2012 fixant les spécifications des eaux utilisées à des fins d'irrigation	50

Liste des figures

Figure (I.1):	Situation géographique de la région d'étude	02
Figure(I.2):	Trajet d'oued Ittel au la région d'étude.....	03
Figure(I.3):	Le bassin versant d'oued Ittel D'après Amamra Younes (Etude de protection des villes contre les inondations cas Centre de Still Wilaya d' El M'Ghair 2019-2020).....	04
Figure(I.4):	La carte des unités géologique (bassin versant) d'Algérie d'après SONATRACH Division Exploration.....	05
Figure(I.5):	La carte géologique d'Algérie SONATRACH Division Exploration.....	06
Figure(I.6):	Les unités hydrogéologiques du Sahara algérien d'après ANRH.....	08
Figure(I.7):	Les températures moyennes mensuelles interannuelles maximales et minimales (1977-2002).....	11
Figure(I.8):	Diagramme ombrothermique de la station de Biskra.....	14
Figure(II.01):	Réseau hydrographique principale et secondaire d'oued Ittel D'après Amamra Younes (Etude de protection des villes contre les inondations cas Centre de Still Wilaya d' El M'Ghair 2019-2020)	25
Figure(III.01):	Localisation des 13 points d'échantillonnage Oued Ittel (Mars 2022).....	29
Figure (III.02):	Carte de la conductivité mesurée à 25°C (Mars 2022).....	31
Figure (III.03):	Carte du PH (Mars 2022).....	33
Figure (III.04):	Carte du Salinité (Mars 2022).....	35
Figure (III.05):	Carte de répartition de taux d'oxygéné dissous (Mars 2022).....	37
Figure (III.06):	Carte de la Turbidité (Mars 2022).....	39
Figure (III.07):	Carte de répartition de taux des matières en suspensions (Mars 2022).....	41

Liste des tableaux

Tableau (I.1):	Composant de l ^{ère} de Silurien.....	07
Tableau (I.2):	Composant de l ^{ère} de Dévonien.....	07
Tableau (I.3):	Coordonnées géographiques de la station météorologique de la ville de Biskra (ONM, 2016).....	10
Tableau (I.4):	Les températures moyennes mensuelles enregistrées à la station de Biskra (1977-2002).....	11
Tableau (I.5):	Données d'observations des autres paramètres climatiques à la station de Biskra (1990-2000).....	12
Tableau (I.6):	Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à la station de Biskra (1971-2004).....	13
Tableau (I.7):	Température moyennes mensuelles et précipitations moyennes.....	14
Tableau (I.8):	Coefficient correctif " K_r ".....	16
Tableau (I.9):	Evolution du coefficient correctif mensuel " K_m ".....	16
Tableau (I.10):	Résultats de la méthode dite ANRH Penman.....	16
Tableau (II.01):	Superficie du bassin versant d'oued Ittel.....	18
Tableau (II.02):	La répartition altimétrique du bassin de « l'oued Fahama ».....	18
Tableau (II.03):	La répartition altimétrique du bassin de « l'oued zerba ».....	19
Tableau (II.04):	La répartition altimétrique du bassin de « l'oued Besbas ».....	19
Tableau (II.05):	La répartition altimétrique du bassin de « l'oued Ittel ».....	20
Tableau (II.06):	Altitudes caractéristiques des bassins élémentaires d'oued Ittel.....	21
Tableau (II.07):	Altitudes caractéristiques des bassins élémentaires d'oued Ittel.....	22
Tableau (II.08):	Indices de compacité pour les bassins élémentaires d'oued Ittel.	23
Tableau (II.09):	Indice des pentes pour les bassins élémentaires d'oued Ittel.	24
Tableau (II.10):	Classification, longueur et nombre des cours d'eau du bassin versant d'oued Ittel et ses bassins élémentaires.....	26
Tableau (II.11):	Densité de drainage pour les bassins élémentaires d'oued Ittel	27
Tableau (II.12):	Temps de concentration pour les bassins élémentaires d'oued Ittel.....	27
Tableau (III.01):	Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation.....	34

Liste des abréviations

ANRH : l'Agence Nationale des Ressources Hydriques.

CT : Complexe terminal.

CI : Continental intercalaire.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

MES : Matières En Suspension.

OMS : L'organisation mondiale de la santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

ONM : Office Nationale de Météorologie.

STEP : Station d'Épuration.

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau, une ressource minérale indispensable pour toutes les créatures vivantes, c'est une nécessité pour la vie. Avec l'accroissement démographique, l'homme a dû vivre loin des rivières et autres plans d'eau, par conséquent, d'autres sources comme l'eau souterraine furent découvertes.

Malheureusement, dans plusieurs régions algériennes, surtout celles situées au Sahara - comme celle de Still- sont confrontées aujourd'hui à des problèmes liés à des aspects quantitatifs et qualitatifs des ressources en eaux, dues essentiellement à la pollution des eaux provenant des nappes phréatiques, qui sont néfastes pour les cultures et les habitations.

La région de Still est bien connue par le phénomène de pollution des eaux de la nappe phréatique.

La réunion de toutes ces causes est le résultat de plusieurs conséquences sur l'environnement, la santé publique (maladies à transmission hydriques).

Dans cette vue ce travail a été axé principalement sur la participation à l'étude de qualité des eaux d'oued Ittel à la commune de Still wilaya d' El M'Ghair.

En mettant sur pied le plan de travail suivant :

- ❖ Le premier chapitre est consacré à l'identification naturelle de la zone d'étude, en définissant la région, et en présentant les caractéristiques géographiques, géologiques, topographiques et hydro climatologiques.
- ❖ Le deuxième chapitre traite l'hydrogéologie d'oued Ittel et présente un diagnostic sur ses ressources hydriques.
- ❖ Le troisième chapitre concerne la qualité des eaux d'oued Ittel à la commune de Still wilaya d' El M'Ghair.

Chapitre I

*Présentation général de la
région d'étude*

I.1)- Situation géographique de la région d'étude «Still »:

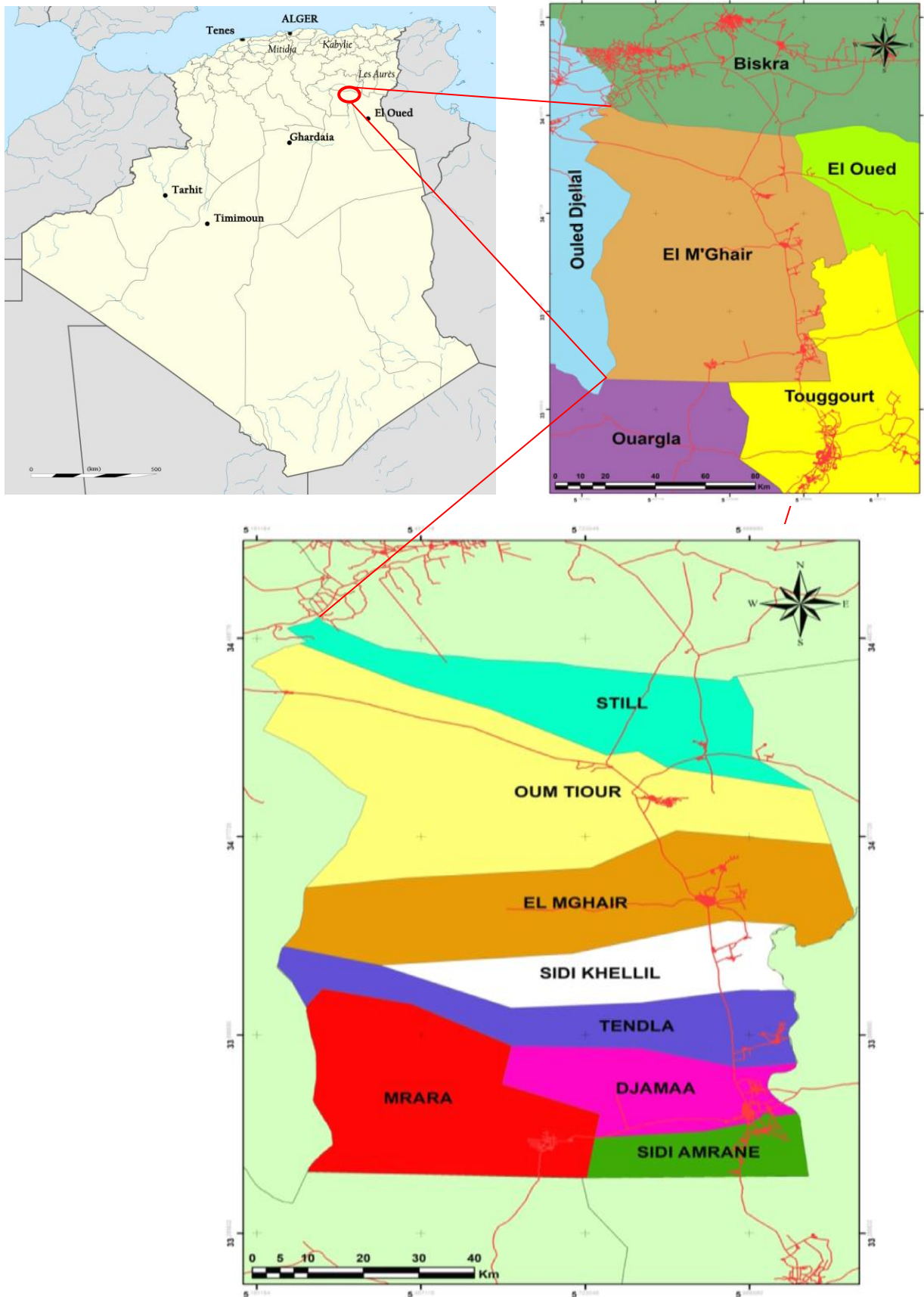


Figure (I.1): Situation géographique de la région d'étude.

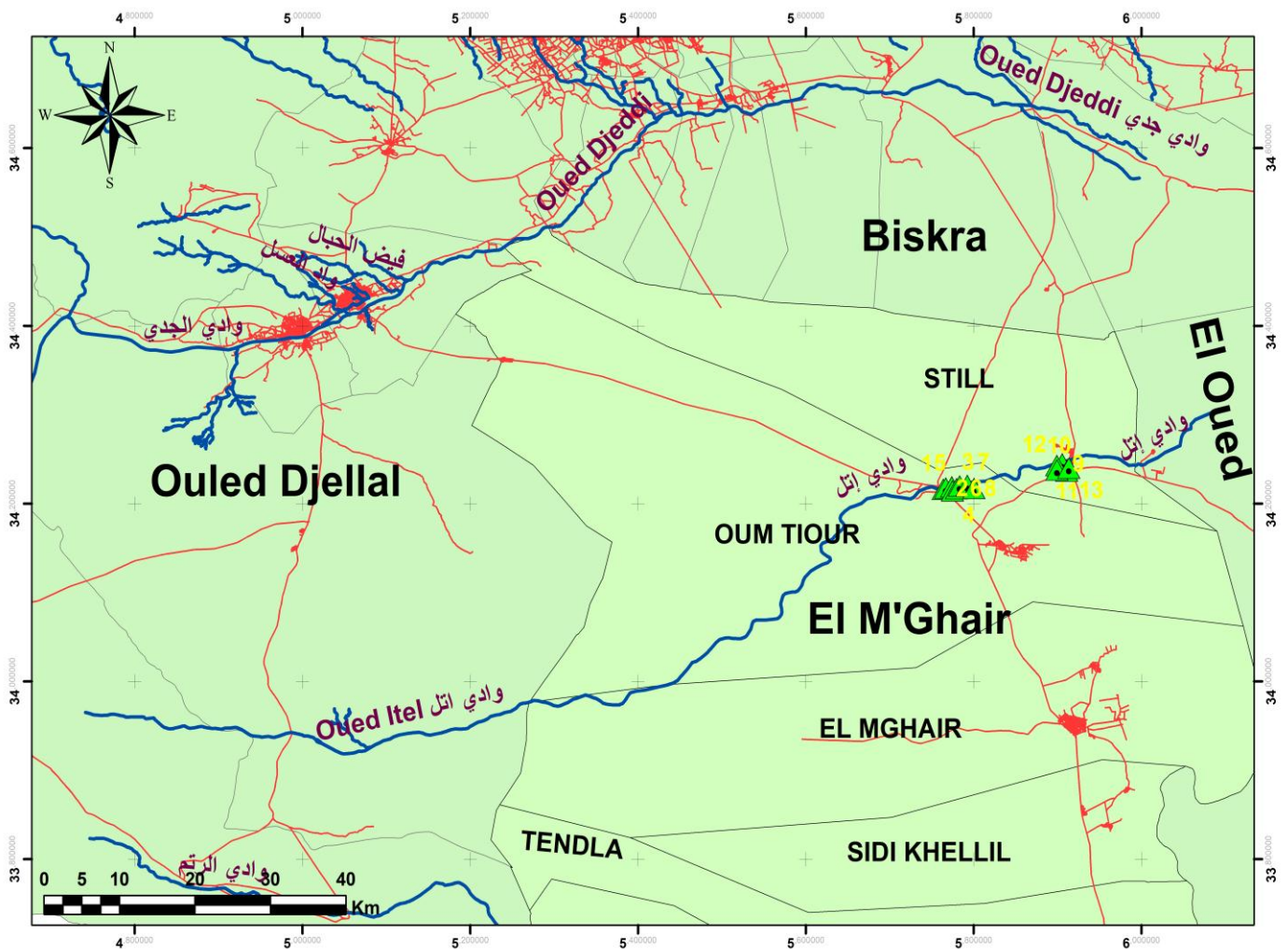
La commune de « Still » est située au pied du versant orient des monts du Zeb, Elle appartient administrativement à la wilaya d' El M'Ghair (**Figure I.1**) d'où elle représente son front nord (R.N :03) elle est délimitée administrativement par :

- ☞ Au nord : par la Wilaya de Biskra,
- ☞ A l'ouest : par El bâadj commune d'Om Thiour,
- ☞ Au sud : par la commune d'Om Tiour et la Wilaya Ouled Djellal,
- ☞ A l'est : par la Wilaya d'El oued.

Oued Ittel traversé la commune de Still au partie Sud-est (**Figure I.2**); dont l'écoulement d'un cours d'eau est commandé par les caractéristiques de son bassin :

- ✓ Relief géologie,
- ✓ Lithologie,
- ✓ Le climat.

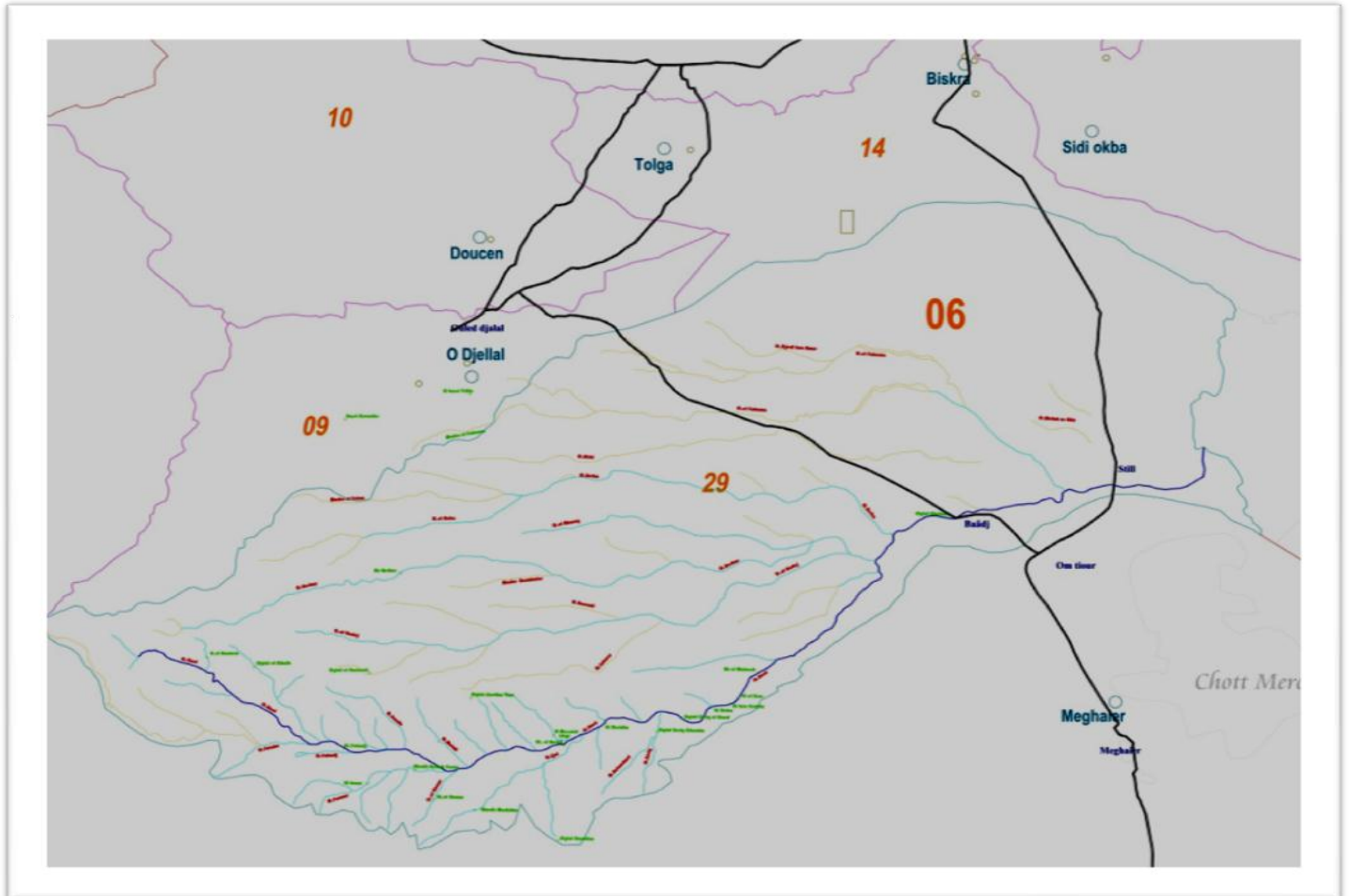
Dans ce stade il faut insister sur le bassin versant alimentant l'oued Ittel.



Figure(I.2): Trajet d'oued Ittel au la région d'étude.

La première étape pratique de notre travail a été la délimitation du bassin versant et ses sous bassins élémentaires.

Le bassin versant de « l'oued Ittel » d'une superficie de 5292.7 km² ; fait parti du grand bassin « Chott Melrhir », qui couvre une superficie de 68751 km² et englobe trente (30) sous bassins versants qui part des crêtes de « Djebel Ammour » à Aflou et s'achève à « chott Melrhir » (**Figure I.3**).

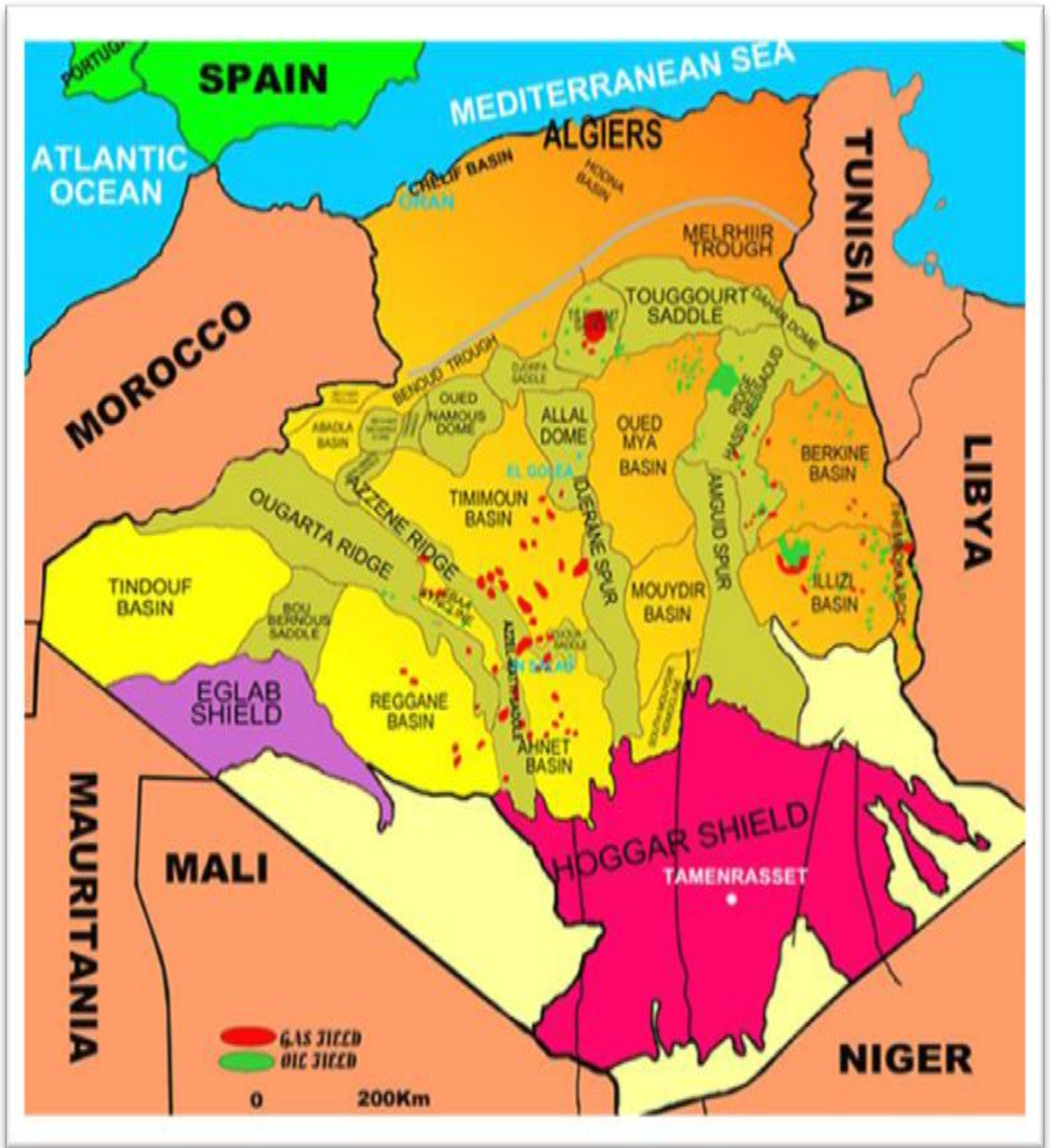


Figure(I.3): Le bassin versant d'ued Ittel D'après Amamra Younes (Etude de protection des villes contre les inondations cas Centre de Still Wilaya d'El M'Ghair 2019-2020)

Nous étudierons le bassin versant d'oued Ittel, Cette unité naturelle sera étudiée sur le plan physique, morphologique; pour caractériser les principaux facteurs naturels intervenant dans l'écoulement et sur le plan hydro climatologique pour évaluer le potentiel hydrique du bassin. Et en suite étudiés la qualité des eaux d'une partie de la nappe phréatique qui se trouve entre les deux commune de : Sttil et Oum Thiour.

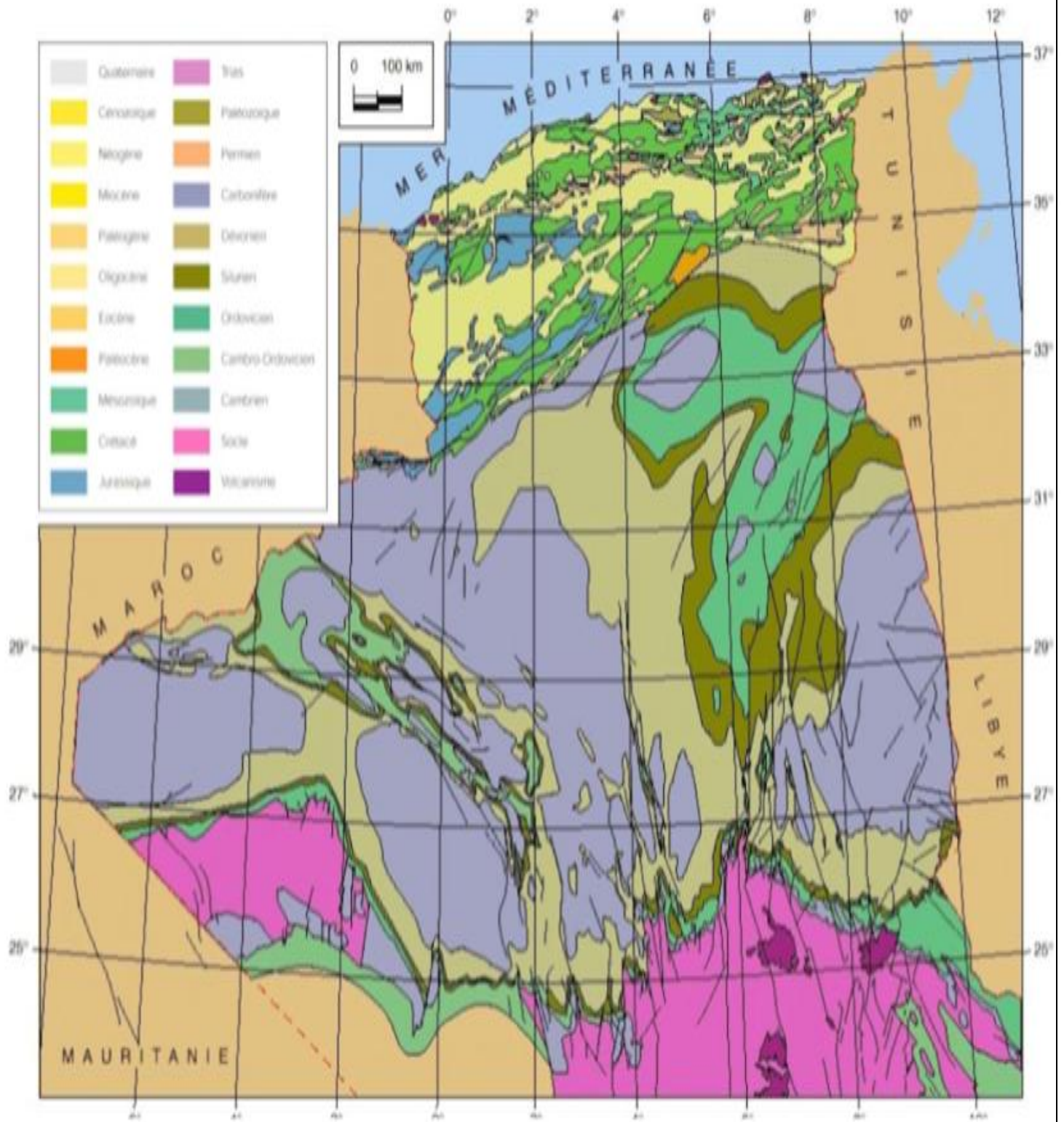
I.2)- Cadre Géologie de la région d'étude :

La **Figure (I.4)** illustre les unités géologique d'Algérie d'où on peut classer notre région d'étude à la fosse de Melrhir.



Figure(I.4): La carte des unités géologique (bassin versant) d'Algérie d'après SONATRACH Division Exploration

La **Figure (I.5)** nous montre les formations géologique qui forment notre Sous bassin versant d'où on distingue deux principaux formations appartient au Paléozoïque qui sont : Silurien - Dévonien.



Figure(I.5): La carte géologique d'Algérie SONATRACH Division Exploration.

I.2.1)-Le Paléozoïque : signifie en grec « la vie ancienne »

C'est une époque géologique qui s'étend de : 250 à 543 millions d'années. Cette époque est parfois appelée « Ère Primaire » (ou des Poissons).

Son début correspond classiquement à l'apparition de nombreux fossiles à coquilles dures, bien que l'on sache maintenant que de tels animaux existent depuis l'époque précédente, l'Édiacarien. Cette période s'achève par une extinction massive.

Le Paléozoïque se décompose en six périodes:

- ✧ Permien (250-295 Ma) ;
- ✧ Carbonifère (295-355 Ma) ;
- ✧ Dévonien (355-408 Ma) ;
- ✧ Silurien (408-439 Ma) ;
- ✧ Ordovicien (439-488 Ma) ;
- ✧ Cambrien (488-543 Ma).

I.2.1.1) Silurien :

Le Silurien est divisé en quatre époques bien que certains auteurs le découpent toutefois en trois (Silurien supérieur, moyen et inférieur).

Pridoli	Pridolien	(408-416,0 Ma)
Ludlowien	Ludfordien	(418.7-421,3 Ma)
	Gorstien	(421.3-422.9 Ma)
Wenlockien	Homérien	(422.9-426,2 Ma)
	Sheinwoodien	(426.2-428,2 Ma)
Llandovérien	Télychien	(428.2-436,0 Ma)
	Aéronien	(436.0-439,0 Ma)

Tableau (I.1): Composant de l^{ère} de Silurien.

I.2.1.2) Dévonien :

Le Dévonien est subdivisé en trois époques, le Dévonien supérieur, moyen et inférieur.

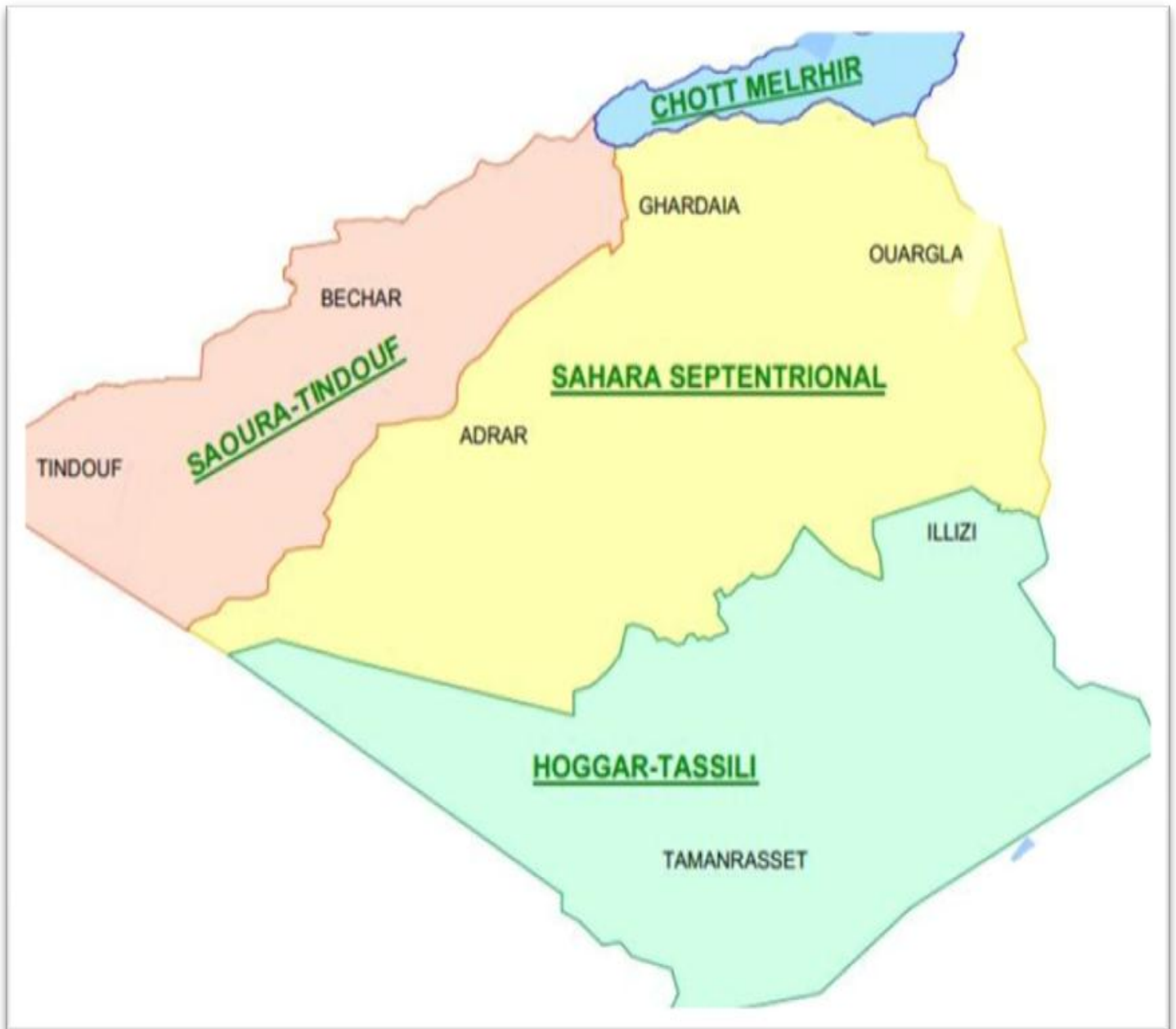
Supérieur	Famennien	(374,5 ± 2,6 à 359,2 ± 2,5 Ma)
	Frasnien	(385,3 ± 2,6 à 374,5 ± 2,6 Ma)
Moyen	Givétien	(391,8 ± 2,7 à 385,3 ± 2,6 Ma)
	Eifelien	(397,5 ± 2,7 à 391,8 ± 2,7 Ma)
Inférieur	Emsien	(407,0 ± 2,8 à 397,5 ± 2,7 Ma)
	Praguien	(411,2 ± 2,8 à 407,0 ± 2,8 Ma)
	Lochkovien	(416,0 ± 2,8 à 411,2 ± 2,8 Ma)

Tableau (I.2): Composant de l^{ère} de Dévonien. (**Ma** : million d'année)

I.3)-Hydrogéologie de la région :

Le Sahara algérien est subdivisée en quatre unités hydrogéologiques (**Figure I.5**) qui sont :

- 01)- L'unité de Saoura-Tindouf ;
- 02)- L'unité du Chott Melrhir ;
- 03)- L'unité du Sahara septentrional ;
- 04)-L'unité du Hoggar-Tassili.



Figure(I.5): Les unités hydrogéologiques du Sahara algérien d'après ANRH.

La région connaît trois types des Aquifères :

La nappe phréatique ; le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT)

I.3.1)-La nappe phréatique :

Une nappe phréatique (en grec "phréar" qui veut dire "puits") est une masse d'eau contenue dans les fissures du sous-sol ; elle est accessible généralement par le puits ou par le forage.

I.3.2)-Le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT) :

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional « SASS » s'étend sur une vaste zone dont les limites sont situées en Algérie, Tunisie et Libye. Ce bassin englobe une série de couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

Le terme du «Continental intercalaire » : désigne d'après son auteur (C. Kilian, 1932), un épisode continental localisé entre deux cycles sédimentaires marins: à la base, le cycle du paléozoïque qui achève l'orogénèse hercynienne, au sommet, le cycle du Crétacé supérieur .

Le Complexe Terminal : est un ensemble assez peu homogène incluant des formations carbonatées du Crétacé supérieur et des épisodes détritiques du Tertiaire et principalement du Miocène.

La transmissivité :

Elle permet d'évaluer le débit que peut capter un forage. C'est un paramètre qui régit le débit d'eau qui s'écoule par unité de largeur de l'aquifère, sous l'effet de du gradient hydraulique, incluant l'épaisseur de l'aquifère.

On peut citer quelques valeurs qui l'indiquent : (Franlab, 1972).

✓ Bordure sud-atlasique (Oued Righ-Nord)

Des essais de pompage ont été réalisés dans la région de Biskra (nappe de Tolga) sur des forages captant les niveaux aquifères du Complexe terminal localisés dans les sables miopliocènes et dans les calcaires éocènes ou sénoniens. Ils donnent (SCET, 1972) des valeurs de transmissivités qui s'échelonnent en deux plages :

- 1 à $10 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ (nappes des sables),
- 10 à $50 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ (nappes des calcaires)

D'autres essais réalisés sur les forages d'Oued Righ-Nord, ont donné des valeurs de transmissivité qui s'échelonnent entre

- 1 et $25 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$.

Les plus fortes valeurs de transmissivité sont obtenues dans la région d'Oued Righ-Sud où les forages captent préférentiellement, les niveaux sableux. Elles varient entre :

- 1 et $130 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$.

I.4)- Contexte climatologique :

L'Algérie, est partagée en trois zones climatiques distinctes, la première à climat méditerranéen au Nord, la seconde semi-aride vers l'intérieur du pays (hauts plateaux) et enfin un climat aride qui caractérise le grand Sahara.

Les conditions climatiques jouent un rôle déterminant sur le régime d'un cours d'eau, ces sont les précipitations surtout liquides, qui constituent le facteur essentiel intervenant par : leur répartition annuelle et mensuelle, leur total journalier.

Ces différents aspects des précipitations sont plus ou moins modifiés selon un effet combiné des autres paramètres physiques (altitude et exposition) et climatiques : la température, l'évaporation, l'évapotranspiration, les vents et l'humidité aussi ; des facteurs qui influent sur l'écoulement et le régime hydrologique du bassin versant.

I.4.1)- Choix de la station météorologique :

Malheureusement, aucune station météorologique ou pluviométrique n'est envisagée dans le bassin. Alors, nous sommes obligés de baser sur les données climatiques des stations les plus proches, pour cela on utilise (**Figure I.6**) qui montre la répartition spatiale des stations disponibles dans la région :

Il est clair que l'unique station la plus proche est celle de Biskra situé à l'Aéroport de la wilaya.

Station	Code A.N.R.H	Altitude (m)	Longitude	Latitude
BISKRA	061416	120	5°73'E	34°80'N

Tableau (I.3): Coordonnées géographiques de la station météorologique de la ville de Biskra (ONM, 2016)

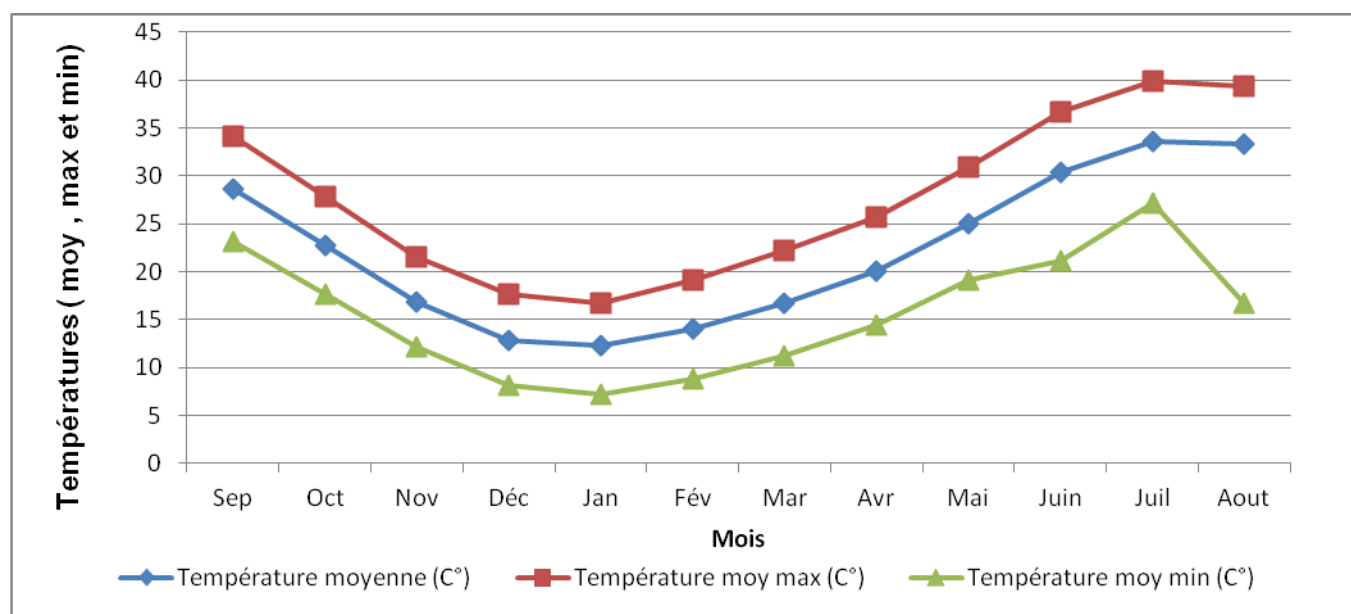
I.4.2)- Température:

La température est un facteur très important, qui conditionne les phénomènes et les paramètres du bilan hydrologique en particulier.

L'étude des températures moyennes mensuelles et annuelles est primordiale, car c'est elles qui nous permettent d'évaluer les déficits d'écoulement des bassins versants (**Tableau I.4**).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Température moyenne (C°)	28.71	22.78	16.88	12.86	12.35	14.03	16.76	20.11	25.02	30.45	33.56	33.28
Température moy max (C°)	34.19	27.90	21.57	17.6	16.69	19.17	22.27	25.73	30.86	36.68	39.93	39.35
Température moy min (C°)	23.16	17.65	12.15	8.11	7.16	8.86	11.25	14.43	19.11	21.15	27.14	16.69

Tableau (I.4): Les températures moyennes mensuelles enregistrées à la station de Biskra (1977-2002).



Figure(I.7): les températures moyennes mensuelles interannuelles maximales et minimales (1977-2002)

D'après le **Tableau (I.4)** et la **Figure(I.7)**, l'un des points essentiels qu'il faut retenir c'est la division de l'année en deux saisons thermiques :

-La saison chaude s'étend de mai à octobre, mais pendant lesquels les températures moyennes sont supérieures à la moyenne annuelle qui est de 22c°. Avec un maximum en juillet ou août, qui atteint environ la valeur de 40c° alors que la saison froide correspond à la période entre novembre et avril avec un minimum en janvier de 7.16 c°.

-L'amplitude thermique annuelle qui traduit la différence entre la température moyenne du mois le plus chaude et celle du mois le plus froid est environ 17c° pour la station de Biskra.

I.4.3)- Autres facteurs climatiques :

Les facteurs climatiques jouent un rôle important dans le comportement hydrologique des cours d'eau alimentant un bassin versant.

Pour la station de Biskra, elles sont fournies par l'ANRH de Biskra, pour une période de 10 ans (1990 - 2000) dans le tableau n°05 qui résume ces principales données qui complètent l'analyse climatique du bassin versant.

Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moyenne
Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s)												
5.02	5.06	5.10	5.14	4.76	5.77	5.88	5.98	5.61	5.31	4.85	4.33	5.24
Fréquence mensuelle du sirocco												
Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moyenne
1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.8	0.7	1.8	1.1	1.2	8.00
Humidité relative moyenne mensuelle (%)												
Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moyenne
38.45	45.46	52.36	57.18	58.18	48.82	43.43	37.55	32.54	28.82	26.55	29.09	41.54
Insolation moyenne mensuelle (heure)												
Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moyenne
272	263	228	226	220	248	266	294	324	336	368	341	282.17
Evaporation moyenne mensuelle (mm)												
Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moyenne
329.18	246.45	163.6	123	119.09	156	205.9	293	354.64	413.2	450.9	412.2	3267.67

Tableau (I.5): Données d'observations des autres paramètres climatiques à la station de Biskra (1990-2000).

a)-Les vents: sont caractérisés par leurs direction, leur vitesses et leur intensités, ils exercent une action destructrice ; augmentant l'évapotranspiration et les phénomènes érosifs, ceux de l'été sont de direction Sud/Est -Nord/Ouest, sous forme de Sirocco asséchant les vents des sables caractéristiques dans cette partie de la région, sont fréquents pendant les mois de mars, avril et mai. Cependant, on peut noter leur apparition pendant les autres saisons avec une faible fréquence.

b)-L'humidité relative : d'après la série de données des 10 années d'observations on constate que :

- La moyenne minimale annuelle est de 26.55%.
- La moyenne maximale annuelle est de 58.18%.

Le nombre d'heures moyennes d'ensoleillement par jour est de 9,28 heures.

c)-L'insolation mensuelle: effective est à la moyenne 282.17 heures, le maximum (368 heures) est enregistré en juillet et le minimum (220 heures) en janvier.

d)-L'évaporation: est un paramètre étroitement lié à la température, les quantités d'eaux évaporées sont aussi relativement importants.

L'évaporation est mesurée par évaporomètre de « Piche » est l'appareil le plus fréquemment utilisé dans les stations du réseau O.N.M en Algérie, ce qui est le cas de la station de Biskra :

- L'évaporation moyenne mensuelle=272.27mm.
- L'évaporation moyenne maximale=450.90mm.
- L'évaporation moyenne minimale=123.0mm.

Cette différence de l'évaporation démontre que le phénomène de cette dernière doit être régi par un autre facteur que la température, tel que la vitesse de vent, le taux d'humidité, le taux d'ensoleillement et le couvert végétal.

1.4.4)- Pluviométrie :

La pluviométrie dans les zones sahariennes se caractérise par la rareté et par des faibles quantités annuelles.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Pluie moyenne	12.5	9.65	15.6	8.89	14.5	5.98	13.4	12.7	8.25	5.55	0.618	3.68	111.30

Tableau (I.6): Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à la station de Biskra (1971-2004).

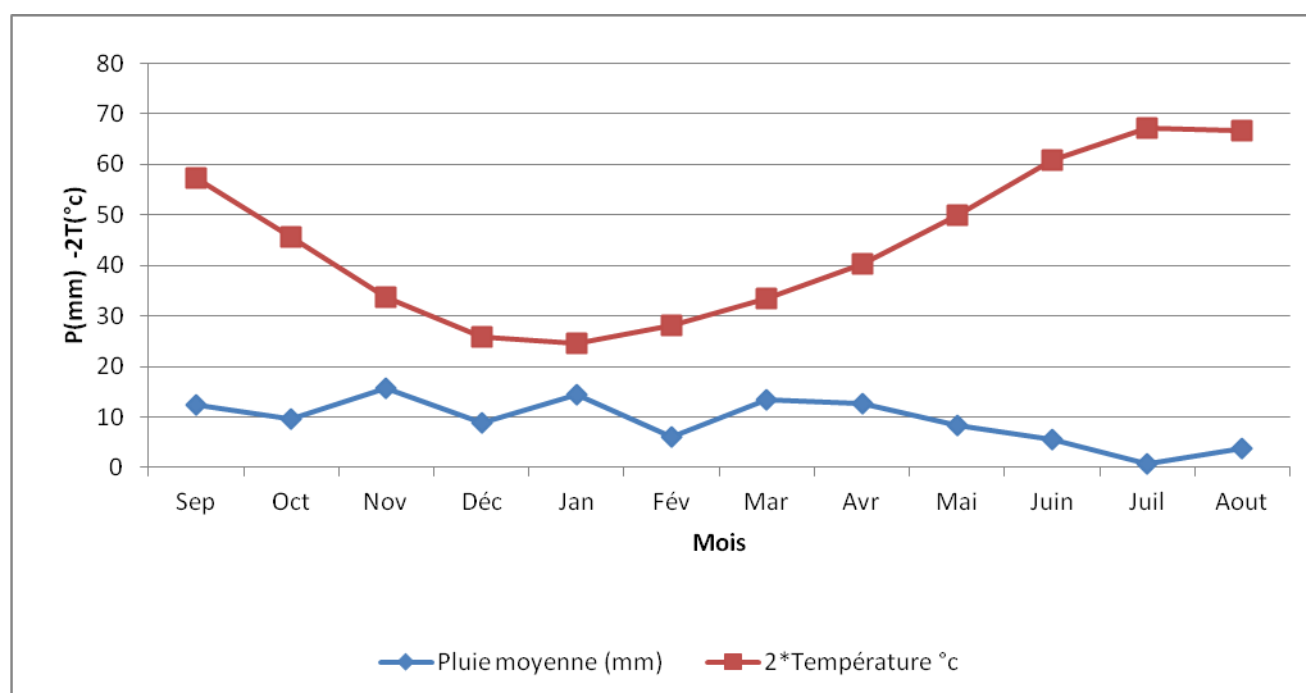
I.5)- le régime climatique du bassin :

La combinaison des deux principaux facteurs climatiques températures et précipitations est intéressante dans la mesure, où elle permet de déterminer les mois véritablement secs, qui correspondent selon la définition de « F. Bagnouls et H.Gaussen », au mois où le total de précipitations est inférieur au double de la température moyenne mensuelle.

Pour avoir la relation entre la température et la précipitation on utilise le diagramme ombrothermique de « Gaussen et Bagnouls » (**Figure I.8**) : Diagramme n°01, qui est établi à partir des données de températures moyennes mensuelles et des précipitations moyennes mensuelles avec une échelle $P=2T$, qui sont représentées dans le **Tableau (I.7)**.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Pluie moyenne (mm)	12.5	9.65	15.6	8.89	14.5	5.98	13.4	12.7	8.25	5.55	0.618	3.68
Température °c	28.71	22.78	16.88	12.86	12.35	14.03	16.76	20.11	25.02	30.45	33.56	33.28

Tableau (I.7): Température moyennes mensuelles et précipitations moyennes.



Figure(I.8): Diagramme ombrothermique de la station de Biskra.

Comme la montre le diagramme ombrothermique de la station de Biskra, on observe une saison sèche de deux mois.

I.6)- L'évapotranspiration:

L'évapotranspiration : est la restitution de l'eau sous forme de vapeur de la surface terrestre quelque soit sa nature (sols, végétaux et eaux libres) à l'atmosphère.

Il est utile de distinguer entre la notion d'évapotranspiration potentielle **ETP**, qui est la quantité d'eau nécessaire à la transpiration non ralentie, d'un tapis végétal couvrant entièrement le sol et alimenté régulièrement en eau.

Elle commande les excès et les déficits des régions humides ou arides, l'évapotranspiration réelle **ETR** c'est le retour de l'eau à l'atmosphère sous forme de vapeur, elle résulte de deux phénomènes ; l'un physique (évaporation) et l'autre biologique (transpiration).

Bien souvent, L'évapotranspiration est calculée plus que mesurée, en jouant sur les paramètres thermiques et les vents.

De nombreuses formules ont été établies pour calculer l'ETP, les noms de Penman, Thornthwaite et Turc sont associés à des formules de l'évapotranspiration potentielle.

Pour notre région, on a utilisé la formule dite ETP ANRH-Penman.

I.6.1)- Formule dite ANRH (1997) :

ETP « ANRH-Penman » permet d'évaluer l'évapotranspiration potentielle de Penman à partir de la seule mesure de la température moyenne mensuelle correspondante de la connaissance du mois et de la position géographique.

C'est donc à partir de cette formule la connaissance des ETP à partir de l'information thermométrique.

La formule est la suivante :

$$ETP_{ANRH} = K_r * K_m * (H - 187) * (0.032 * T + 0.07)$$

Avec :

ETP ANRH : est exprimé en mm par mois dont les valeurs sont calculées (voir le tableau (I.10)).

Kr : c'est un coefficient régional, que l'on peut lire (voir le tableau (I.8)).

Km : c'est un coefficient mensuel dont les valeurs sont données (voir le tableau (I.9)).

H : la durée mensuelle d'insolation (en heure par mois) données (voir le Tableau (I.5)).

T : la température moyenne mensuelle pour le mois considéré et exprimée en c°.

Nom	Kr	cor	Kr	Cor,	Nom	Kr	cor	Kr	Cor	Nom	Kr	cor	Kr	Cor
Aïn sefra	1,21	1,11	9%		Dellysafir	0,87	0,87	0%		Mostaganem	0,87	0,87	0%	
Annaba	0,91	0,91	0%		Djelfa	1,10	1,04	5%		Msila	1,12	1,12	0%	
Arzew	0,97	0,97	0%		El kheiter	1,15	1,24	-7%		Naama	1,11	1,11	0%	
Barika	1,24	1,24	0%		Elbayadh	1,23	1,23	0%		Oran	0,99	0,99	0%	
Batna	1,12	1,12	0%		Elmilia	0,79	0,79	0%		Oumelbouaghi	0,92	0,92	0%	
Bbarreridj	1,07	1,07	0%		Ghazaouet	0,81	0,81	0%		Saida	1,01	1,01	0%	
Bechar	1,32	1,32	0%		Guelma	0,83	0,83	0%		Setif	1,04	1,04	0%	
Bejaia	0,92	0,92	0%		Jijelaer	0,79	0,79	0%		Sidibelabbes	0,94	0,94	0%	
Benisaf	0,88	0,88	0%		Jijelpport	0,79	0,79	0%		Skikda	0,86	0,86	0%	
Biskra	1,26	1,26	0%		Ksarchellala	1,09	1,09	0%		Soukahras	0,99	0,99	0%	
Bou saada	1,10	0,93	18%		Maghnia	0,93	0,93	0%		Tebessa	1,00	1,00	0%	
Bouira	1,04	1,04	0%		Mascara	0,95	0,95	0%		Tenes	0,95	0,95	0%	
Chlef	0,93	0,93	0%		Mecheria	1,14	1,14	0%		Tiaret	1,08	1,14	-6%	
Constantine	0,91	0,91	0%		Medea	1,05	1,05	0%		Tiziouzou	0,83	0,83	0%	
Darelbeida	0,89	0,89	0%		Miliana	0,97	0,97	0%		Tlemcensen	0,93	0,93	0%	

Tableau (I.8): Coefficient correctif " K_r " .

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
K_m	0,96	1,22	1,11	1,17	1,02	1,00	0,97	0,97	0,98	0,90	0,90	0,86

Tableau (I.9): Evolution du coefficient correctif mensuel " K_m " .

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
H(h/mois)	272	263	228	226	220	248	266	294	324	336	368	341
Km	0.96	1.22	1.11	1.17	1.02	1.00	0.97	0.97	0.98	0.90	0.90	0.86
Km(H-187)	81.6	92.72	45.51	45.63	33.66	61	76.63	103.79	134.26	134.1	162.9	132.44
Kr	1.26											
Température	28.71	22.78	16.88	12.86	12.35	14.03	16.76	20.11	25.02	30.45	33.56	33.28
ETP (mm/mois)	101.66	93.34	34.99	27.68	19.73	39.89	58.54	93.31	147.28	176.47	234.79	189.40

Tableau (I.10): Résultats de la méthode dite ANRH Penman.**Conclusion :**

L'analyse lithostartigraphique montre que le système hydrogéologique de la région est composé de trois nappes aquifères ; la première correspondant au Continental, la deuxième est représentée par le Complexe Terminal et la dernière qui surplombe les deux premières et qui correspond à la nappe phréatique.

Le relief de la région d'étude est presque plat due à l'absence des montagnes.

Le climat de la région est de type saharien se caractérisant par des températures élevées, un faible taux des précipitations, d'une évaporation intense et d'un rayonnement solaire excessif.

Le bilan hydrique est déficitaire ; l'excédent est nul et la RFU est épuisée durant toute l'année.

Chapitre II

Hydrologie d'oued Ittel

INTRODUCTION :

Le bassin hydrographique, ou bassin versant est l'unité où le cadre de toute étude hydrologique.

Les limites d'un bassin sont formées par les lignes de partage des eaux ; qui le séparent des bassins adjacents. Elles sont facilement réparables dans les régions où le relief est bien marqué, il n'en est pas de même dans les régions très plates, où les eaux divaguent dans celle où les écoulements temporaires se perdent dans les sables ou dans les cuvettes désertiques.

Dans un bassin hydrographique, la topographie ou le système de pentes commande la trajectoire des écoulements et l'organisation du drainage ou réseau hydrographique, celui-ci dépend de l'alimentation en eau. Le terme de bassin hydrographique est parfois remplacé par celui du bassin versant ; qui désigne la surface d'interception des précipitations alimentant un cours d'eau.

II.1)- Les caractéristiques morpho-métriques du bassin:

Les différents paramètres morpho-métriques du bassin notamment, la forme, l'altitude caractéristique, la pente et le relief interviennent souvent de façon combinée dans les modalités de l'écoulement, donc il convient de les préciser dès le début de toute étude.

II.1.1)- La superficie du bassin:

La surface du bassin versant est la première et la plus importante des caractéristiques. Elle s'obtient par planimétrie sur une carte topographique après que l'on y ait tracé les limites topographiques et éventuellement hydrogéologiques. La surface « A » d'un bassin s'exprime généralement en km².

La surface du bassin d'un cours d'eau donné en un point de ceci est l'aire limitée par le contour, à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce point.

La superficie d'un bassin versant est une dimension importante à connaître, car elle est la base de tous les calculs hydrologiques (bilan, module, débit spécifique ... etc).

La mesure de cette surface suppose d'abord la délimitation du bassin par la ligne de partage des eaux qui est matérialisée par les lignes de crêtes.

En absence des zones montagneuses, les limites du bassin de l'oued Ittel ne sont pas nettes pour cela on se basant à la délimitation de l'ANRH de Biskra. De ce fait, le calcul de la superficie se fait par la planimétrie du bassin **Tableau (II.01)**.

Le bassin versant « code 06/29 » s'étend sur 5292.70km²; on distingue quatre sous bassins :

- 1-Le sous bassin de « oued Fahama »;
- 2-Le sous bassin de « oued Zerba » ;
- 3-Le sous bassin de « oued Besbas » ;
- 4-Le sous bassin de « oued Ittel ».

Bassin versant	Superficie (km2)
Fahama	1271.79
Zerba	650.44
Besbas	1185.31
Ittel	2185.16
Total 06/29	5292.70

Tableau (II.01): Superficie du bassin versant d'oued Ittel.

II.1.2)- L'orographie:

La plupart des facteurs météorologiques et hydrologiques sont en fonction de l'altitude car c'est de la pente du relief dont dépend le gradient pluviométrique et thermique, ainsi que la vitesse d'écoulement qui sera en principe plus importante en montagne qu'en plaine.

La répartition du bassin versant (en km² et en % de la superficie totale) par tranches d'altitudes est consignée dans les **Tableaux (II.02)-(II.03)-(II.04)-(II.05)**; qui nous renseigne sur les altitudes caractéristiques du bassin.

Altitude(m)		Bassin « Oued Fahama »			
		Superficie partielle		Superficie partielle	
		Km2	%	Km2	%
325	300	11.95	0.94%	11.95	0.94%
300	275	50.31	3.96%	62.27	4.90%
275	250	56.52	4.44%	118.79	9.34%
250	225	79.28	6.23%	198.07	15.57%
225	200	111.06	8.73%	309.14	24.31%
200	175	103.10	8.11%	412.23	32.41%
175	150	136.49	10.73%	548.72	43.15%
150	125	122.87	9.66%	671.59	52.81%
125	100	161.77	12.72%	833.36	65.53%
100	75	251.73	19.79%	1,085.09	85.32%
75	50	121.22	9.53%	1,206.31	94.85%
50	25	59.70	4.69%	1,266.01	99.55%
25	0	5.78	0.45%	1,271.79	100.00%

Tableau (II.02): La répartition altimétrique du bassin de « l'oued Fahama »

Altitude(m)		Bassin « Oued Zerba »			
		Superficie partielle		Superficie partielle	
		Km ²	%	Km ²	%
425	400	10.47	1.61%	10.47	1.61%
400	375	43.39	6.67%	53.86	8.28%
375	350	78.17	12.02%	132.03	20.30%
350	325	49.83	7.66%	181.86	27.96%
325	300	73.06	11.23%	254.92	39.19%
300	275	55.96	8.60%	310.88	47.80%
275	250	49.38	7.59%	360.27	55.39%
250	225	55.74	8.57%	416.01	63.96%
225	200	23.28	3.58%	439.28	67.54%
200	175	43.37	6.67%	482.66	74.20%
175	150	50.14	7.71%	532.79	81.91%
150	125	63.79	9.81%	596.59	91.72%
125	100	52.74	8.11%	649.33	99.83%
100	75	1.11	0.17%	650.44	100.00%

Tableau (II.03): La répartition altimétrique du bassin de « l'oued zerba »

Altitude(m)		Bassin « Oued Besbas »			
		Superficie partielle		Superficie partielle	
		Km ²	%	Km ²	%
475	450	6.86	0.58%	6.86	0.58%
450	425	39.94	3.37%	46.80	3.95%
425	400	41.23	3.48%	88.03	7.43%
400	375	63.92	5.39%	151.95	12.82%
375	350	80.73	6.81%	232.68	19.63%
350	325	103.34	8.72%	336.02	28.35%
325	300	96.69	8.16%	432.71	36.51%
300	275	77.80	6.56%	510.51	43.07%
275	250	135.69	11.45%	646.21	54.52%
250	225	136.92	11.55%	783.12	66.07%
225	200	100.73	8.50%	883.86	74.57%
200	175	108.57	9.16%	992.42	83.73%
175	150	99.26	8.37%	1,091.68	92.10%
150	125	77.40	6.53%	1,169.09	98.63%
125	100	16.23	1.37%	1,185.31	100.00%

Tableau (II.04): La répartition altimétrique du bassin de « l'oued Besbas »

Altitude(m)		Bassin « Oued Ittel »			
		Superficie partielle		Superficie partielle	
		Km ²	%	Km ²	%
506	475	24.60	1.13%	24.60	1.13%
475	450	44.25	2.03%	68.85	3.15%
450	425	40.71	1.86%	109.56	5.01%
425	400	76.86	3.52%	186.42	8.53%
400	375	118.30	5.41%	304.73	13.95%
375	350	151.27	6.92%	456.00	20.87%
350	325	162.41	7.43%	618.41	28.30%
325	300	166.19	7.61%	784.60	35.91%
300	275	180.55	8.26%	965.14	44.17%
275	250	150.45	6.89%	1,115.59	51.05%
250	225	153.69	7.03%	1,269.28	58.09%
225	200	146.50	6.70%	1,415.79	64.79%
200	175	102.43	4.69%	1,518.22	69.48%
175	150	97.69	4.47%	1,615.91	73.95%
150	125	63.81	2.92%	1,679.72	76.87%
125	100	86.86	3.97%	1,766.58	80.84%
100	75	59.36	2.72%	1,825.94	83.56%
75	50	81.50	3.73%	1,907.44	87.29%
50	25	182.25	8.34%	2,089.69	95.63%
25	0	95.47	4.37%	2,185.16	100.00%

Tableau (II.05): La répartition altimétrique du bassin de « l'oued Ittel »

****Caractéristiques des altitudes (hypsométrie)**

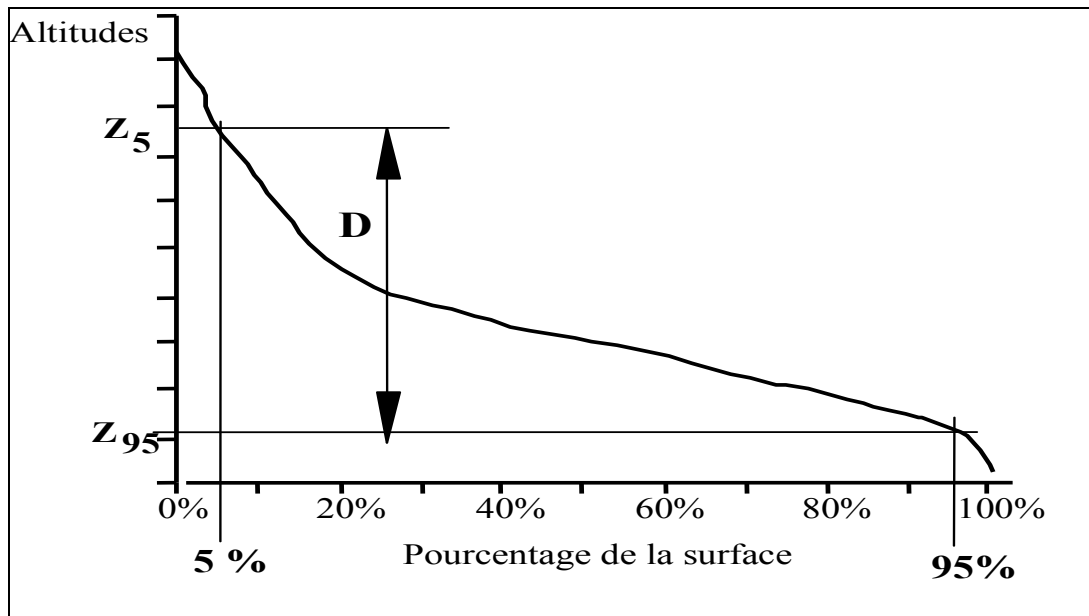
En général, on ne s'intéresse pas à l'altitude moyenne mais plutôt à la dispersion des altitudes.

L'étude statistique permet de tracer la "courbe hypsométrique".

Cette courbe donne la surface S (en km² ou en % de la surface totale) où les altitudes sont supérieures à une cote h donnée Cette courbe est établie en planimètres pour différentes altitudes les surfaces situées au-dessus de la courbe de niveau correspondante. Cette méthode est précise mais fastidieuse.

Une autre consiste à échantillonner les altitudes selon un maillage carré. On admet alors que l'altitude au centre d'une maille est égale à l'altitude moyenne de la maille.

Bien souvent, on définit la "dénivelée D" comme étant la différence de cote entre H₅ % et H₉₅ % :



$$D = H_{5\%} - H_{95\%}$$

L'altitude moyenne :

$$H_{moy} = \frac{\sum S_i * H_i}{S}$$

H_{moy} : Altitude moyenne

H_i : Altitude moyenne entre deux courbes de niveaux (m)

S_i : Surface cumulée entre deux courbes de niveaux (Km²)

S : Surface total du bassin versant (Km²)

Bassin versant	H max (m)	H min (m)	H max-H min (m) Dénivelée	H moy (m)
Fahama	325	19	306	144.66
Zerba	425	78	347	257.42
Besbas	475	100	375	267.98
Ittel	506	0	506	238.17

Tableau (II.06): Altitudes caractéristiques des bassins élémentaires d'oued Ittel.

Le bassin de l'oued Ittel atteint 506 m à son point culminant au sommet de Monts du Zeb (ligne de partage entre notre oued et celle d'oued Djedi), tandis que le point le plus bas correspond à la l'intersection avec la ville de Still « Altitude : 0m » (la partie qui nous concerne du bassin). Tant dit que l'oued continuera son parcours vers son exutoire naturel « Chott Melrhir ».

Donc la dénivelée totale sera : 506 m. L'altitude moyenne sur l'ensemble du bassin de l'oued Ittel est de 238.17m, déduite de la courbe hypsométrique, elle est plus forte dans les deux bassins élémentaires « Zerba et Besbas » et n'est que de 144.66m sur le bassin de l'oued Fahama.

Ces valeurs moyennes et extrêmes n'ont qu'une valeur indicative, dont le rôle se limite à comparer les bassins élémentaires entre eux, alors que la répartition hypsométrique de chaque secteur est plus significative.

Bassin versant	H 5% (m)	H 50% (m)	H 95% (m)
Fahama	287	145	62
Zerba	399	280	127
Besbas	430	272	152
Ittel	438	267	39

Tableau (II.07): Altitudes caractéristiques des bassins élémentaires d'oued Ittel.

Les courbes montrent l'importance et la distribution de chaque tranche d'altitude dans les sous bassins et appellent les constatations suivantes :

Les secteurs de haute altitude (supérieur à 400 m) sont très peu étendus dans le bassin, ils correspondent aux sommets des monts du Zeb.

Dans le bassin élémentaire d'oued El Fahama, cette tranche est nulle de sa surface totale parce que le pic du B.V.E situe au milieu du sous bassin « limites sud d'oued Djalal ».

Dans le bassin élémentaire d'oued Zerba, cette tranche est d'environ 5% de sa surface totale.

Dans le bassin élémentaire d'oued Besbas, cette tranche représente 10% de la surface du sous bassin. Alors que le secteur d'altitude inférieur à 100 m, correspond exclusivement aux vallées drainées par l'oued Fahama et oued Ittel soit 25% pour le premier et 20% pour le deuxième.

La tranche d'altitude dominante, diffère d'un B.V.E à un autre **Tableau (II.07).**

II.1.3)- La forme des bassins :

La forme d'un bassin versant à une influence sur l'écoulement et surtout sur l'allure de l'hydrogramme de crue, ainsi un bassin très allongé ne réagira pas de la même façon qu'un bassin de forme ramassée, si les autres conditions sont par ailleurs égales.

On exprime cette caractéristique par les différents indices, dont l'indice de compacité (I_c) de Graveluis qui est défini comme le rapport du périmètre stylisé du bassin au périmètre d'un cercle ayant la même surface, plus cet indice se rapproche de l'unité plus le bassin aura une surface ramassée et plus le temps de concentration de l'eau sera court.

$$I_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

A : surface.

P : périmètre du bassin versant

Bassin versant	S (Km2)	S (%)	L (km)	Ic
Fahama	1271.79	24.02%	198.331	1.569
Zerba	650.44	12.29%	182.715	2.021
Besbas	1185.31	22.40%	190.157	1.558
Ittel	2185.16	41.29%	378.209	2.282

Tableau (II.08): Indices de compacité pour les bassins élémentaires d'oued Ittel.

Les résultats de calcul (**Tableau II.08**) permettent de montrer que :

- Les deux BVE d'oued Ittel et Oued Zerba sont plus allongées que les deux autres BVE c'est-à-dire leurs risque est moins importance (de point de vue morphologique).
- Le BVE d'oued Ittel est classé en premier en matière de surface (41.29%) suivi par les deux bassins « Fahama et Besbas » (24.02% et 22.40%) d'où le dernier est BVE « Zerba » de 12.29%.
- Environ 46% de la superficie totale de la région d'études présente un « I_c » faible c'est-à-dire un temps de concentration court \Rightarrow forme risqué en matière de forme.

Cet indice est basé sur des caractères purement géométriques, qui assimilent le bassin versant à un plan horizontal. Donc il ne peut pas prédire de la forme des hydrogrammes des crues, même si ces derniers sont dépendants de la forme du bassin, ceci ne concerne que les bassins de grandes tailles.

L'effet de la surface limite en quelque sorte l'effet des autres facteurs physico-géographiques qui influencent l'écoulement et dont le plus prédominant n'est pas la forme du bassin mais son système de pente.

Donc cet indice de compacité permet de faire des comparaisons, notamment pour les bassins d'un même domaine géographique, mais il est nécessaire de soulever des réserves sur sa fiabilité car il est lié aux mesures de périmètre stylisé, qui dépend directement de la façon de stylisation.

II.1.4)- Le système des pentes :

La pente topographique est un élément capital dans le comportement hydrologique du bassin elle détermine en grande partie l'aptitude des terrains au ruissellement et conditionne la vitesse d'écoulement des eaux de surface par l'effet de la pesanteur.

L'approche de ce paramètre est abordée avec des indices fréquemment utilisés par les hydrologues statisticiens, leurs buts est de caractériser les pentes d'un bassin, de permettre des comparaisons et des classifications, mais les résultats et leur traduction sont d'une précision douteuse d'autant plus qu'ils considèrent le bassin versant homogène et négligent les nuances topographiques qui existent à l'intérieur du bassin, où le comportement hydrologique de ce dernier n'est pas identique sur toute son étendu (voir **Tableau (II.08)**).

L'indice de pente globale : $I_g = \frac{H_u}{L}$ (m/Km)

D'où $H_u = H_{5\%} - H_{95\%}$ et L : longueur équivalent (km)

L'indice de pente de Roche (I_p) :

M. ROCHE a proposé un indice de pente plus facile à calculer : I_p est la moyenne de la racine carrée des pentes mesurées sur le rectangle équivalent, et pondérée par les surfaces.

Par ailleurs, cet indice simple est étroitement corrélé avec l'indice de pente de global ($I_g = 0,8 I_p^2$), avec un coefficient de corrélation de l'ordre de 0,99. (Eléments d'hydrologie de surface, J.P. Laborde école polytechnique de l'université de Nice).

Alors : $I_p = \sqrt{\frac{I_g}{0.8}}$

Dénivelée spécifique (Ds) : $D_s = I_g * \sqrt{S}$

Bassin versant	S(Km2)	L(Km)	I_g	I_p	Ds	Classe de relief
Fahama	1271.79	84.07	6.309	2.81	225.0	Relief assez fort
Zerba	650.44	83.60	10.665	3.65	272.0	Relief fort
Besbas	1185.31	80.36	8.075	3.18	278.0	Relief fort
Ittel	2185.16	176.80	8.536	3.27	399.0	Relief fort

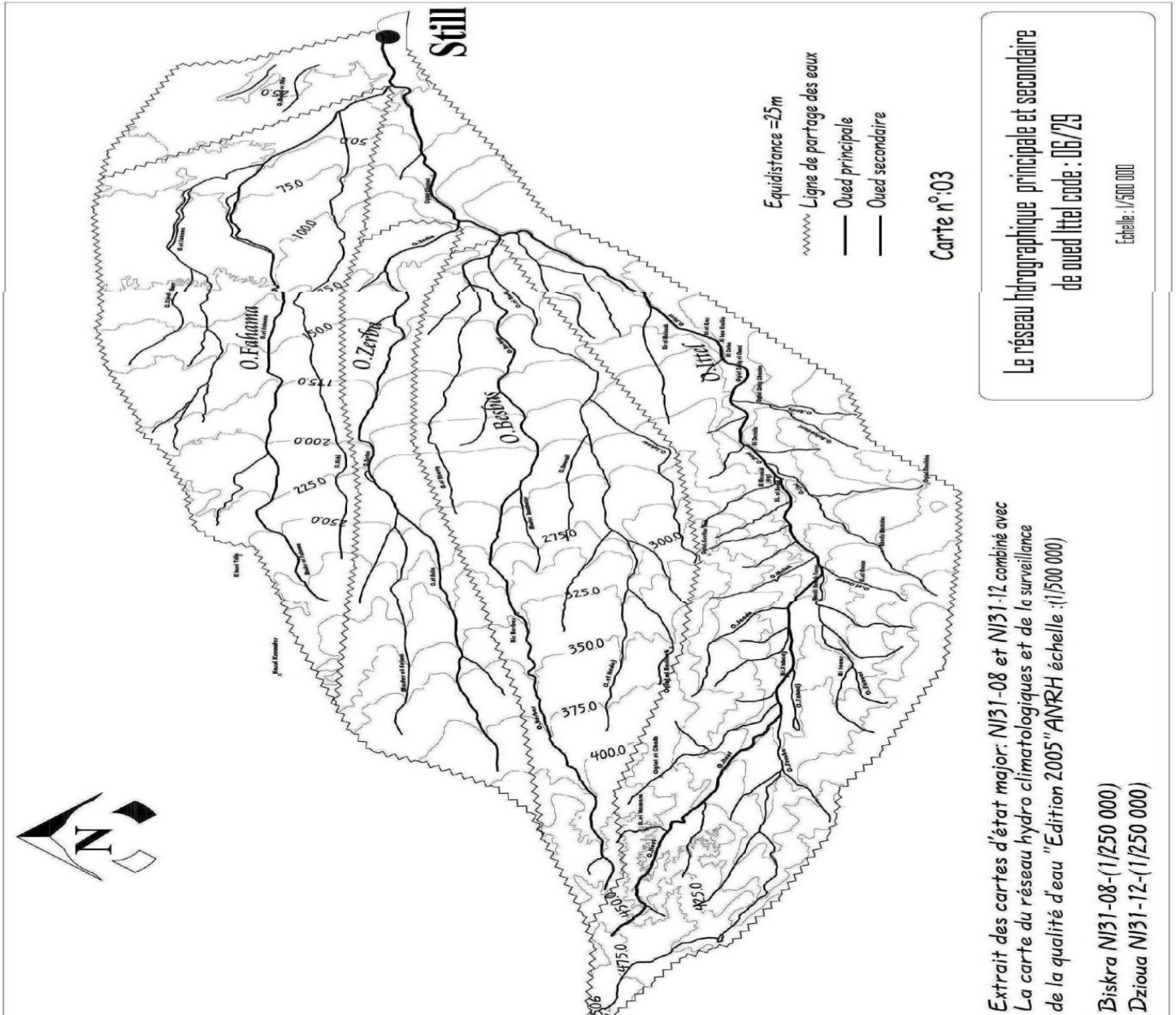
Tableau (II.09): Indices des pentes pour les bassins élémentaires d'oued Ittel.

II-2) Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est l'ensemble des cours d'eau, affluents et sous affluents permanents ou temporaires, par lesquels s'écoulent toutes les eaux de ruissellement et convergent vers un seul point de vidange du bassin versant (exutoire).

II-2-1)- Présentation :

L'oued Ittel ; c'est le principal dans la région, son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluents et sous affluents, qui collectent les eaux de ruissellement de l'ouest du Zeb qui passe par les rives sud de la ville de Still, avant de se déverser dans le Chott Melrhir .



Figure(II.01): Réseau hydrographique principale et secondaire d'oued Ittel D'après Amamra

Younes (Etude de protection des villes contre les inondations cas Centre de Still Wilaya

d'El M'Ghair 2019-2020)

L'oued Ittel résulte de la jonction de trois affluents secondaires: « oued Fahama », « oued Zerba » et « oued Basbes », qui drainent respectivement une superficie de 1271.79 et 650.44 et 1185.31 km², dont la confluence déverse par la suite Oued Ittel (**Figure II.01**).

L'oued « Fahama » à son tour prend sa naissance du confluent d'un ensemble de chevelu on peut citer les oueds de : « Djedi ben amer » et « Rirhi » sa direction est du Nord vers le sud-est.

Les cours d'eau qui alimente Oued Zerba son peu et on peut citer : Oueds «El Acha » et « El Feiaa ».

L'oued Basbes résulte de la jonction de trois oueds : « El Rhareg », « El Hadej » et « Basbes ».

En fin, l'oued Ittel est formé d'un chevelu relativement dense **Tableau (II.10)** résume la totalité de notre réseau hydrographique :

X	Fahama		Zerba		Besbas		Ittel	
	Nx	Lx(Km)	Nx	Lx	Nx	Lx	Nx	Lx
1	6	112.51	5	52.4	9	154.05	35	300.5
2	2	120.52	1	84.56	2	165.73	7	120.89
3	1	21.3					1	83.49
4							1	35.43
Total		254.33		136.96		319.78		540.31

Tableau (II.10): Classification, longueur et nombre des cours d'eau du bassin

Versant de l'oued Ittel et ses bassins élémentaires.

II-2-2)- Densité de drainage :

La densité de drainage est étroitement liée à deux facteurs principaux : la lithologie et l'abondance des précipitations, elle nous permet d'apprécier le réseau hydrographique dans le bassin versant.

Elle est exprimée par le rapport de la longueur totale des cours d'eau contenues dans un bassin versant (L) à la surface de ce dernier (S).

$$Dd = \frac{L}{A} \text{ en Km/Km}^2$$

D'où

L = Longueur des cours d'eau km.

A : Surface du bassin versant en km².

La mesure de ce paramètre suppose la reproduction de tous les affluents du bassin quel que soit leur ordre.

Nous avons effectué des calculs de la densité de drainage totale, sur les bassins élémentaires de l'oued Ittel **Tableau (II.11)**.

Bassin versant	A(Km2)	L (Km)	Dd
Fahama	1271.79	254.33	0.200
Zerba	650.44	136.96	0.211
Besbas	1185.31	319.78	0.270
Ittel	2185.16	540.31	0.247

Tableau (II.11): Densité de drainage pour les bassins élémentaires d'oued Ittel.

La densité de drainage qui exprime l'analyse générale du relief est variable à l'échelle des sous bassins (entre 0,200 et 0.270 km/km²) où la superficie et la répartition des chevelus hydrographiques jouent un rôle déterminant dans la compensation de la densité de drainage.

II-2-3)- Le temps de concentration:

C'est le temps mis par une particule d'eau tombée sur le point le plus éloigné du bassin versant pour arriver à l'exutoire **Tableau (II.12)**.

Bien que, ce paramètre intervient pour l'étude des crues, le temps de concentration déterminé par la formule de « Giandotti » est largement utilisé, comme paramètre hydrologique de grande importance qui sert aussi à la comparaison des bassins différents.

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 L_p}{0.8\sqrt{H}} \quad \text{« En heure »}$$

Tc : Temps de concentration en heure.

Lp : Longueur du talweg principal (km).

S : Superficie du bassin (km²).

H : Hmoy-Hmin en (m).

Hmoy : Altitude moyenne du bassin en (m).

Hmin : Altitude minimale du bassin (m).

Bassin versant	S(Km2)	Lp (Km)	H(m)	Tc(H)
Fahama	1271.79	90.31	125.66	31.01
Zerba	650.44	84.56	179.42	21.36
Besbas	1185.31	96.43	167.98	27.23
Ittel	2185.16	149.34	238.17	33.29

Tableau (II.12): Temps de concentration pour

les bassins élémentaires d'oued Ittel.

On remarque que le Tc est lent ceci est due à l'absence des montagnes dans la région.

Conclusion :

L'étude hydrogéologie d'oued Ittel ; nous m'entrons qu'il est le principal dans la région, son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluents et sous affluents, qui collectent les eaux de ruissellement de l'ouest du Zeb qui passe par les rives sud de la ville de Still, avant de se déversé dans le Chott Melrhir avec une longueur de 540.31 km dont compose de 04 soue bassin : Fahama, Zerba ; Besbas et Ittel d'une superficie total de : 5292.70Km².

Chapitre III

*La qualité des eaux
d'oued Ittel*

Introduction :

La chimie des différentes sources en eau (eaux souterraines) est souvent influencée par la dissolution des formations géologiques, des rejets industriels et l'activité agricole. En raison de l'utilisation multiple de ces eaux, cette étude a été menée afin de contrôler l'état actuel de la chimie des eaux souterraines de l'aquifère de Miopliocène de la vallée d'Oued Souf, son évolution dans le temps et dans l'espace.

Un plan de travail a été adopté pour atteindre ces buts, il consiste au début à faire un suivi chimique des différents points d'eau appartenant à la zone d'étude, pendant la période de (Mars 2022).

Dans cette partie, nous allons entrer dans les résultats obtenus en laboratoire dans le logiciel de système d'information géographique (S I G).

On sait que les caractéristiques chimiques des eaux souterraines sont presque toujours influencées par la nature physico-chimique du terrain constituant leurs aquifères. De plus la vitesse de circulation dans l'aquifère est un facteur important, suivant lequel les contacts eaux et sol peuvent être court ou long, diminuant ou augmentant, l'importance des échanges ioniques entre l'eau et le terrain qui les contient, par ailleurs on sait que la perméabilité d'un aquifère est un facteur important agissant sur la vitesse de circulation de la nappe contenue suivant sa pente.

Dans le but de participation à l'étude des eaux d'oued Ittel, Nous exposons dans ce chapitre les caractéristiques physico-chimiques de nappe phréatique d'oued Ittel dans la région d'étude grâce à un échantillonnage des eaux de la région d'irrigation et nous allons faire une interprétation des résultats.

III.1)- Description du travail :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.). L'emploi des flacons bien propres en polyéthylène stérilisés, étiquetés sur lesquels on a mentionné le lieu, la date et l'heure du prélèvement de l'eau. Après l'étiquetage des prélèvements, ils sont transportés au laboratoire dans une glacière à une température comprise entre 4°C et 6°C dans les 24 heures afin d'assurer une conservation satisfaisante du Nord-ouest vers le Sud-est.

Dans le cadre de cette étude, on a effectué un échantillonnage au niveau de 13 points d'eau sélectionnés dans le trajet d'oued Ittel durant le mois de Mars 2022 (**Figure III.01**). Ces analyses ont été effectuées au sein de laboratoire de l'Office National d'Assainissement (ONA).

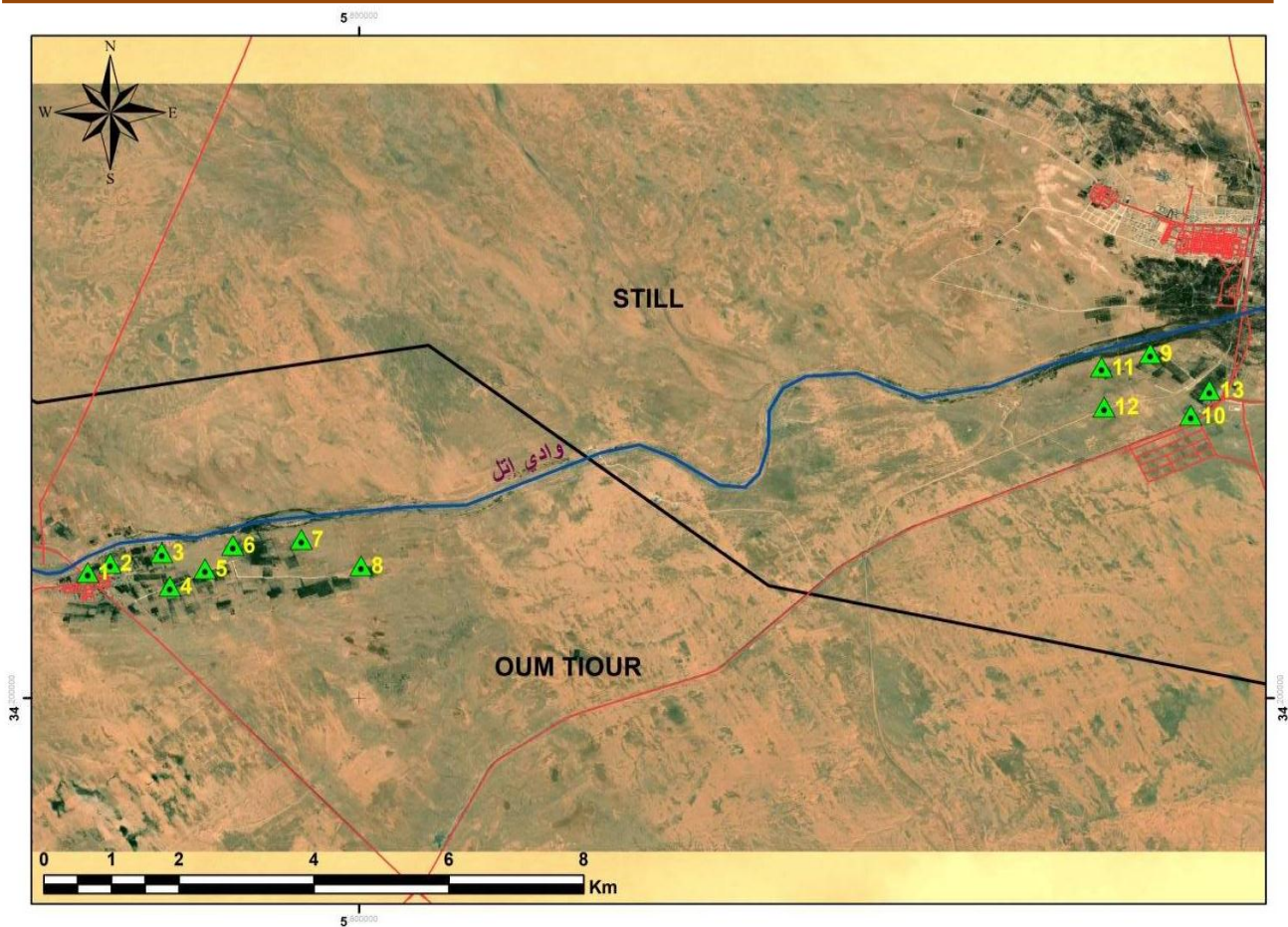


Figure (III.01): Localisation des 13 points d'échantillonnage Oued Ittel (Mars 2022).

Les paramètres analysés sont :

- Les paramètres physico-chimiques : La conductivité, PH et la Salinité,
- Les indicateurs de pollution : Oxygène dissous (OD), Turbidité et Matières en suspensions (MES).

III.2)- Discussion et interprétation des résultats:

L'outil cartographique reste un outil très appréciable, pour visualiser l'évolution spatiale d'un polluant, ou d'un constituant chimique quelconque. A cet effet, nous avons, dans notre cas, choisi ce mode de représentation, pour montrer la variabilité des éléments chimiques sur le trajet d'oued Ittel.

III.3)-Les paramètres physico-chimiques:

III.3.1)- La conductivité électrique (CE) :

III.3.1.1) Définition :

La conductivité électrique (CE) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique .Elle s'exprime généralement en milli siemens par mètre (mS/m), sa mesure indique le taux des sels dissous présents dans une eau. Elle est peut-être utilisée comme indicateur de pollution dans les études environnementales, pour montrer les apports importants en sels d'origine naturelle (basin versant) et/ou anthropique (rejets des usines de dessalement et rejets industriels).

La conductivité, ou son inverse la résistivité, permet donc une estimation de la minéralisation d'une eau. Elle dépend de la force ionique de l'eau et augmente en fonction de teneur en ions dissous, de la nature des différentes substances dissoutes, à leurs concentrations réelles et relatives et à la température à laquelle elle est mesurée ; généralement les valeurs sont ramenées à 25°C.

III.3.1.2) Détermination de la conductivité électrique au laboratoire (Mode opératoire) :

- Vérifier le calibrage de l'appareil;
- Plonger l'électrode dans la solution à analyser;
- Lire la conductivité et la salinité et la température lorsqu'il stabilise ;
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.

III.3.1.3) Interprétation des résultats :

Les valeurs mesurées de la conductivité dans la zone d'étude varient entre 3.97 mS/cm au Nord-est au niveau du P13 et 14.22 ms/cm au Sud-ouest au niveau du P06 avec une moyenne de 9.1 mS/cm (**Figure III.02**). La conductivité électrique de l'eau de la nappe phréatique montre un dépassement de la norme recommandée pour les eaux d'alimentation en eau potable ($>200\mu\text{S}/\text{cm}$ selon OMS) et la norme de réutilisation agricole aussi ($>300\mu\text{S}/\text{cm}$ selon le FAO et l'Arrêté du 02/01/2012) de ce fait, ces eaux ne conviennent pas à la consommation humaine ou à l'irrigation.

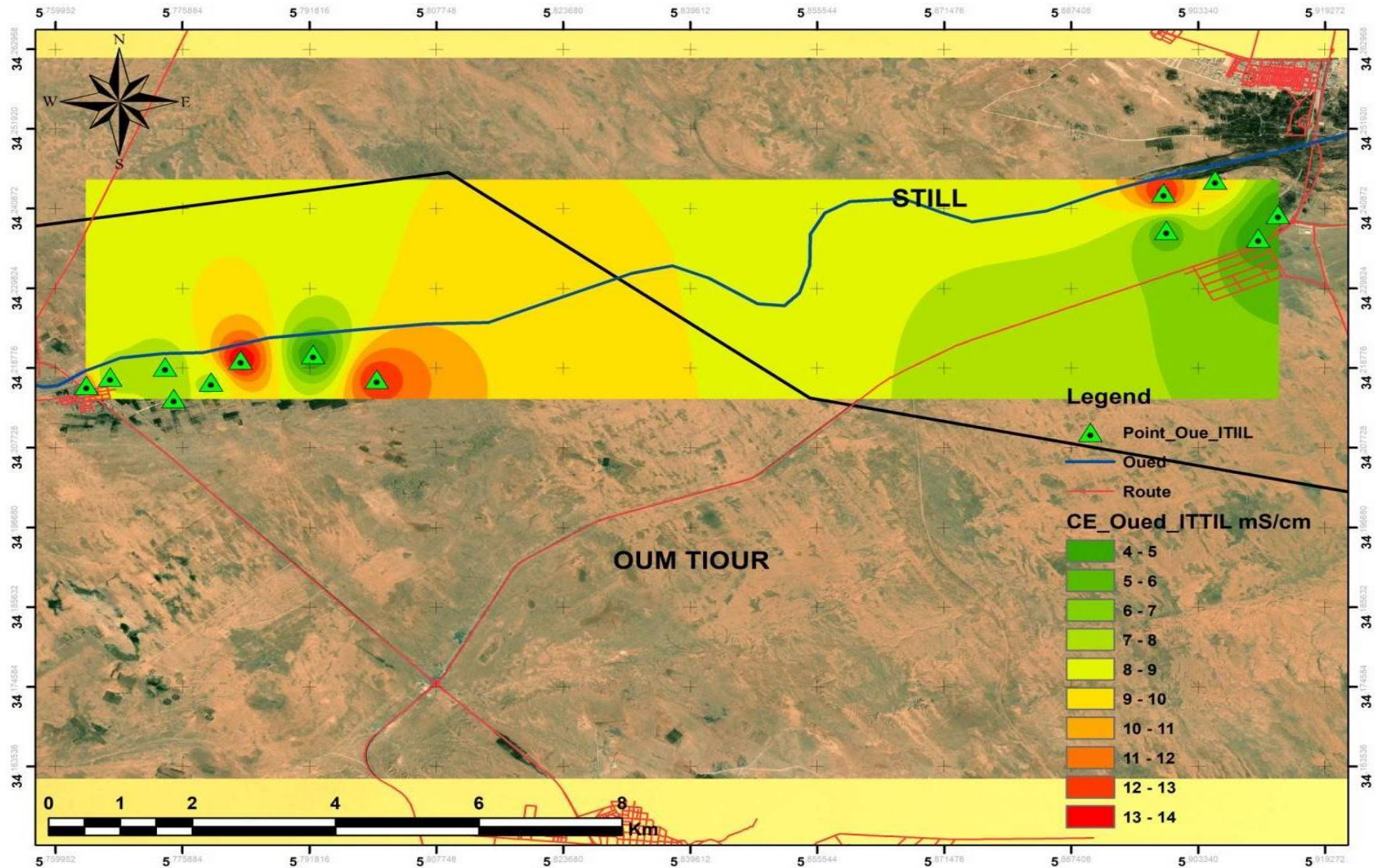


Figure (III.02) : Carte de la conductivité mesurée à 25°C (Mars 2022).

III.3.2)- Potentiel d'Hydrogène (PH) :

III.3.2.1) Définition :

Le pH est une mesure de l'activité des ions hydrogènes (H⁺) dans une solution aqueuse exprimée en moles /litre. L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcaline). La valeur médiane 7 correspond à une solution neutre.

III.3.2.2) Détermination des pH au laboratoire (Mode opératoire) :

- Prendre environ = 100 ml d'eau à analyser;
- Allumer le pH mètre;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée;
- Tremper l'électrode de pile dans la solution tampon pH=7;
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard;
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée ;
- Etalonner dans la même manière avec les solutions tampon pH=10 ou pH=4.

III.3.2.3) Interprétation des résultats :

Le pH des échantillons d'eau prélevés varie entre 7.25 et 8.46 avec une moyenne de 7.86 (**Figure III.03**) dont les deux puits P11 et P12 enregistrées valeurs importantes 8.21 et 8.46 successivement; en général elle est conforme aux normes algériennes (Arrêté du 02/01/2012) et aux normes internationales (FAO, 2003) ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) de réutilisation en irrigation.

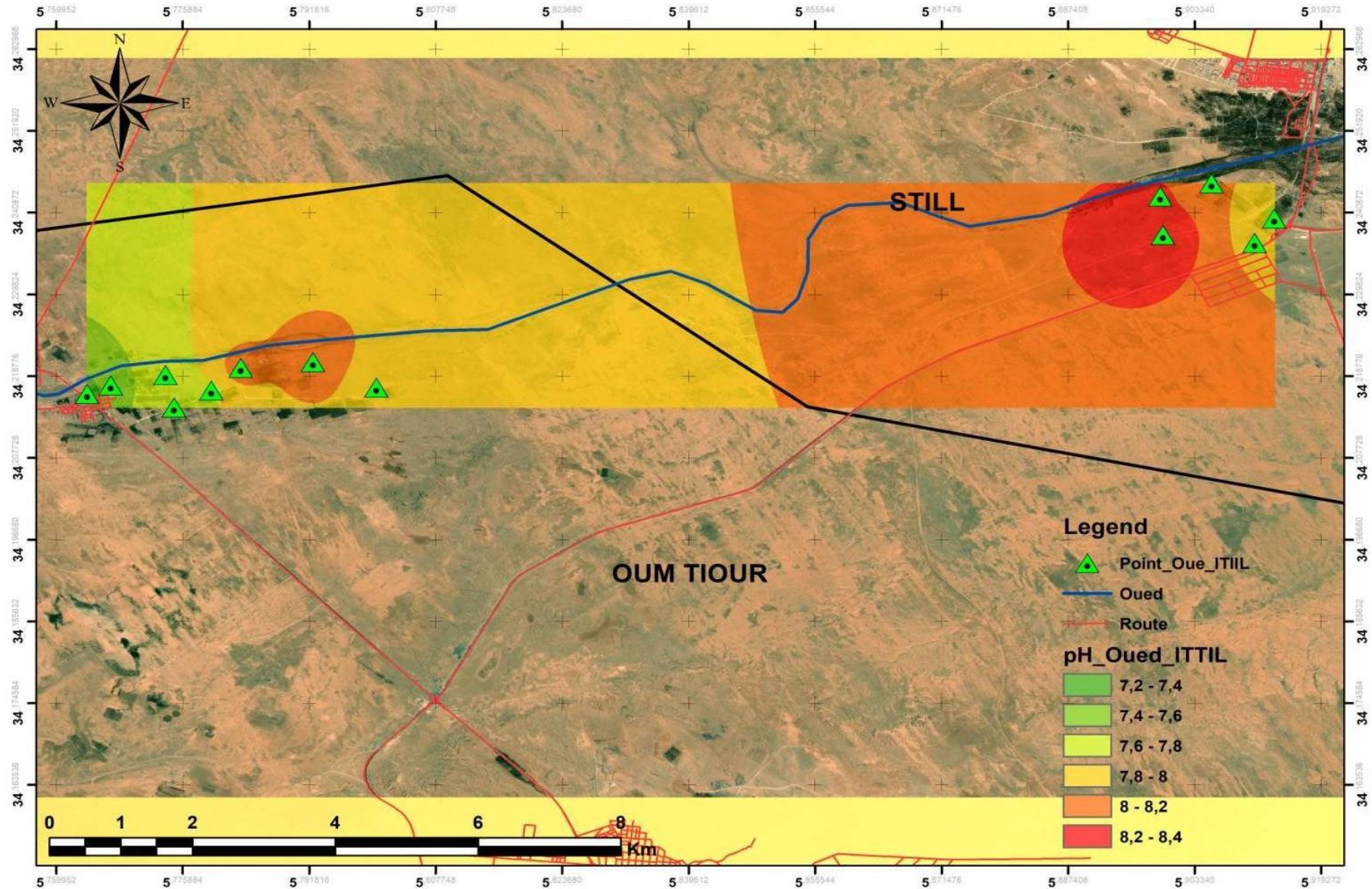


Figure (III.03) : Carte du PH (Mars 2022).

III.3.3)- Salinité :**III.3.3.1) Définition :**

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux.

III.3.3.2) Détermination de la salinité au laboratoire (Mode opératoire) :

- Vérifier le calibrage de l'appareil ;
- Plonger l'électrode dans la solution à analyser ;
- Lire la conductivité et la salinité et la température lorsqu'il stabilise ;
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.

III.3.3.3) Interprétation des résultats :

La salinité des échantillons d'eau prélevés varie entre 2.1 mg/l et 8.2 mg/l avec une moyenne de 5.15mg/l (**Figure III.04**) et selon R.S.AYERS et D.W.WESTCOT (1988) ; quand les eaux d'irrigation sont chargées en sels, ces derniers s'accumulent dans la zone racinaire après que la plante ait prélevé l'eau. Ces sels s'épaississent et limitent la disponibilité de l'eau dans le sol pour la culture. Les directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation (**Tableau III.01**) montrent que :

- ✓ Si, la salinité exprimée par la conductivité en $\mu\text{S} / \text{cm}$ est inférieure à $700 \mu\text{S} / \text{cm}$, il n'y a aucune restriction pour l'irrigation.
- ✓ Si, la conductivité varie entre 700 et $3000 \mu\text{S} / \text{cm}$, la restriction pour l'irrigation est légère à moyenne ;
- ✓ Si, elle est supérieure à $3000 \mu\text{S} / \text{cm}$, la restriction pour l'irrigation est forte.

Restriction pour l'irrigation	CE en mS / cm	Pourcentages des échantillons
Aucune	< 700	0
Légère à modéré	700 - 3000	0
Forte	> 3000	100

Tableau (III. 01) : Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation.

L'examen du (**Tableau III.01**) montre que tous les points d'eau mesurés de la nappe phréatique représentent une restriction forte pour l'irrigation.

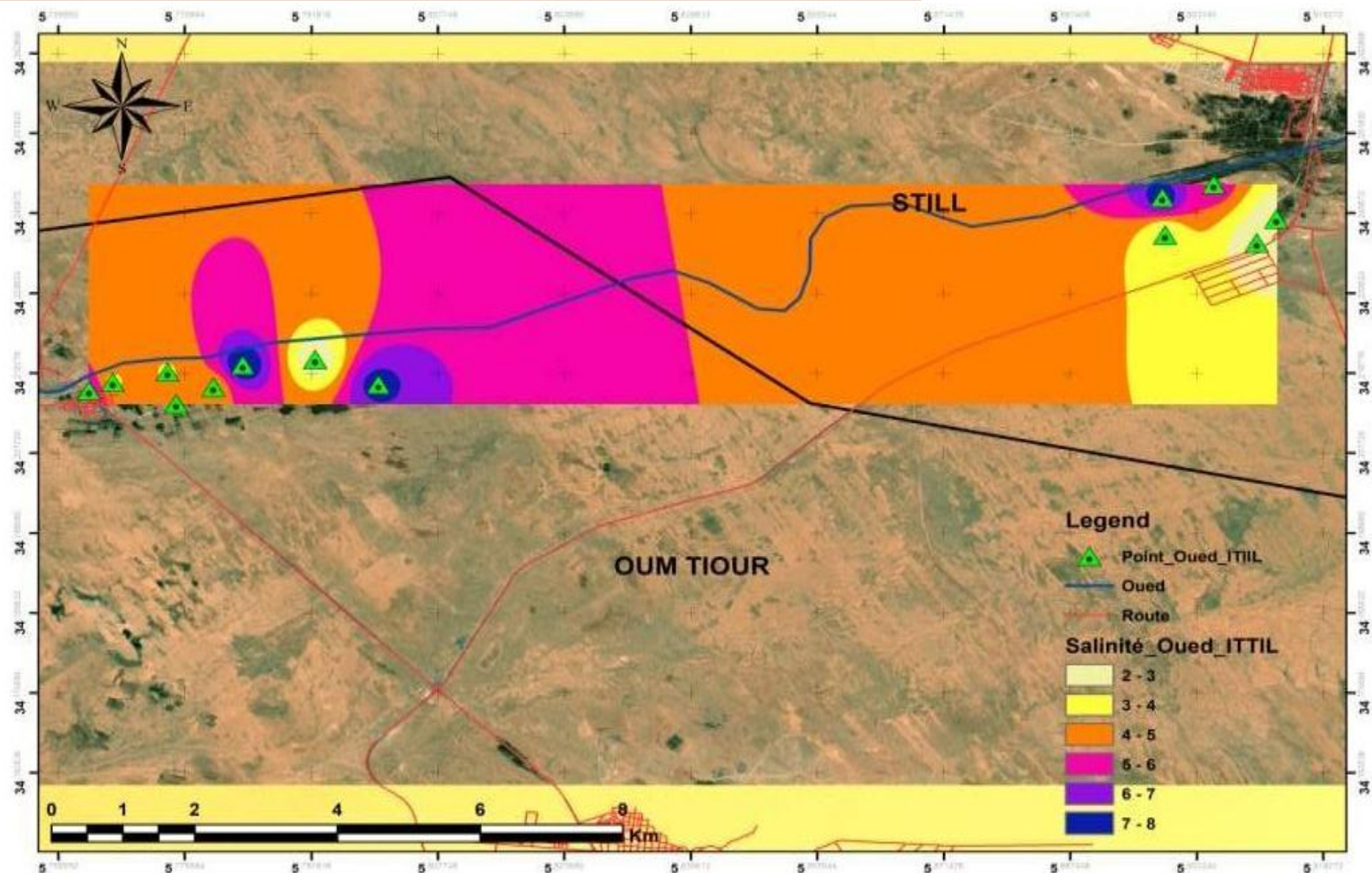


Figure (III.04) : Carte du Salinité (Mars ; 2022).

III.4)- Les indicateurs de pollution:

III.4.1)- Oxygène dissous (OD):

III.4.1.1) Définition :

Parmi les gaz dissous, l'oxygène est celui qui joue le rôle le plus important pour la qualité biotique des eaux d'élevage ; indispensable à la respiration des organismes, il facilite la dégradation des matières organiques détritiques et l'accomplissement des cycles biochimiques. L'oxygène présent dans les eaux est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthétique du phytoplancton (ALZIEU, 1989).

III.4.1.2) Détermination de l'oxygène dissous au laboratoire (Mode opératoire) :

- Allumer l'oxymétrie ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Tremper l'électrode dans le bécher ;
- Laisser stabiliser un moment ;
- Lire la concentration de l'oxygène dissous ;
- Rincer bien l'électrode après chaque usage avec l'eau distillée.

III.4.1.3) Interprétation des résultats :

La concentration en OD des eaux de la nappe phréatique fluctue énormément entre un minimum de 3.35 mg/l au puits P08 et un maximum de 8.06 mg/l au puits P02 avec une moyenne de 5.71 (**Figure III.05**) dont on observe un déficit d'oxygène dissous dans le milieu aquatique. Cela est lié à la consommation de l'oxygène du milieu par les microorganismes qui dégradent des matières organiques.

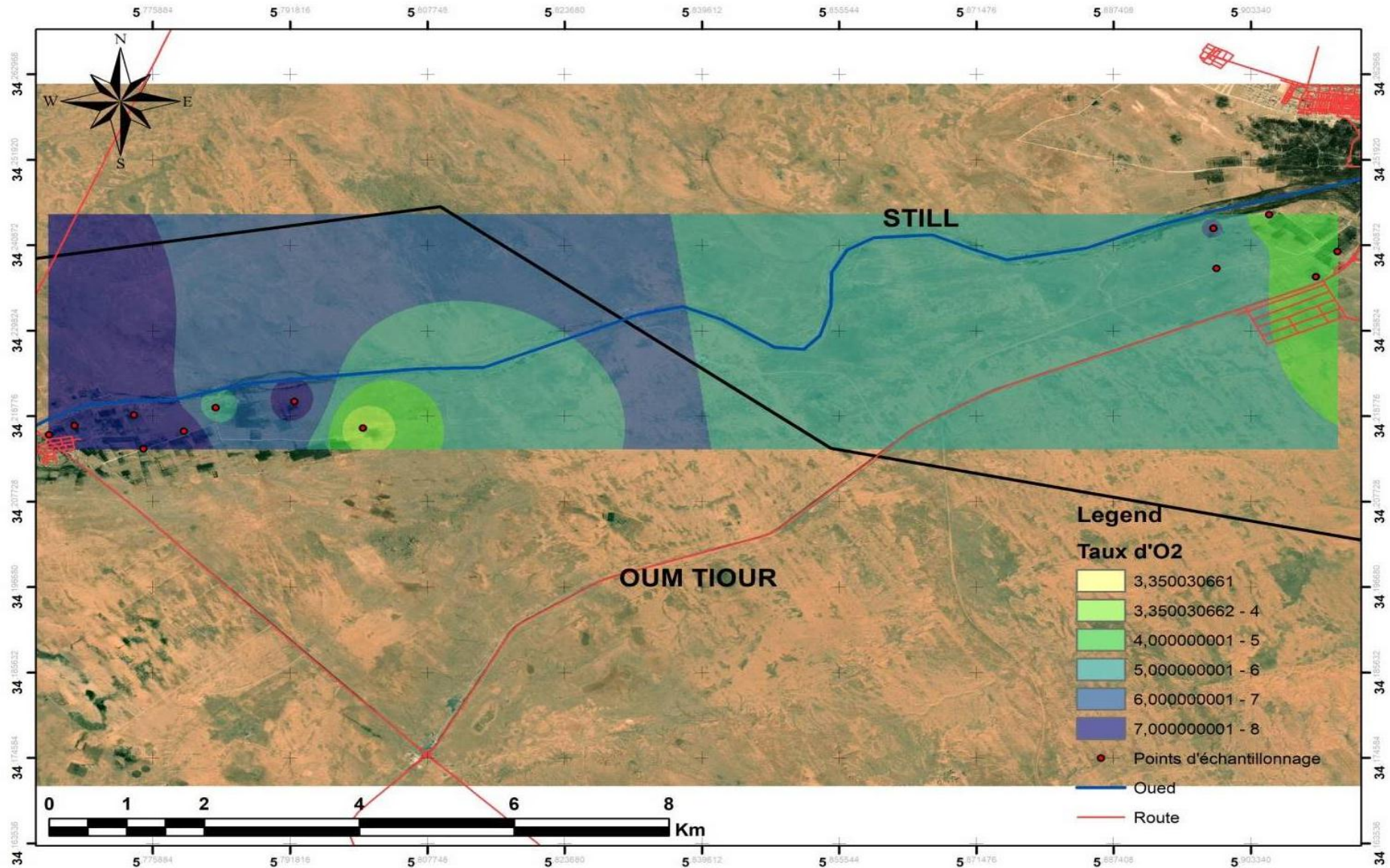


Figure (III.05) : Carte de répartition de taux d'oxygéné dissous (Mars ; 2022).

III.4.2)- La Turbidité (NTU):

III.4.2.1) Définition :

Une eau turbide est une eau trouble. Cette caractéristique vient de la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau. Au cours de ce parcours, l'eau se charge de quantités énormes de particules, qui troublent l'eau. Les matières, mêlées à l'eau, sont de natures très diverses : matières d'origine minérale (argile, limon, sable...), micro particules, micro organismes.

La turbidité se mesure par la réflexion d'un rayon lumineux dans l'eau. La turbidité est mesurée par un test optique qui détermine la capacité de réflexion de la lumière (l'unité de mesure est le « NTU » - unités néphélométriques).

La turbidité joue un rôle très important dans les traitements d'eau. En effet :

- Elle indique une probabilité plus grande de présence d'éléments pathogènes ;
- La turbidité perturbe la désinfection. Le traitement par ultraviolets est inefficace et le traitement par le chlore perd son efficacité ;
- La matière organique associée à la turbidité favorise la formation de biofilms dans le réseau et par conséquent, le développement de bactéries insensibles au chlore notamment.

III.4.2.2) Détermination de la Turbidité au laboratoire (Mode opératoire) :

- Prélever 50 ml d'eau à examiner après avoir rendu le prélèvement homogène ;
- Effectuer la lecture spectrophotométrique 4 minutes après l'introduction de la cuve dans l'appareil.

III.4.2.3) Interprétation des résultats :

La Turbidité des échantillons d'eau prélevés varie entre 1.38 et plus de 1000 avec une moyenne de 500.69 dont le puits P10 enregistrée valeurs très importantes plus de 1000 qui localise à la Est de zone d'étude (**Figure III.06**); peu explique par la dégradation de la matière animale et végétale.

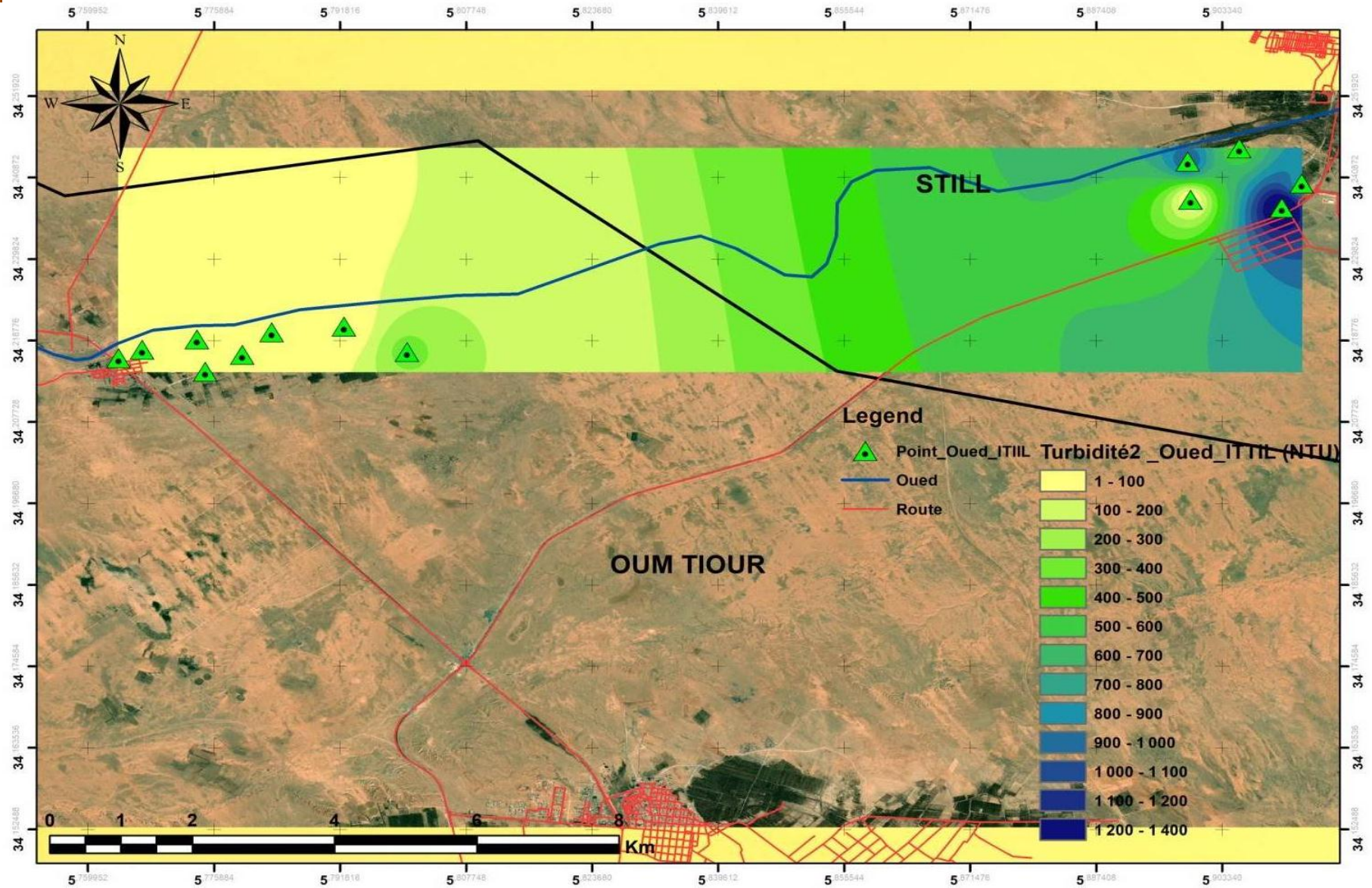


Figure (III.06) : Carte de la Turbidité (Mars ; 2022).

III.4.3)- Les matières en suspensions (MES) :

III.4.3.1) Définition :

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux, elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, du régime d'écoulement des eaux et de la nature des rejets.

III.4.3.2) Détermination des matières en suspension (MES) au laboratoire (Mode opératoire) :

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée ;
- Mettre le filtre pendant quelque minute dans l'étuve chauffée à 105°C préalablement ;
- Laisser refroidir les filtres dans dessiccateur quelque minute après l'étape précédente ;
- Peser le filtre sur la balance (soit P0 en mg) ;
- Placer le filtre (la partie lisse en bas) dans la rampe de filtration et la connecter à pompe à vide ;
- Filtrer un volume (V ml) de l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 ml d'eau distillée, et rincer les parois internes de l'entonnoir avec un autre volume de 20 ml d'eau distillée ;
- Retirer avec précaution de filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates si nécessaire. Le filtre peut être pilé ;
- Placer le filtre dans l'étuve à (105+2) °C pendant 2 heures ;
- Laisser s'équilibrer à température ambiante dans le dessiccateur sans le contaminer et le peser comme précédemment (soit Pi en mg).

III.4.3.3) Interprétation des résultats :

La concentration en MES des eaux de la nappe phréatique fluctue énormément entre un minimum de 05 mg/l au puits P01 et un maximum de 1460 mg/l au puits P10 avec une moyenne de 732.5 (**Figure III.07**). Les valeurs mesurées des teneurs en matières en suspension du P01 à P04 ne dépassent les normes algériennes (Arrêté du 02/01/2012) fixée à 30 mg/l, en conséquence, ces eaux conviennent à l'irrigation ; par contre les puits du P05 jusqu'au P13 lesquels sont enregistrés des valeurs très élevées ne conviennent pas à l'irrigation.

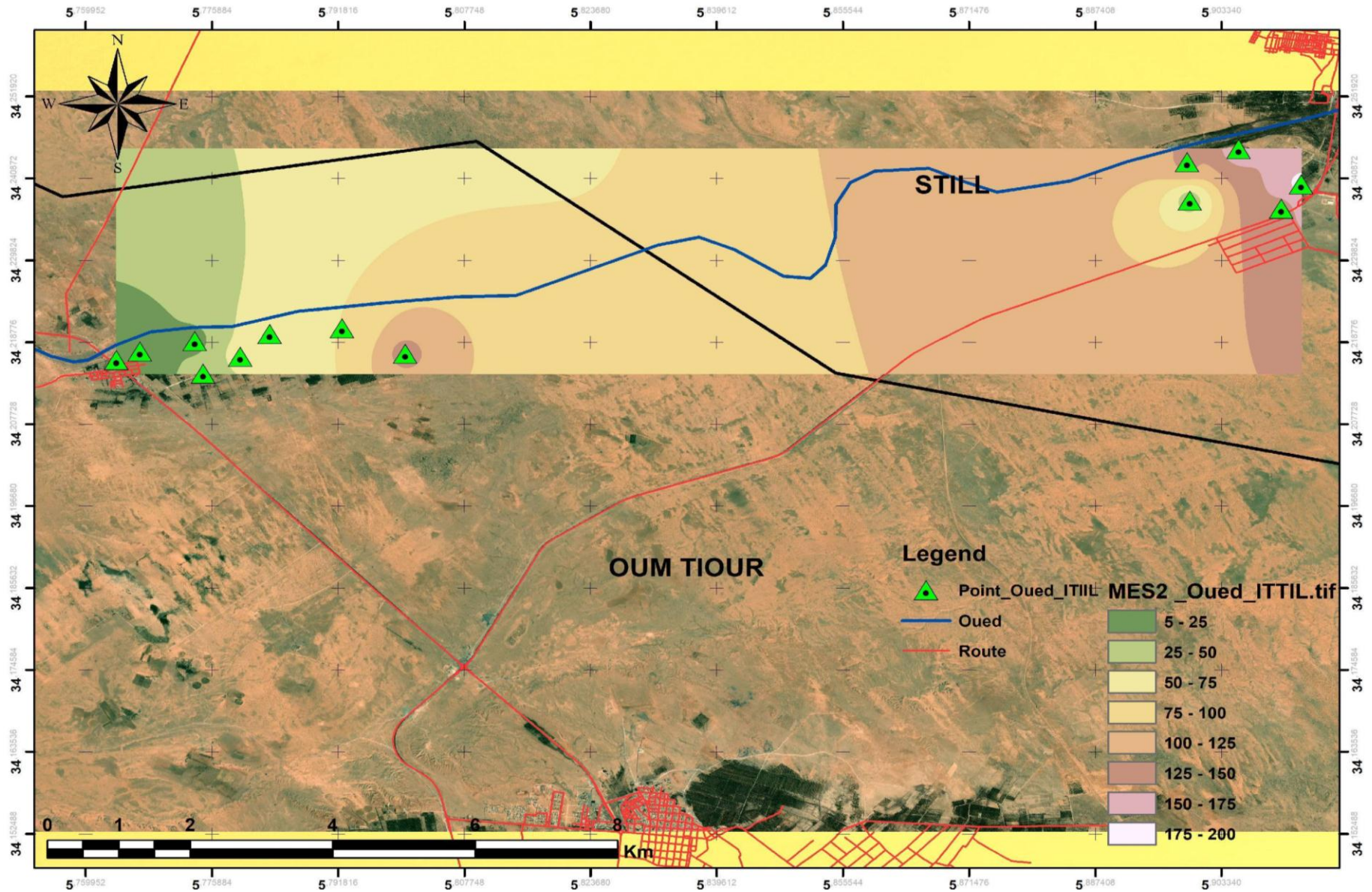


Figure (III.07) : Carte de répartition de taux des matières en suspensions (Mars ; 2022).

Conclusion :

Les résultats d'analyses physico-chimiques montrent que les eaux de la nappe phréatique de la région de Still (Wilaya d' El M'Ghair) sont caractérisées par :

Les valeurs mesurées de la conductivité (**Figure III.02**) varient entre 3.97 mS/cm au Nord-est au niveau du P13 et 14.22 ms/cm au Sud-ouest au niveau du P06 avec une moyenne de 9.1 mS/cm. Ils montrent un dépassement de la norme recommandée pour les eaux d'alimentation en eau potable ($>200\mu\text{S/cm}$ selon OMS) et la norme de réutilisation agricole aussi ($>300\mu\text{S/cm}$ selon le FAO et les normes algériennes (l'Arrêté du 02/01/2012) de ce fait, ces eaux ne conviennent pas à la consommation humaine ou à l'irrigation ;

Le pH (**Figure III.03**) varie entre 7.25 et 8.46 avec une moyenne de 7.86 dont les deux puits P11 et P12 enregistrées valeurs importantes 8.21 et 8.46 successivement; en général elle est conforme aux normes algériennes (Arrêté du 02/01/2012) et aux normes internationales (FAO, 2003) ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) de réutilisation en irrigation ;

La salinité (**Figure III.04**) varie entre 2.1 mg/l et 8.2 mg/l avec une moyenne de 5.15 mg/l et selon R.S.AYERS et D.W.WESTCOT (1988) ; quand les eaux d'irrigation sont chargées en sels, ces derniers s'accumulent dans la zone racinaire après que la plante ait prélevé l'eau ;

La concentration en oxygène dissous (**Figure III.05**) fluctue énormément entre un minimum de 3.35 mg/l au puits P08 et un maximum de 8.06 mg/l au puits P02 avec une moyenne de 5.71 dont on observe un déficit d'oxygène dissous dans le milieu aquatique. Cela est lié à la consommation de l'oxygène du milieu par les microorganismes qui dégradent des matières organiques ;

La Turbidité (**Figure III.06**) varie entre 1.38 et plus de 1000 avec une moyenne de 500.69 dont le puits P10 enregistrées valeurs très importantes plus de 1000 qui localise à la Est de zone d'étude; peu expliquée par la dégradation de la matière animale et végétale ;

La concentration en MES (**Figure III.07**) fluctue énormément entre un minimum de 05 mg/l au puits P01 et un maximum de 1460 mg/l au puits P10 avec une moyenne de 732.5. Les valeurs mesurées des teneurs en matières en suspension du P01 à P04 ne dépassent les normes algériennes (Arrêté du 02/01/2012) fixée à 30 mg/l, en conséquence, ces eaux conviennent à l'irrigation ; par contre les puits du P05 jusqu'au P13 lesquels sont enregistrés des valeurs très élevées ne conviennent pas à l'irrigation ;

A la lumière de ces résultats, les eaux d'irrigation exploitées de la nappe phréatique dans la région étudiée se montrent menacées par la pollution engendrée par le développement agricole. Donc les eaux en question ne conviennent pas à l'exploitation à l'agriculture.

CONCLUSION GENERAL:

L'oued Ittel traversé à la partie Sud-est de la commune de Still Wilaya d' El M'Ghair. Elle se trouve au Sud-est de l'Algérie à environ 650 Km.

L'analyse lithostartigraphique montre que le système hydrogéologique de la région est composé de trois nappes aquifères ; la première correspondant au Continental Intercalaire d'âge Albien, la deuxième est représentée par le Complexe Terminal d'âge Mio-Pliocène et la dernière qui surplombe les deux premières et qui correspond à la nappe phréatique. Ce dernier comprend par deux principales formations appartient au paléozoïque qui sont : Silurien - Dévonien.

Le relief de la région d'étude est presque plat due à l'absence des montagnes.

Le climat de la région est de type saharien se caractérisant par des températures élevées, un faible taux des précipitations, d'une évaporation intense et d'un rayonnement solaire excessif.

Le bilan hydrique est déficitaire ; l'excédent est nul et la RFU est épuisée durant toute l'année.

L'étude hydrogéologie d'oued Ittel ; nous m'entrons qu'il est le principal dans la région, son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluents et sous affluents, qui collectent les eaux de ruissellement de l'ouest du Zeb qui passe par les rives sud de la ville de Still, avant de se déversé dans le Chott Melrhir avec une longueur de 540.31 km et compose de 04 soue bassin : Fahama, Zerba ; Besbas et Ittel d'une superficie totale de : 5292.70 km² .

Les résultats d'analyses de la qualité des eaux des 13 échantillons de la nappe phréatique de la région de Still (Wilaya d' El M'Ghair) sont caractérisés par une différence notable dans les teneurs mesurées de chaque paramètre étudié. Néanmoins, dans certains cas, elles dépassent les normes de « FAO », tel que turbidité due à la proximité de la source des parcelles agricoles. Donc, en général les eaux en question ne convient pas à l'exploitation au l'agriculture.

RECOMMANDATIONS

- ❖ Création des nouveaux puits plus profonds (dépassé la nappe phréatique) pour obtenir des eaux en bien qualité à l'exploitation d'agriculture.
- ❖ Renforcer la surveillance et le contrôle de la qualité des eaux de la nappe phréatique pour les paramètres prioritaires comme les nitrates et la bactériologie.
- ❖ Sensibiliser les agriculteurs sur l'utilisation des engrais et pesticides.

BIBLIORAPHIE

- *Analyse physico-chimique de l'eau de mer au niveau de quelques sites de rejets des eaux usées, Côte de Mostaganem (Zakaria Imad Eddine FATMIA 09/2020).
- *Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie) (Batoul Benkaddour : 02/10/2018).
- *Etude comparative de la qualité des eaux des différentes nappes de la région d'El Oued (BESSER Djamel BENINE Yahia : 26/05/2016).
- *Qualité hydro chimique des eaux de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et évaluation de sa vulnérabilité à la pollution (Mohamed Salah Belksier, Salah Chaab & Fella Abour, Annaba, Algérie : 12/04/2016).
- *Détermination de la conductivité : méthode électrométrique « Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec » :2015-05-08 (révision 1).
- *Contrôle et suivi de la qualité de des eaux usées Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques (centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible cout avec collaborant de l'OMS : 01/2007).
- *Etude de protection des villes contre les inondations cas du centre de Still El oued (Amamra Younes : 2019-2020).
- *Etude et modélisation des crues des cours d'eaux en milieu semi aride « Cas des grands bassins versants 05, 06 et 07 » (BELAGOUNE FARES :02/05/2012).
- *L'Analyse de l'eau « 9e édition » Entièrement mise à jour (Bernard LEGUBE, Nicole MERLET Dunod, Paris : 2009).
- *Détermination de la piézométrie et la qualité des eaux de la nappe phréatique dans la zone urbaine (Cas de la commune d'El-Oued) SALHI Hala : 06/2016).
- *Bernard Augustin. La structure de l'Algérie. In: Annales de Géographie : 07/01/2019.
- *Audit de procédé technologique de traitement des eaux usées, cas ONA Kouinine, El-Oued LECHAARI Ikram : 23/05/2017.

Abstract

In this research we covered the chemical-physical analysis of farming water in segment of valley Ittel part of commune Still areas of the country El M'Ghair. The tests done on these water samples showed that they differ although they come from the same sources (groundwater). By comparing the obtained results with the Algerian Temporarily Standards (NPA) table and the WHO norms we concluded that the water destined for farming as Still areas of the Country El M'Ghair should be closely studied in order to know more about the its different composites and her concentrations.

This will help avoid any health problems which may subject people.

Keywords: Still (El M'Ghair), Groundwater, Valley Ittel , Carte, Chemical-physical analysis

الملخص:

تناولنا في هذا البحث التجارب التحليلية الفيزيائية والكيميائية لمياه الطبقة السطحية الموجهة للسقي الفلاحي في جزء من وادي إيتل الذي يمر ببلدية سطيل ولاية المغير و من خلال التجارب التي قمنا بها على عينات لاحظنا أن هناك اختلاف واضح في النتائج رغم أنها من نفس المصدر (مياه الطبقة السطحية) ومع مقارنتها بجداول المعايير لمنظمة الصحة العالمية (OMS) و لمنظمة الصحة الجزائرية (NPA) خلصنا إلى أن المياه الموجهة للسقي الفلاحي يجب أن تخضع إلى دراسات تحليلية معمقة للتعرف أكثر على العناصر المكونة لها و كذا تراكيها لتفادي الاضرار الصحية التي قد يتعرض لها الانسان.

الكلمات المفتاحية: سطيل (المغير)، الطبقة السطحية، وادي إيتل، خارطة، تحاليل فيزيائية و كيميائية.

Résumé:

Dans cette recherche nous avons étudié l'analyse physico-chimique des eaux d'irrigation dans

Un segment d'oued Ittel qui traverser la commune de Still à la wilaya d'El M'Ghair.

Les analyses faites sur des échantillons d'eau ont montré qu'ils diffèrent bien qu'ils viennent des mêmes sources (la nappe phréatique). En comparant les résultats obtenus avec les normes de

l'NPA et l'OMS, nous avons conclu que l'eau destinée à l'irrigation dans la wilaya

d'El M'Ghair devrait être étudiée de près pour savoir plus sur les différentes composantes et leurs concentrations. Ceci aidera à éviter les problèmes de santé que les gens.

Mots clés: Still (El M'Ghair), Nappe phréatique, Oued Ittel, Carte, Analyses physique-chimique.

(Annexe 01)

Tableau : les coordonnées des puits.

N°	Puits privé au : (Nom et prénom)	Commune	X	Y
01	Sabar Ahmed	Still	7.675°	37.931°
02	Ardjoun Nacer	Still	7.681°	37.922°
03	Elzoui Mimoun	Still	7.670°	37.929°
04	Remith Nabil	Still	7.670°	37.933°
05	Ardjoun Ezeddine	Still	7.683°	37.925°
06	Saoud Hachani	Om Thiour	7.546°	37.789°
07	Ghanoum Hachani	Om Thiour	7.548°	37.897°
08	Saoud Tayeb	Om Thiour	7.555°	37.899°
09	Ghanoum Saleh	Om Thiour	7.556°	37.894°
10	Saoud Yahia	Om Thiour	7.560°	37.896°
11	Saoud Sadouk	Om Thiour	7.564°	37.900°
12	Elcharef Said	Om Thiour	7.572°	37.901°
13	Ghanoum Nacer	Om Thiour	7.579°	37.897°

(Annexe 02)

Les équipements au laboratoire :



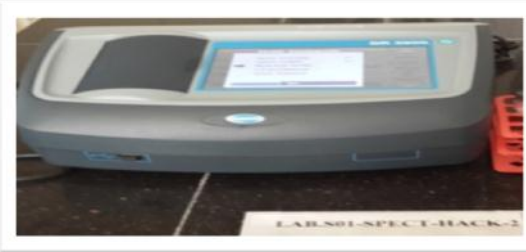
conductivité mètre



pH mètre



Oxy-mètre



balance



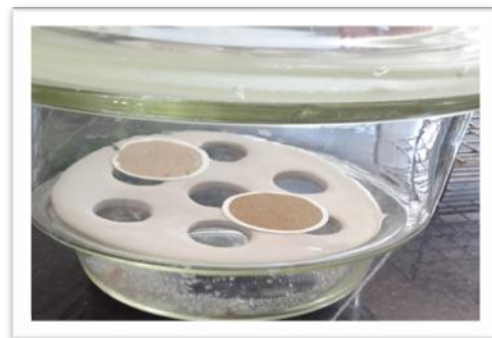
étuve universel (105c°)



spectrophotomètre électrique



Bécher



Les papiers filtrent déshydratés

(Annexe 03)

Tableau : les résultats de traitement des échantillons d'eau des puits au laboratoire (ONA).

Puits	CE (ms/cm)	pH	Salinité (mg/l)	O2 (mg/l)	Turbidité (NTU)	MES (mg/l)	DCO (mg/l)
01	11.11	7.25	6.3	7.89	2.4	5	-
02	6.92	7.51	3.8	8.06	2.87	10	-
03	7.16	7.71	3.9	7.66	1.65	20	-
04	7.84	7.8	4.3	7.78	3.59	25	-
05	7.66	7.77	4.2	7.67	1.38	60	35
06	14.22	8.11	8.2	5.46	2.54	70	42
07	3.99	8.15	2.1	7.39	10.44	75	-
08	12.83	7.90	7.4	3.35	333	130	-
09	10.09	8.00	5.7	4.56	517	160	-
10	4.19	7.99	2.2	4.31	Plus de 1000	1460	-
11	13.33	8.21	7.7	6.07	1000	1300	-
12	4.95	8.46	2.7	5.93	4.56	40	17
13	3.97	7.75	2.1	4.48	854	180	-

(Annexe 04)

Tableau : Le réseau hydrographique en chiffres d'oued Ittel (ANRH Biskra).

principale	Longueur m	secondaire	Longueur m	Tercière 1	Longueur m	Tercière 2	Longueur m	
O-Ittel	146959			O.fahama1	69015	ONC	12911	
						O.Diedi ben	17580	
		O.fahama	21299	O.fahama2	51512	ONC	5943	
						ONC	5881	
						ONC	5706	
		ONC	4362					
						ONC	4222	
						ONC	4334	
		O.Zerba	84560	O.El Feiaa	28705	ONC	11757	
				O.Acha	5596			
				O.El Rhareg	36864			
						ONC	9466	
						ONC	9180	
						ONC	28376	
						ONC	12563	
						ONC	2468	
		O.Besbas	96439	O.El hadej	72599	O.latrous	16322	
						O.bourmil	14933	
						ONC	11370	
						ONC	11370	
						ONC	12511	
						ONC	5386	
						ONC	13889	
						ONC	14961	
						ONC	17789	
						ONC	3865	
				O.Zérig	11236	O.belourimel	10296	
				ONC	4197			
				ONC	6185			
				ONC	5614			
				O.Ijel	25883	ONC	10202	
				ONC	10511			
				ONC	8839			
				ONC	8060			
				ONC	6284			
				O.Melah	11754			
				O.El	9384			
				O.Faouar	18790	ONC	8686	
						ONC	8519	
						ONC	4529	
				O.saada	14118			
		ONC	118	ONC	9632			
				ONC	4529			
		O.Fehadi	8494					
		ONC	3737					
		ONC	8227	ONC	9418			
				ONC	4458			
		O.Fercha	41892	ONC	7229			
				ONC	6896			
				ONC	9934			
		ONC	8878					
		ONC	5369					
		ONC	1977					

ONC : oued non classé

(Annexe 05)

Tableau : Arrêté interministériel correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux utilisées à des fins d'irrigation.

2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES			
PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = $\sigma - 3 \text{ CE}$		0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12	ds/m	0.5
	12 - 20		1.3
	20 - 40		3
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	7.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercur	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
Zinc	mg/l	10.0	

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.