

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

BADJI MOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA



جامعة باجي مختار-عنابة

*Faculté des sciences de la Terre
Département de Géologie*

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister

IMPACT DES EAUX USEES URBAINES ET INDUSTRIELLES SUR LES EAUX NATURELLES DANS LA REGION D'EL TARF

Option

Hydrogéologie

Par

M^{elle} : SOFIA BAHROUN

(Ingénieur d'Etat en Hydrogéologie.)

**DIRECTEUR DE
MEMOIRE :**

**M^{me} : HOURIA KHERICI
BOUSNOUBRA**

Maître de Conférence U.ANNABA

DEVANT LE JURY

PRESIDENTE : M^{me} : DALILA HAMMOUR Maître de conférence U.ANNABA
EXAMINATEURS : M^r : EL FADHEL DARADJI Maître de conférence U.ANNABA
INVITE : M^r : YAHIA HAMMAR Maître de conférence U.ANNABA
M^r : LAHBASSI OUARDACHI Chargé de cours U.ANNABA

ملخص

نوعية المياه الطبيعية في العالم عرفت هذه السنوات الأخيرة تدهور كبير بسبب طرح المياه القدرة الحضرية و الصناعية في مجاري المياه.

و بهذا الصدد الدراسة المقترحة تهتم منطقة الطارف و التي تقع في شمال شرق الجزائر.

هذه الأخيرة تعاني من تهديد على الوسط الطبيعي و الذي يتميز بطرح المياه القدرة الحضرية و الصناعية في مختلف وديان المنطقة منها واد الكبير، واد بوناموسة، واد سيبوس و مختلف فروعهم.

تحليل العينات المأخوذة على مستوى المياه الطبيعية للمنطقة عمل على إبراز وجود قيم مفرطة من المواد المعلقة، الاحتياج البيولوجي للأكسجين و نقص في قيمة الأكسجين.

التعليق على هذه التحاليل هدفه أدى إلى وضع خريطة التلوث العضوي عن طريق مؤشر التلوث العضوي، مما أدى إلى اقتراح محطة تطهير المياه لأجل تدارك المشاكل المطروحة.

الكلمات المفتاحية: منطقة الطارف، طرح المياه القدرة ، حضرية و صناعية ، تلوث عضوي ، مؤشر التلوث العضوي ، خريطة التلوث العضوي ، محطة التطهير.

ABSTRACT

The quality of natural waters in the world has known a great these later years due to the rejects of used urban and industrial waters in the waters streams.

From this effect the study proposed concerns the region of El Tarf situated in the extreme North East of Algéria, this later suffers from a real threat on the natural area which is distinguished by the rejects of used urban and industrial waters in the different rivers of the region such as Kebir East river, Bounamoussa river, Seybouse river as well as their tributaries.

The analysis of the points of deductions accomplished at natural waters level of the region have shown the existence of excessive values of suspended substances, biological enquiry of oxygen and fall of dissolution of oxygen values.

The exponent of these analyses has for objective the elaboration of an organic pollution map on the bias of organic pollution indication, this leads us for a proposal of a purification station of waters to remedy the problems faces with.

Key words: El Tarf region rejects of used waters, urban and industrial, organics pollution, map of organic pollution, purification station.

RÉSUMÉ

La qualité des eaux naturelles dans le monde a connue ces dernières années une grande détérioration à cause des rejets d'eaux usées urbaines et industrielles dans les cours d'eaux.

A cet effet l'étude proposée concerne la région d'El Tarf située à l'extrême Nord-Est de l'Algérie, cette dernière souffre d'une menace réelle sur le milieu naturel qui se distingue par les rejets d'eaux usées urbaines et industrielles dans les différents oueds de la région tel que le Kebir Est, la Bounamoussa, la Seybouse ainsi que leurs affluents.

L'analyse des points de prélèvements effectués au niveau des eaux naturelles de la région ont fait ressortir l'existence des valeurs excessives en matière en suspension (MES), demande biochimique en oxygène (DBO₅) et chute dans les valeurs d'oxygène dissous (O₂), l'interprétation de ces analyses a eu pour objet l'établissement d'une carte de pollution organique par le biais d'un indice de pollution organique, ce qui nous emmène a une proposition de station d'épuration des eaux pour remédier aux problèmes posés.

Mots clés: région El Tarf, rejets d'eaux usées, urbaines et industrielles, pollution organiques, indice de pollution organique, carte de pollution organique, station d'épuration.

Dédicace

Tout en dédiant cet ouvrage, je trouve
l'immense

plaisir de reconnaître ce que je dois.

A ma très chère tante Fatima

Que j'avais l'envie de dédier ce modeste travail mais le destin l'a prise avant
que je lui fasse plaisir, que dieu la garde dans son vaste paradis.

A mes très chères parents

Ma mère signe d'amour, de tendresse, de respect, et de courage.

Mon père pour ses énormes sacrifices, ses conseils et son soutien moral et
financier durant mes études.

A la mémoire de mes grands parents, les symboles d'amour que dieu les
garde dans son vaste paradis.

A ma grande mère "El Hadja Aicha".

A mes sœurs Monia et Wided.

A mon frère Salah Eddine.

A mes tantes Fouzia, Dziria, Nafissa et Nayma.

A mon cher oncle Mohamed Salah.

A mes nièces Soumaya, Khadra, Aicha, Rayen, Wissal et Narimen.

Comme je dédis ce travail à toutes mes amies : Wahida ; Sandra ; Lynda ;
Rabia ; Nardjess.

Et à toute la promotion du magister 2003



REMERCIEMENT

Je tien à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant de m'avoir guidé durant toutes ces années et m'a permis de réaliser ce travail en me donnant la force , la patience et la volonté.

J'adresse mes vifs remerciements à mon promoteur M^{me} Kherici née Bousnoubra .H. maître de conférence à l'université de Annaba pour ses orientations, encouragements et conseils.

Je tien à remercier aussi:

M^f Kherici .N. professeur à l'université de Annaba pour son aide et ses orientations.

M^f Hammar .Y. du département d'hydraulique pour son aide et ses orientations et d'avoir accepter de juger l'actuel travail.

M^f Bouledroua directeur du département de géologie pour m'avoir facilité le travail.

M^f Zouini maître de conférence a l'université de Annaba et M^f Fisli .K. ingénieur en mécanique pour leurs aides et soutien.

De même j'exprime mes remerciements à mon père M^f Bahroun .A. qui grâce à son aide et ses encouragements j'ai pu réaliser le travail sur terrain.

Je remercie notamment les membres du jury d'avoir accepter, de juger et de critiquer le travail.

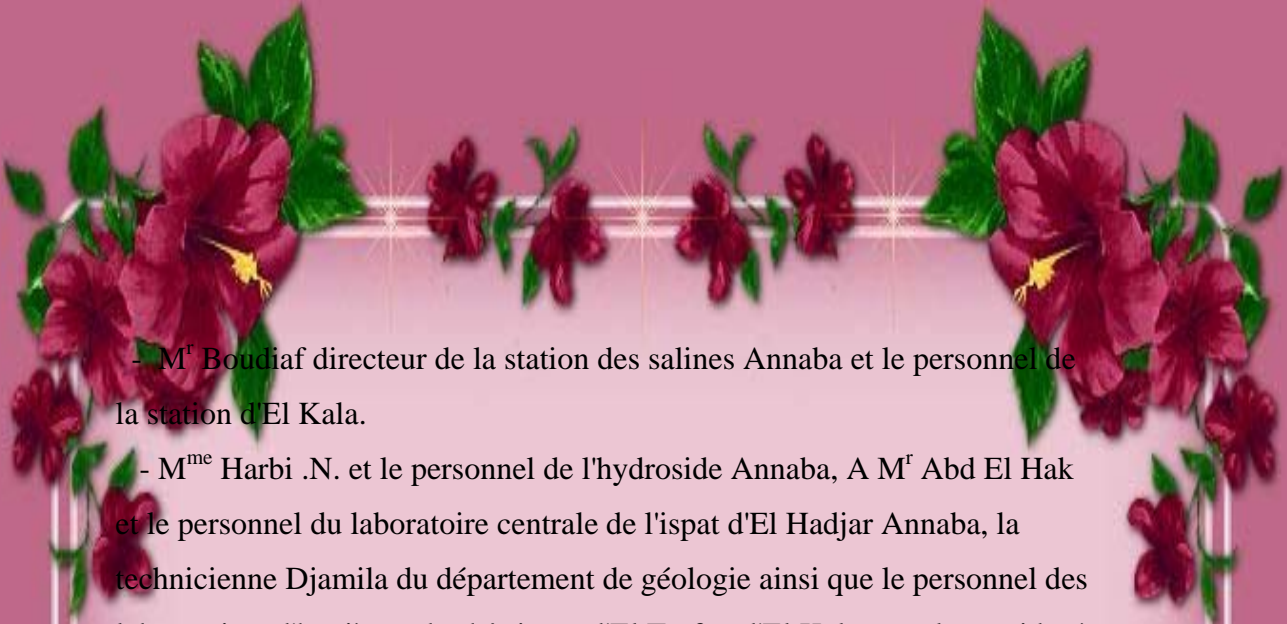
Mes remerciements vont aussi à M^f Drici .B.E. pour son aide précieuse et sa patience infinie dans la partie cartographique.

Je tien à remercier aussi :

- M^f Sayeh et M^f Boumaza de l'A.N.R.H de Constantine, M^f Ramdani de l'A.N.R.H de Annaba.

Créations  *Benedicite*





- M^r Boudiaf directeur de la station des salines Annaba et le personnel de la station d'El Kala.

- M^{me} Harbi .N. et le personnel de l'hydroside Annaba, A M^r Abd El Hak et le personnel du laboratoire centrale de l'ispat d'El Hadjar Annaba, la technicienne Djamila du département de géologie ainsi que le personnel des laboratoires d'hygiènes des hôpitaux d'El Tarf et d'El Kala pour leurs aides à la réalisation des différentes analyses physiques, chimiques, toxiques et bactériologiques.

Aux personnels des subdivisions de la Wilaya d'El Tarf tel que El Kala, Besbes, Bouteldja, Ben M'hidi, Bouhadjar, Dréan et El Tarf pour leurs aides à la localisation des points de rejets ainsi que la réalisation des prélèvements sur terrain avec leurs propres véhicules.

Aussi j'adresse mes remerciements à M^{elle} Bouabdalah ingénieur en hydrogéologie à l'hydraulique d'El Tarf pour son aide et sa disponibilité.

Aux personnels des APC de Chihani, Chebaita Mokhtar, Dréan.

A M^r Amara Kourba ingénieur a l'APC d'Oum Teboul ainsi qu'à M^{me} Boutaba chef de service technique à l'APC de Ramel El Souk. M^{me} Iboud .S. du service de la pêche d'El Kala. A M^{elle} Bahroun .M. inspectrice divisionnaire des forêts d'El Tarf, aux personnels de la D.P.A.T, de la DSA, de l'environnement d'El Tarf et a M^r Mawalid .A. ingénieur au service de l'industrie d'El Tarf .A M^r le directeur du parc national d'El Kala, a tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.

POUR VOUS TOUS MERCI.

Créations  *Benedicite*

Tableau n° 01: Répartition de la population résidente par commune en 2005 de la wilaya d'El Tarf (source DPAT El Tarf 2004).....	5
Tableau n° 02: Ressources hydriques souterraines et superficielles existantes dans la région d'El Tarf (source DHW El Tarf 2005).....	11
Tableau n° 03: La dotation est en fonction de la variation de la population dans la région d'El Tarf (source DHW El Tarf 2005).....	12
Tableau n° 04 : Tableau récapitulatif du rapport géologie-hydrogéologie dans la région d'étude.....	28
Tableau n° 05 : Température moyenne mensuelle en (C°).....	30
Tableau n° 06 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air en (%).....	31
Tableau n° 07 : Vitesse moyenne mensuelle des vents en (m/s).....	31
Tableau n° 08 : Précipitation moyenne mensuelle en (mm).....	32
Tableau n° 09 : Indice annuel d'aridité (A).....	33
Tableau n° 10 : Indice mensuel d'aridité (A).....	34
Tableau n° 11 : Valeurs de l'ETP par la formule de THORNTHWAITE.....	37
Tableau n° 12 : Valeurs de l'ETR par la formule de TURC.....	37
Tableau n° 13 : Valeur de λ dans les deux stations.....	38
Tableau n° 14 : Valeurs de l'ETR par la formul de COUTAGNE.....	39
Tableau n° 15 : Valeurs du déficit d'écoulement "D" par la 2° formule de Cotagne.....	39
Tableau n° 16 : Bilan d'eau par la méthode de THORNTHWAITE station les Salines (1975-2005).....	40
Tableau n° 17 : Bilan d'eau par la méthode de THORNTHWAITE station El Kala (1974-2004).....	41
Tableau n° 18 : Les résultats de l'ETR obtenus dans les deux stations (les Salines et El Kala) fournis par différentes méthodes.....	44
Tableau n° 19 : Les résultats de ruissellement "R" obtenus dans les deux stations (les Salines et El Kala).....	45
Tableau n° 20 : Les résultats de l'infiltration efficace "I" obtenus dans les deux stations (les Salines et El Kala).....	45
Tableau n° 21 : Répartition et état des retenues collinaires (source DHW El Tarf 2005).....	53
Tableau n° 22 : Les différentes sources thermales existantes et leurs affectations dans la wilaya d'El Tarf (source DHW El Tarf 2005).....	55
Tableau n° 23 : Inventaire des puits dans la wilaya d'El Tarf (source DSA El Tarf 2005).....	57
Tableau n° 24 : Forages existants dans la wilaya d'El Tarf (source DHW El Tarf 2004).....	58
Tableau n° 25 : Les différents débits d'eaux usées rejetés (source différentes APC de la wilaya d'El Tarf 2005).....	70
Tableau n° 26 : Localisation des échantillons d'eaux souterraines.....	73
Tableau n° 27 : Localisation des échantillons d'eaux de surfaces.....	73
Tableau n° 28 : Grille de la qualité (IPO).....	98
Tableau n° 29 : Indice de pollution organique (IPO).....	99
Tableau n° 30 : Grille de la qualité (Lisec-Index).....	100
Tableau n° 31 : Indice de pollution organique (Lisec-Index).....	101
Tableau n° 32 : Grille de la qualité (IHE).....	102
Tableau n° 33 : Indice de pollution organique (IHE).....	103
Tableau n° 34 : Evolution de la population aux différents horizons.....	108
Tableau n° 35 : Besoin en eau domestique.....	108
Tableau n° 36 : Besoin en eau de la ville d'El Tarf.....	109
Tableau n° 37 : Estimation des débits d'eaux usées.....	109
Tableau n° 38 : Estimation de la charge polluante.....	110

Tableau n° 39 : Caractéristique de la station d'épuration de la ville d'El Tarf.....110
Tableau n° 40 : Charge volumique et massique des différents procédès.....115

Annexe

Tableau n°01 : Tableau des variations mensuelles des précipitations station El Kala période (1974/75-2003/04).
Tableau n°02 : Tableau des variations mensuelles des précipitations station Les Salines période (1975/76-2004/05).
Tableau n°03 /: Tableau des variation mensuelles des températures station El Kala période (1974/75-2003/04).
Tableau n°04 : Tableau des variations mensuelles des températures station Les Salines période (1975/76-2004/05).
Tableau n°05 : Tableau des variations mensuelles d'humidité station El Kala période (1984/85-2003/04).
Tableau n°06 : Tableau des variations mensuelles d'humidité station Les Salines période (1975/76-2004/05).
Tableau n°07 : Tableau des variations mensuelles des vents station El Kala période (1984/85-2001/02).
Tableau n°08 : Tableau des variations mensuelles des vents station Les Salines période (1975/76-2004/05).
Tableau n°09 : Dégrilleur.
Tableau n°10 : Déssableur.
Tableau n°11 : Déssableur.
Tableau n°12 : Décanteurs circulaires.

Figure n° 01: Situation géographique de la région d'étude.....	3
Figure n° 02: Répartition de la population dans la région d'étude 2005.....	4
Figure n° 03: Relation existante entre la population, superficie et la densité.....	6
Figure n° 04: Carte du couvert végétal de la région d'El Tarf.....	8
Figure n° 05: Les différentes unités industrielles existantes dans la région d'étude.....	9
Figure n° 06: Unités géomorphologiques dans la région d'étude.....	16
Figure n° 07: Carte géologique et structurale de la région d'étude (extrait de la carte géologique et structurale de la chaîne alpine d'Algérie orientale et des coffins Algéro-Tunisiens 1/500.000 J.M.VILLA (1980).....	21
Figure n° 08 : Coupe géologique dans la plaine d'El Tarf.....	26
Figure n° 09 : Coupe géologique dans la plaine de Bouteldja.....	26
Figure n° 10 : Coupe géologique dans la plaine d'Oum Teboul.....	27
Figure n° 11 : Représentation des ages géologiques et leurs intérêts hydrogéologiques.....	28
Figure n° 12 : Situation géographique des stations pluviométriques et hydrométriques dans la région d'étude.....	29
Figure n° 13 : Diagramme pluvio-thermique des deux stations les Salines et El Kala.....	35
Figure n° 14 : Bilan d'eau effectué sur la base des moyennes mensuelles des précipitations, ETP, ETR dans les deux stations les Salines et El Kala.....	43
Figure n° 15 : Le secteur de la Mafragh.....	47
Figure n° 16 : Le lac Tonga.....	48
Figure n° 17 : Le lac Oubaira.....	48
Figure n° 18 : Le lac des Oiseaux.....	49
Figure n° 19 : Le lac Noir.....	49
Figure n° 20 : Le lac Mellah.....	50
Figure n° 21 : Les Marais de la Mekrada.....	51
Figure n° 22 : Le barrage Mexa.....	51
Figure n° 23 : Le barrage Cheffia.....	52
Figure n° 24 : Retenue Collinaire.....	52
Figure n° 25 : Carte d'inventaire des points d'eaux dans la région d'étude 2004.....	54
Figure n° 26 : Carte des ressources en eaux dans la région d'étude.....	59
Figure n° 27 : Coupes hydrogéologiques dans le Massif Dunaire de Bouteldja.....	63
Figure n° 28 : Coupe hydrogéologique dans la plaine de Bouteldja.....	64
Figure n° 29 : Coupe hydrogéologique dans la plaine d'El Tarf.....	65
Figure n° 30 : Coupe hydrogéologique dans la plaine d'El Asfour.....	66
Figure n° 31 : Coupe hydrogéologique dans la plaine d'Oum Teboul.....	67
Figure n° 32 : Représentation des différents aquifères dans la région d'El Tarf d'après la superficie en Km ²	68
Figure n° 33 : Carte débits des points de rejets dans la région d'étude.....	69
Figure n° 34 : Carte des points de prélèvement d'eau dans la région d'étude.....	72
Figure n° 35 : Diagramme Eh-pH des eaux souterraines "basses eaux".....	75
Figure n° 36 : Diagramme Eh-pH des eaux souterraines "hautes eaux".....	75
Figure n° 37 : Diagramme de la variation de la conductivité dans les eaux souterraines pendant les deux saisons.....	76
Figure n° 38 : Diagramme de la variation de la température dans les eaux souterraines pendant les deux saisons.....	77
Figure n° 39 : Diagramme de la variation du titre hydrométrique des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	78
Figure n° 40 : Diagramme de la variation des matières en suspensions des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	78

Figure n° 41 : Diagramme de la variation de la turbidité des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	79
Figure n° 42 : Diagramme de la variation des chlorures des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	79
Figure n° 43 : Diagramme de la variation des sulfates des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	80
Figure n° 44 : Diagramme de la variation du calcium des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	80
Figure n° 45 : Diagramme de la variation du magnésium des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	81
Figure n° 46 : Diagramme de la variation des bicarbonates des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	81
Figure n° 47 : Diagramme des concentrations des DBO ₅ en fonction des O ₂ dissous des eaux souterraines "basses eaux".....	82
Figure n° 48 : Diagramme des concentrations des DBO ₅ en fonction des O ₂ dissous des eaux souterraines "hautes eaux".....	82
Figure n° 49 : Diagramme de la variation des nitrites des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	83
Figure n° 50 : Diagramme de la variation de l'oxydabilité des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	83
Figure n° 51 : Diagramme de la variation des phosphates des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	84
Figure n° 52 : Diagramme de la variation du fer des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	84
Figure n° 53 : Diagramme de la variation du zinc des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	85
Figure n° 54 : Diagramme de la variation du cuivre des eaux souterraines pendant les deux saisons.....	85
Figure n° 55 : Diagramme Eh-pH des eaux de surfaces "basses eaux".....	86
Figure n° 56 : Diagramme Eh-pH des eaux de surfaces "hautes eaux".....	86
Figure n° 57 : Diagramme de la variation de la conductivité dans les eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	87
Figure n° 58 : Diagramme de la variation de la température dans les eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	88
Figure n° 59 : Diagramme de la variation du titre hydrométrique des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	88
Figure n° 60 : Diagramme de la variation des matières en suspensions des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	89
Figure n° 61 : Diagramme de la variation de la turbidité des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	89
Figure n° 62 : Diagramme de la variation des chlorures des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	90
Figure n° 63 : Diagramme de la variation des sulfates des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	90
Figure n° 64 : Diagramme de la variation du calcium des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	91
Figure n° 65 : Diagramme de la variation du magnésium des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	91

Figure n° 66 : Diagramme de la variation des bicarbonates des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	92
Figure n° 67 : Diagramme des concentrations des DBO ₅ en fonction des O ₂ dissous des eaux de surfaces "basses eaux".....	93
Figure n° 68 : Diagramme des concentrations des DBO ₅ en fonction des O ₂ dissous des eaux de surfaces "hautes eaux".....	93
Figure n° 69 : Diagramme de la variation des nitrites des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	94
Figure n° 70 : Diagramme de la variation de l'oxydabilité des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	94
Figure n° 71 : Diagramme de la variation des phosphates des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	95
Figure n° 72 : Diagramme de la variation du fer des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	95
Figure n° 73 : Diagramme de la variation du zinc des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	96
Figure n° 74 : Diagramme de la variation du cuivre des eaux de surfaces en fonction des débits d'eaux usées pendant les deux saisons.....	96
Figure n° 75 : Représentation graphique des trois indices obtenus par les différentes méthodes.....	104
Figure n° 76 : Carte d'indice de pollution organique (IPO) des eaux naturelles dans la région d'étude.....	105

LISTE DES SYMBOLES

mm	: millimètre
cm³/g	: centimètre cube par gramme
mm/an	: millimètre par an
m	: mètre
m²	: mètre carrée
ml	: mètre lainière
Km	: Kilomètre
Km²	: Kilomètre carrée
m/s	: mètre par seconde
m²/s	: mètre carrée par seconde
m³/s	: mètre cube par seconde
m³/j	: mètre cube par jour
m³/h	: mètre cube par heure
h	: heure
ha	: hectare
Hm³	: hectomètre cube
Hm³/an	: hectomètre cube par an
g/l	: gramme par litre
g/hab/j	: gramme par habitant par jour
mg/l	: milligramme par litre
Kg/j	: Kilogramme par jour
mg/ml	: milligramme par millilitre
mgO₂/l	: milligramme d'oxygène dissous par litre
l/s	: litre par seconde
hab	: habitant
hab/Km²	: habitant par kilomètre carrée
l/j/hab	: litre par jour par habitant
L/an/hab	: Litre par an par habitant
%	: pourcent
C°	: degré Celsius
F°	: degré français
Mv	: Millivolt
μs/cm	: microsiemens par centimètre
R	: point de rejet
P	: point de prélèvement
S	: Sud
N	: Nord
E	: Est
W	: Ouest
UNT	: Unité de Turbidité Néphélométrique
N°	: Numéro
Fig	: Figure
Tab	: Tableau
NGA	: Nivellement Général Algérien
APC	: Assemblé Populaire Communal

Table des matières	xiii
Introduction Générale	1
Chapitre I : Cadre Général	
I-1-SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	3
I-2-APERCUS SOCIO-ECONOMIQUE.....	3
I-2-1-Population.....	3
I-2-2-Tourisme.....	6
I-2-3-Pêche.....	7
I-2-4-Fôrets.....	7
I-2-5-l'Agriculture.....	8
I-2-6-l'Industrie.....	9
I-3-FACTEURS DE POLLUTIONS.....	10
I-3-1-Pollution Urbaine.....	10
I-3-2-Pollution Industrielle.....	10
I-3-3-Pollution Agricole.....	10
I-4-ALIMENTATION EN EAU POTABLE.....	10
I-4-1-Situation de L'alimentation en Eau Potable.....	13
I-4-1-1-Présentation Globale de L'AEP.....	13
A-Abondance de la Ressource et AEP Satisfaisante.....	13
B-Insuffisance de la Ressource.....	13
C-Ressource Suffisante avec Présence de Déficit.....	14
I-5-CONCLUSION.....	14
Chapitre II : Géomorphologie	
II-1-INTRODUCTION.....	15
II-2-PRINCIPALES FORMATIONS.....	16
II-2-1-Les Marais de la Mekrada.....	16
II-2-2-Les Grabbens.....	17
II-2-3-Les Horests.....	17
II-2-4-Le Massif Dunaire.....	17
II-2-5-Les Terrasses.....	17
II-2-5-1-Basses Terrasses.....	17
II-2-5-2-Moyennes et Hautes Terrasses.....	17
II-2-6-Les Massifs Rocheux.....	17
II-2-6-1-Massif des Grés Numidiens.....	17
II-2-6-2-Massif et Cordon Dunaire.....	17
II-2-7-Les Lacs.....	18
II-2-7-1-Lac Oubaira.....	18
II-2-7-2-Lac Mellah.....	18
II-2-7-3-Lac Tonga.....	18
II-2-7-4-Lac des Oiseaux.....	18
II-2-8-Les Montagnes.....	18
II-2-9-Les Collines.....	18
II-2-10-Les Oueds.....	19
II-2-11-Les Plaines.....	19
II-2-11-1-La Plaine d'Annaba.....	19
II-2-11-2-La Plaine d'El Tarf.....	19
II-2-11-3-La Plaine Alluviale de Bouteldja.....	20
II-2-11-4-La Plaine d'El Asfour.....	20
II-2-11-5-La Plaine d'Oum Teboul.....	20

II-3-CONCLUSION.....	20
Chapitre III : Lithologie de la région	
III-1-INTRODUCTION.....	21
III-2-STRATIGRAPHIE.....	22
III-2-1-Le Secondaire.....	22
III-2-1-1-Crétacé Supérieur (Cénomaniens).....	22
III-2-2-Le Tertiaire.....	22
III-2-2-1-Eocène Inférieur.....	22
III-2-2-2-Eocène Moyen.....	22
III-2-2-3-Eocène Supérieur.....	22
III-2-2-4-Oligocène.....	22
III-2-2-5-Miocène Supérieur.....	23
III-2-2-6-Pliocène Ancien.....	23
III-2-2-7-Pliocène Récent.....	23
III-2-3-Le Quaternaire.....	23
III-2-3-1-Le Quaternaire Ancien.....	23
III-2-3-2-Le Quaternaire Moyen.....	24
III-2-3-2-1-Pléistocène Ancien.....	24
III-2-3-2-2-Pléistocène Moyen.....	24
III-2-3-2-3-Pléistocène Récent.....	24
III-2-3-3-Le Quaternaire Récent.....	24
III-2-3-4-Le Quaternaire Actuel.....	24
III-3-TECTONIQUE.....	25
III-3-1-Monts Gréseux-Argileux de la Cheffia.....	25
III-3-2-La Plaine d'El Tarf.....	25
III-4-INTERPRETATION DES COUPES GEOLOGIQUES.....	25
III-4-1-Coupe Géologique dans la Plaine d'El Tarf.....	25
III-4-2-Coupe Géologique dans la Plaine de Bouteldja.....	26
III-4-3-Coupe Géologique dans la Plaine d'Oum Teboul.....	27
III-5-RAPPORT GEOLOGIE-HYDROGEOLOGIE.....	27
Chapitre IV : Hydroclimatologie	
IV-1-CLIMATOLOGIE.....	29
IV-1-1-Introduction.....	29
IV-1-2-Les Facteurs Climatiques.....	30
IV-1-2-1-La Température.....	30
IV-1-2-2-L'humidité.....	30
IV-1-2-3-Le Vent.....	31
IV-1-2-4-Le Brouillard.....	32
IV-1-2-5-Le Sirocco.....	32
IV-1-2-6-La Précipitation.....	32
IV-1-3-Le Climat.....	32
IV-1-3-1-L'indice de DE MARTONNE.....	33
IV-1-4-Estimation de L'évaporation.....	36
*L'évaporation.....	36
*La Transpiration.....	36
IV-1-4-1-Evapotranspiration Potentielle (ETP).....	36
IV-1-4-2-Evapotranspiration Réelle (ETR).....	37
A-Formule Annuel de TURC.....	37
B-Formule de COUTAGNE.....	38

D-Formule de THONTHWAITE (ETR et Bilan d'Eau).....	40
E-Résultats de l'ETR Obtenus dans les deux Stations par Différentes	
Méthodes.....	44
IV-1-5-Estimation du Ruissellement.....	44
IV-1-6-Estimation de L'infiltration.....	45
IV-2-HYDROLOGIE DE SURFACE.....	46
IV-2-1-Introduction.....	46
IV-2-2-Les Secteurs Importants.....	46
IV-2-2-1-Secteur de la Mafragh.....	46
IV-2-2-2-Secteur d'Oum Teboul.....	47
IV-2-3-Les Eaux Stagnantes.....	47
IV-2-3-1-La Lac Tonga.....	47
IV-2-3-2-La Lac Oubeïra.....	48
IV-2-3-3-Le Lac des Oiseaux.....	49
IV-2-3-4-La Tourbière du Lac Noir.....	49
IV-2-3-5-Le Lac Mellah.....	50
IV-2-3-6-Les Marais de la Mekrada.....	50
IV-2-3-7-Barrage Mexa.....	51
IV-2-3-8-Barrage Cheffia.....	52
IV-2-3-9-Les Retenues Collinaires.....	52
IV-3-CONCLUSION.....	53
<i>Chapitre V: Aperçu Hydrogéologique</i>	
V-1-INTRODUCTION.....	54
V-2-INVENTAIRE DES POINTS D'EAUX.....	54
V-2-1-Les Sources.....	55
V-2-1-1-Les Sources Thermales.....	55
V-2-1-2-Les Sources Froides.....	56
V-2-2-Les Puits.....	56
V-2-3-Les Forages.....	57
V-3-DEFINITION DES AQUIFERES.....	59
V-3-1-La Nappe Superficielle et Nappe Profonde des Gravieres (Confondues).....	59
V-3-2-La Nappe du Massif Dunaire de Bouteldja.....	60
V-3-3-La Nappe Superficielle et Nappe Captive Profonde d'El Tarf (Superposée).....	61
V-3-4-La Nappe Semi Captive d'Oum Teboul.....	61
V-3-5-La Nappe Superficielle d'Oum Teboul.....	62
V-3-6-La Nappe du Cordon Dunaire.....	62
V-3-7-La Nappe des Terrasses.....	62
V-3-8-Nappe Superficielle et Nappe Profonde des Gravieres (Superposées).....	62
V-4-ETABLISSEMENT DES COUPES HYDROGEOLOGIQUES.....	63
V-4-1-Massif Dunaire de Bouteldja.....	63
V-4-2-Plaine de Bouteldja.....	64
V-4-3-Plaine d'El Tarf.....	65
V-4-4-Plaine d'El Asfour.....	66
V-4-5-Plaine d'Oum Teboul.....	67
V-5-CONCLUSION.....	68
<i>Chapitre VI : Hydrochimie</i>	
VI-1-INTRODUCTION.....	69
VI-2-DIFFERENTS REJETS D'EAUX USEES.....	69
VI-2-1-Rejets d'Eaux Usées Urbaines.....	71

VI-2-2-Rejets d'Eaux Usées Industriels.....	71
VI-3-METHODE D'ECHANTILLONNAGE.....	71
VI-3-1-Points de Prélèvements et Echantillonnage.....	72
VI-3-1-1-Période des Hautes Eaux (du 21/11/2004 au 01/01/2005).....	74
VI-3-1-2-Période des Basses Eaux (du 01/08/2005 au 22/08/2005).....	74
VI-4-LES EAUX SOUTERRAINES.....	74
VI-4-1-Les Paramètres Physiques.....	74
VI-4-1-1-Potentiel d'Hydrogène (pH).....	74
VI-4-1-2-Potentiel d'Oxydo-Réducteur (Eh).....	75
VI-4-1-3-Relation entre PH et Eh.....	75
VI-4-1-4-Conductivité Electrique (CE).....	76
VI-4-1-5-La Température.....	77
VI-4-1-6-Le Titre Hydrométrique (TH).....	77
VI-4-1-7-Les Matières en Suspensions (MES).....	78
VI-4-1-8-La Turbidité.....	79
VI-4-2-Paramètres Chimiques.....	79
VI-4-2-1-Les Chlorures (Cl ⁻).....	79
VI-4-2-2-Les Sulfates (SO ₄ ⁻²).....	80
VI-4-2-3-Le Calcium (Ca ⁺⁺).....	80
VI-4-2-4-Le Magnésium (Mg ⁺⁺).....	81
VI-4-2-5-Les Bicarbonates (Hco ₃ ⁻).....	81
VI-4-3-Paramètres Biologiques.....	82
VI-4-3-1-La Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅).....	82
VI-4-3-2-L'oxygène Dissous (O ₂).....	82
VI-4-3-3-Relation entre la DBO ₅ et O ₂	82
VI-4-3-4-Les Nitrites (NO ₂).....	83
VI-4-3-5-L'oxydabilité.....	83
VI-4-3-6-Les Phosphates.....	84
VI-4-4-Paramètres Toxiques.....	84
VI-4-4-1-Le Fer (Fe ⁺⁺).....	84
VI-4-4-2-Le Zinc (Zn ⁺⁺).....	85
VI-4-4-3-Le Cuivre (Cu ⁺⁺).....	85
VI-5-LES EAUX DE SURFACES.....	86
VI-5-1-Les Paramètres Physiques.....	86
VI-5-1-1-Potentiel d'Hydrogène (pH).....	86
VI-5-1-2-Potentiel d'Oxydo-Réducteur (Eh).....	86
VI-5-1-3-Relation entre PH et Eh.....	86
VI-5-1-4-Conductivité Electrique (CE).....	87
VI-5-1-5-La Température.....	88
VI-5-1-6-Le Titre Hydrométrique (TH).....	88
VI-5-1-7-Les Matières en Suspensions (MES).....	89
VI-5-1-8-La Turbidité.....	89
VI-5-2-Paramètres Chimiques.....	90
VI-5-2-1-Les Chlorures (Cl ⁻).....	90
VI-5-2-2-Les Sulfates (SO ₄ ⁻²).....	90
VI-5-2-3-Le Calcium (Ca ⁺⁺).....	91
VI-5-2-4-Le Magnésium (Mg ⁺⁺).....	91
VI-5-2-5-Les Bicarbonates (Hco ₃ ⁻).....	92
VI-5-3-Paramètres Biologiques.....	92

VI-5-3-1-La Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅).....	92
VI-5-3-2-L'oxygène Dissous (O ₂).....	92
VI-5-3-3-Relation entre la DBO ₅ et O ₂	92
VI-5-3-4-Les Nitrites (No ₂).....	94
VI-5-3-5-L'oxydabilité.....	94
VI-5-3-6-Les Phosphates.....	95
VI-5-4-Paramètres Toxiques.....	95
VI-5-4-1-Le Fer (Fe ⁺⁺).....	95
VI-5-4-2-Le Zinc (Zn ⁺⁺).....	96
VI-5-4-3-Le Cuivre (Cu ⁺⁺).....	96
VI-6-ETABLISSEMENT DE LA CARTE DE L'INDICE DE LA POLLUTION ORGANIQUE DES EAUX NATURELLES DE LA REGION D'ETUDE.....	97
VI-6-1-Définition.....	97
VI-6-2-Classification des Eléments Organiques par Classes d'Altération.....	97
VI-6-3-Calcul de l'Indice de la Pollution Organique Selon Différentes Méthodes.....	97
VI-6-3-1-Indice de Pollution Organique (IPO, Leclercq&Maquet, 1987).....	97
VI-6-3-1-1-Calcul de l'Indice de Pollution Organique (IPO).....	98
VI-6-3-2-Lisec-Index (Beckers& Steegmanz, 1979).....	100
VI-6-3-2-1-Calcul de l'Indice de Pollution Organique (Lisec-Index).....	100
VI-6-3-3-Classification des Paramètres (Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, 1986).....	102
VI-6-3-3-1-Calcul de l'Indice de Pollution Organique (IHE).....	102
VI-6-4-Représentation Graphique des Trois Indices Obtenus par les Différentes Méthodes.....	104
VI-6-5-Etablissement de la Carte de Pollution Organique (IPO) des Eaux Naturelles....	104
VI-6-6-Interprétation de la Carte d'Indice de Pollution Organique (IPO).....	105
VI-7-CONCLUSION.....	106
Chapitre VII : La Station d'Epuration	
VII-1-INTRODUCTION.....	107
VII-2-DETRMINATION DE LA CAPACITE DE LA STATION.....	107
VII-2-1-Données de Base.....	107
VII-2-1-1-Localité d'El Tarf	107
VII-2-1-1-1-Estimation de la Population Future.....	107
VII-2-1-1-2-Estimation des Besoins en Eau aux Différents Horizons.....	108
VII-2-1-1-2-1-Besoin en Eau Domestique.....	108
VII-2-1-1-2-2-Les Pertes.....	108
VII-2-1-1-2-3-Besoin Récapitulatifs de la Ville d'El Tarf.....	108
VII-2-1-1-2-4- Estimation du Débit des Eaux Usées.....	109
VII-2-1-1-3-Estimation de la Composition des Eaux Usées.....	109
VII-3-QUALITE DES EAUX USEES EPURES.....	111
VII-3-1-Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅).....	111
VII-3-2-Matières en Suspension Totale (MES).....	111
VII-4-DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION.....	111
VII-4-1-Ouvrage de Prétraitement.....	111
VII-4-1-1-Le Dégrillage.....	111
VII-4-1-1-1-Nombre d'Espacements entre les Barreaux.....	111
VII-4-1-1-2-Calcul de la Largeur de la Grille.....	111

VII-4-1-1-3-Calcul des Pertes de Charge dans la Grille.....	112
VII-4-1-1-4-Calcul du Volume des Détritus dans la Grille.....	112
VII-4-1-2-Le Dessablage.....	113
VII-4-1-2-1-Calcul de la Longueur du Dés sableur.....	113
VII-4-1-2-2-Volume du Sable Sédimenté (W_1).....	113
VII-4-1-2-3-Calcul du Lit de Séchage.....	114
VII-4-1-2-4-Calcul de la Surface du Lit de Séchage (F).....	114
VII-4-2-Traitement Biologique.....	114
VII-4-2-1-Bassin d'Aération.....	114
VII-4-2-1-1-Besoin en Oxygène.....	116
VII-4-2-1-2-Calcul de Temps de Séjour.....	117
VII-4-2-1-3-Age des Boues.....	117
VII-4-2-1-4-Choix des Aérateurs de Surface.....	117
VII-4-2-2-Décantation Secondaire.....	117
VII-4-2-2-1-Bilan des Boues.....	118
VII-4-2-2-2-Age des Boues.....	118
VII-4-2-2-3-Recirculation des Boues.....	118
VII-4-2-2-4-Taux de Recirculation.....	119
VII-4-3-Traitement des Boues.....	119
VII-4-3-1-Epaississement des Boues.....	119
VII-4-3-2-Lits de Séchage.....	120
VII-5-CONCLUSION.....	120
Conclusion Générale	121

INTRODUCTION GÉNÉRALE

« L'eau pure est le plus beau cadeau que l'être humain peut offrir à son semblable »

L'une des richesses fondamentales des pays est constituée par les ressources en eau de surface et souterraine. Celles-ci conditionnent également le succès de leur développement économique et social.

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, pour sa survie, pour sa santé, elle l'est également pour ses activités agricoles, industrielles et touristiques, nous avons tendance à penser à l'eau en vue d'un but précis, la qualité de l'eau est-elle assez bonne pour l'utilisation que nous voulons en faire? Une eau qui est bonne pour une chose ne l'est pas nécessairement pour une autre, pour cette raison les scientifiques s'intéressent à d'autres aspects de la qualité de l'eau.

Pour eux la qualité est caractérisée par diverses substances en solution et en suspension dans l'eau, leur quantité et l'effet qu'elles ont sur les habitants de l'écosystème; c'est la concentration de ces substances qui déterminent la qualité de l'eau et permet de savoir si cette eau convient à un usage en particulier.

Donc il est facile de se débarrasser des déchets en les jetant dans une rivière ou dans un lac, en petite ou en grande quantité, jetés intentionnellement ou accidentellement, le plus souvent nos cours d'eaux sont pollués par des déchets urbains, agricoles et industriels comprenant de nombreuses substances toxiques de synthèse que les processus naturels ne réussissent pas à décomposer. même en quantité minime, quelques-unes de ces substances peuvent être très dommageables.

Dans ce contexte on a essayé d'étudier la qualité des eaux naturelles dans la région d'El Tarf (extrême Nord-Est de l'Algérie) dont le thème est l'impact des eaux usées urbaines et industrielles sur les eaux naturelles dans la région d'El Tarf.

Notre étude englobera deux grandes parties dont la première est bibliographique complétée par des données récentes: cadre général, géomorphologie, lithologie de la région, hydroclimatologie et enfin l'hydrogéologie.

Une deuxième partie expérimentale comprend l'hydrochimie où différentes mesures et analyses sur terrain pendant les hautes et les basses eaux de l'année 2005 ont été effectuées sur des puits et forages, et sur des rejets d'eaux usées dans l'oued Kebir Est, La Bounamoussa, la Seybouse et leurs affluents.

L'interprétation des données nous a conduit à établir la carte de la qualité des eaux naturelles par le biais d'un indice de pollution organique, ainsi il ressort une proposition de station d'épuration des eaux pour remédier aux problèmes posés.

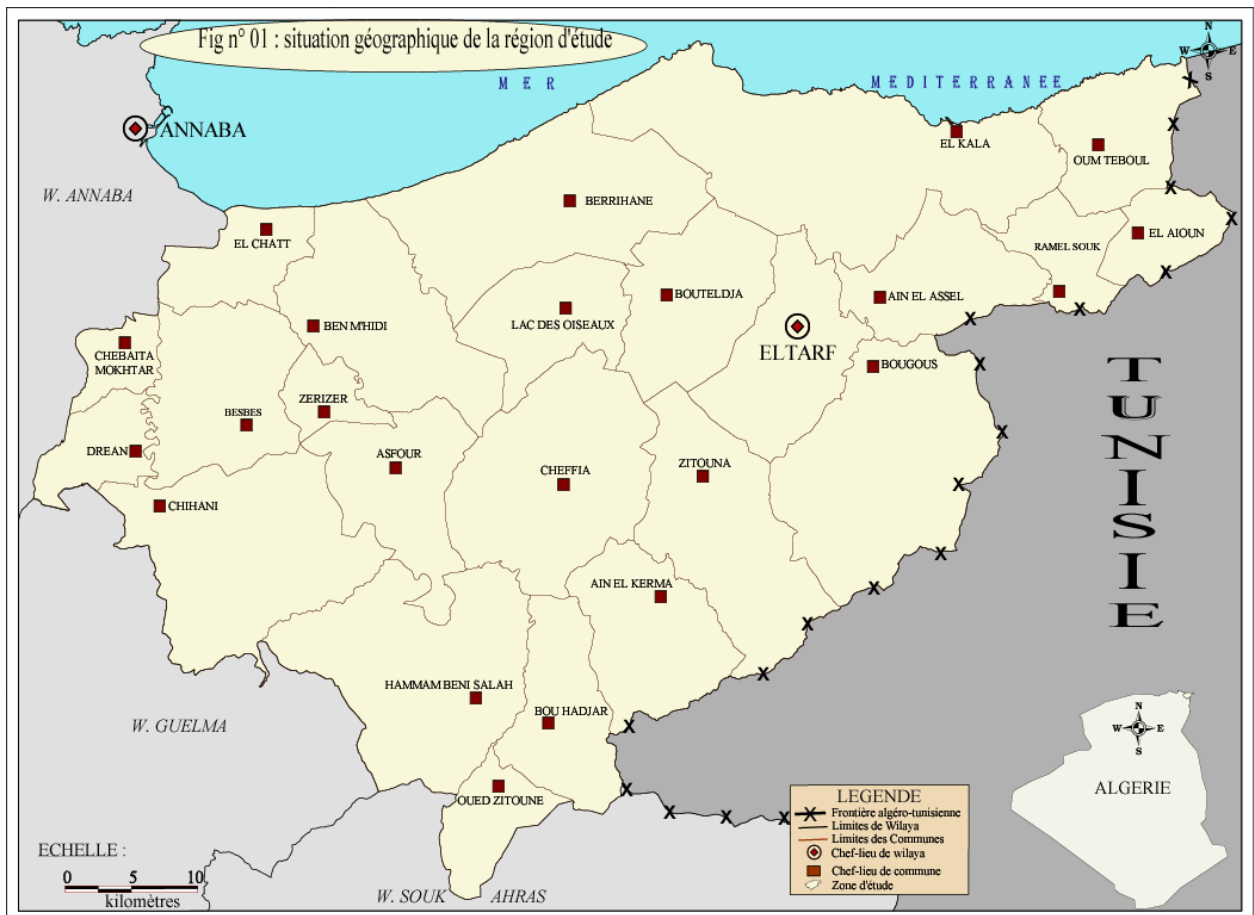
CHAPITRE I

CADRE GÉNÉRAL

I-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE:

La région d'El Tarf se situe à l'extrême Nord-Est (Figure n°01) de l'Algérie donc frontalière avec la Tunisie, est issue du dernier découpage administratif de 1984.

Elle s'étend sur une superficie d'environ 2 891 Km², au Nord elle est limitée par la mer méditerranée, au Sud et au Sud-Ouest par les wilayas de Souk-Ahras et de Guelma, à l'Ouest par la wilaya d'Annaba et à l'Est par la frontière algéro-tunisienne.



I-2-APERCUS SOCIO-ECONOMIQUE :

I-2-1-Population :

La population de la région d'El Tarf au même titre que le reste du pays et du Nord de l'Afrique, remonte très loin dans le temps, comme en témoigne de très nombreux et différents sites archéologiques et monuments historiques, qui retracent le passage de Plusieurs civilisations humaines qu'a connue le Nord Central de l'Afrique, et cela depuis la préhistoire.

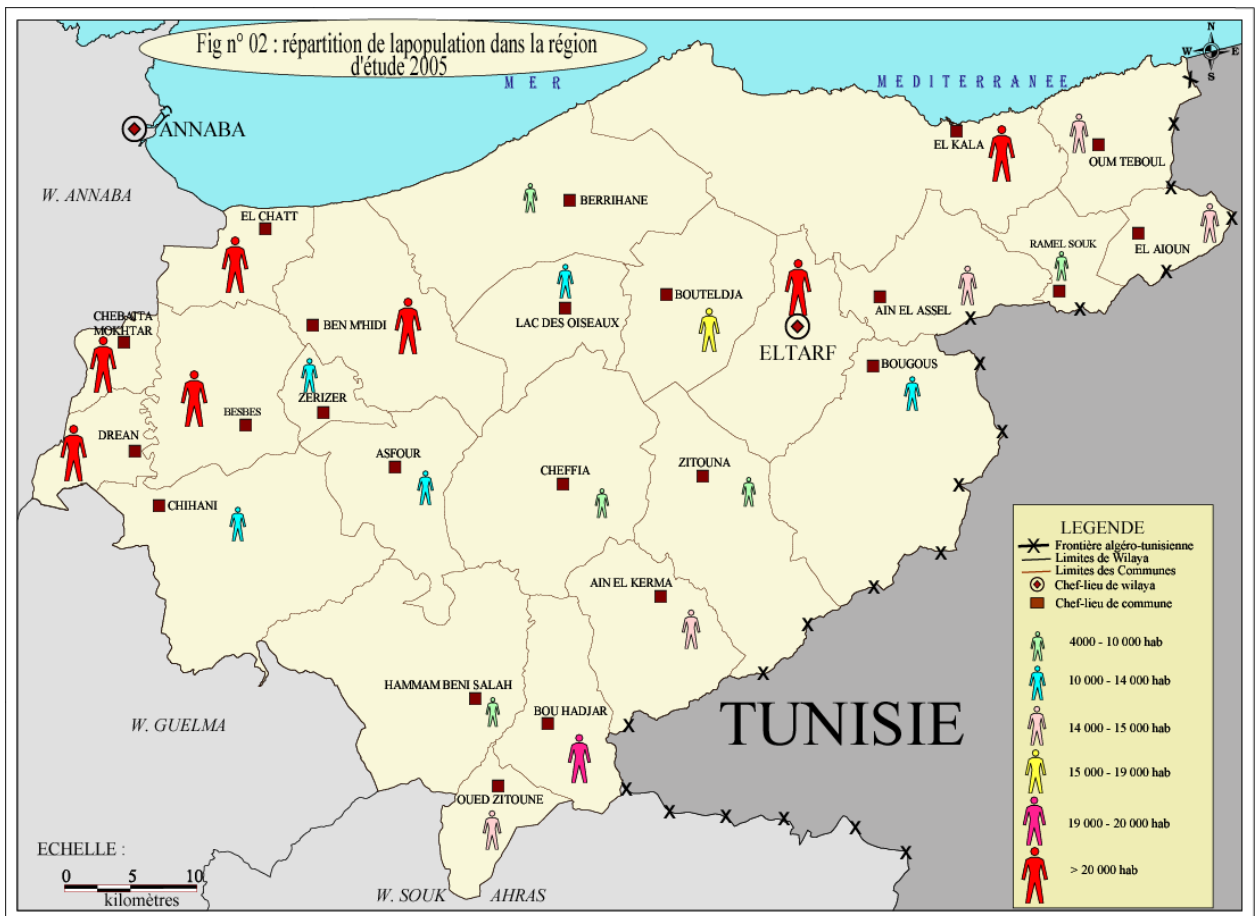
Actuellement la population de la wilaya d'El Tarf est de 420246 habitants (Tableau n°01) (D'après le recensement de 1998), répartis sur 24 communes et sept (07) daïras (Figure n°02).

Cette population est fortement concentrée dans les agglomérations les plus importantes

telles que:El Tarf, El Kala, El Besbes....etc.

La principale agglomération de la wilaya d'El Tarf compte plus de 26 000 habitants; viennent ensuite les autres agglomérations:Besbes avec 50 139 habitants, Dréan avec 38 010 habitants, Ben M'hidi avec 36 130 habitants, El Chatt avec 35 115 habitants, El Kala avec 29 367 habitants et enfin Chebaïta Mokhtar avec 24 262 habitants.

Les agglomérations se caractérisent surtout par leur dimension moyenne et leur concentration le long des routes nationales, ces facteurs donnent une relation entre la superficie, la densité, ainsi que la population (Figure n°03).



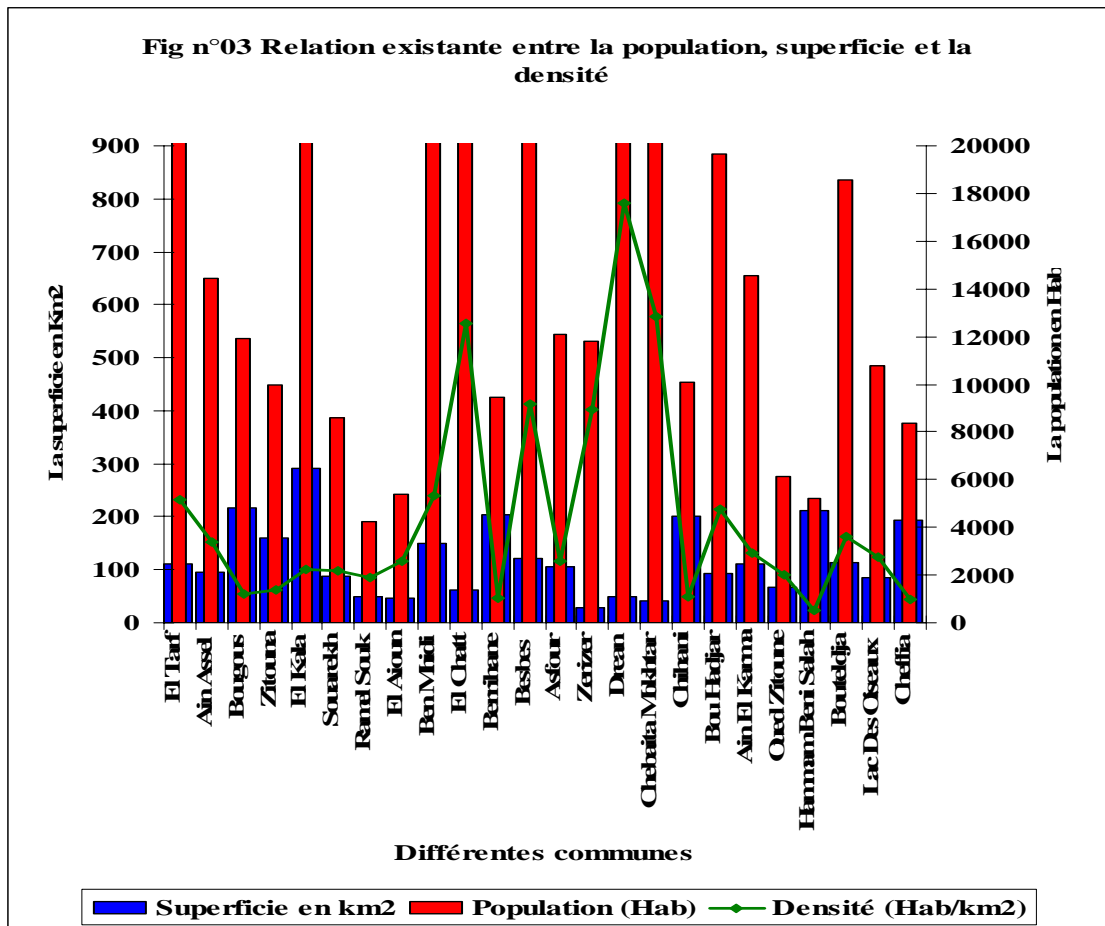
Tab n° 01: Répartition de la population résidente par commune
En 2005 de la W d'El Tarf
(Source DPAT El Tarf 2004)

Nom	Superficie (Km ²)	Population (Hab)	Densité (Hab /Km ²)	Taux d'accroissement (%)
EL TARF	111,4	26 012	233	3,39
AIN ASSEL	94,8	14 465	152	2,06
BOUGOUS	215,8	11 915	55	1,43
ZITOUNA	159,6	9 948	62	2,36
EL TARF*	581,6	62 340	107	2,46
EL KALA	292	29 367	100	2,20
SOUAREKH	87,35	8 612	98	1,88
RAMEL SOUK	50	4 230	84	1,97
EL AIOUNE	45,85	5 390	117	2,19
EL KALA*	475,2	47 599	100	2,12
BEN M'HIDI	150,65	36 130	239	3,12
EL CHATT	62,15	35 115	565	3,71
BERRIHANE	202,50	9 454	46	1,70
BEN M'HIDI*	415,30	80 699	194	3,16
BESBES	121,55	50 139	412	2,03
ASFOUR	104,52	12 077	115	1,66
ZERIZER	29,30	11 788	402	2,10
BESBES*	255,37	74 004	289	1,98
DREAN	48,00	38 010	791	2,08
CHEBAITA MOKHTAR	41,98	24 262	577	2,06
CHIHANI	200,82	10 106	50	1,19
DREAN*	290,80	72 378	248	1,94
BOU HADJAR	92,07	19 645	213	2,42
AIN EL KARMA	110,84	14 539	131	1,08
OUED ZITOUNE	67,05	6 128	91	1,95
HAMMAM BENI SALAH	211,52	5 219	24	0,92
BOU HADJAR*	481,48	45 531	94	1,72
BOUTELDJA	113,53	18 548	163	2,59
LAC DES OISEAUX	85,88	10 766	125	1,91
CHEFFIA	192,47	8 381	43	1,60
BOUTELDJA*	391,88	37 695	96	2,15
TOTAL WILAYA	2891,63	420 246	/	/

Commune

Daïra*

Wilaya



Donc le graphe n°03 représente la population, la superficie ainsi que la densité.

On remarque que dans certaines communes la densité de la population est plus importante des unes des autres malgré que la superficie est presque la même, citons en exemple la commune de Chihani et celle de Hammam Beni Salah.

La commune de Chihani compte une population de 10106 habitants sur une superficie de 200,82 Km² d'où une densité de 50 Hab/Km².

La commune de Hammam Beni Salah compte une population de 5219 habitants sur une superficie de 211,52 Km² d'où une densité de 24 Hab/Km²; l'exemple ci-dessus fait ressortir qu'il n'existe aucune relation appropriée entre la superficie et le nombre d'habitant qui ce dernier est répartie selon la vocation des zones (touristique, agricole, industrielle...etc.).

I-2-2-Tourisme:

La région d'El Tarf à vocation touristique est importante grâce à ses zones humides tels que le lac Mellah, Oubaira, Tonga, Lac des Oiseaux et les Marais de la Mekhada, le parc national de la région d'El Kala, les vestiges romains de Bougous, les sources thermales de hammam Sidi Trad, Djaballah, Beni Salah et Zatoot un écosystème forestiers, et une très riche faune et flore.

En finalité on peut dire que la région d'El Tarf détient tous les avantages pour le développement d'un tourisme diversifié et permanent (plusieurs types de tourisme) à la portée des différentes couches sociales, par ailleurs certains sites féériques implantés dans les zones d'expansion touristique (Z.E.T) protégées par la loi sont destinés à accueillir un investissement touristique de rang international, comme c'est le cas des zones d'expansion touristique de la MESSIDA et du CAP ROSA (partie Est de la région) ainsi que HENNAYA (partie Ouest de la région).

Par contre les deux zones d'expansions touristiques restantes, la MAFRAGH-EST et la MAFRAGH-OUEST (partie Ouest de la région) sont destinées à un tourisme de rang moyen et de masse (Hôtels de catégorie moyenne, camping, centres de vacance.....etc.).

I-2-3- Pêche:

L'activité de pêche sportive et touristique à la fois, est très prisée dans la région (littoral marin, espaces lacustres, oueds, barrages....etc.).

Cette activité qui a des effets appréciables tant au plan de loisirs qu'écologique attire de nombreux pêcheurs des wilayas limitrophes (Annaba, Souk Ahras, Guelma).

La réglementation de cette activité et la création de postes de pêche sportive sur les rives des oueds El Kebir, La Seybouse et Bounamoussa et au bord des lacs Tonga, El Mellah et Oubaïra, seront d'un apport certain pour le développement de la wilaya.

I-2-4- Forêts:

Le patrimoine forestier s'étend sur une superficie totale de 166 311 ha (Figure n°04) soit 57% du territoire de la wilaya. (Conservation des forêts 2006).

Il est composé principalement de chêne liège, de chêne zen, de pins maritimes et d'eucalyptus.

La forêt longe le littoral coté Ouest, elle est constituée généralement de maquis dans la partie Est; par contre à partir du Cap Rosa s'étend une forêt dense incluse dans le parc national d'El Kala. (Figure n° 04).

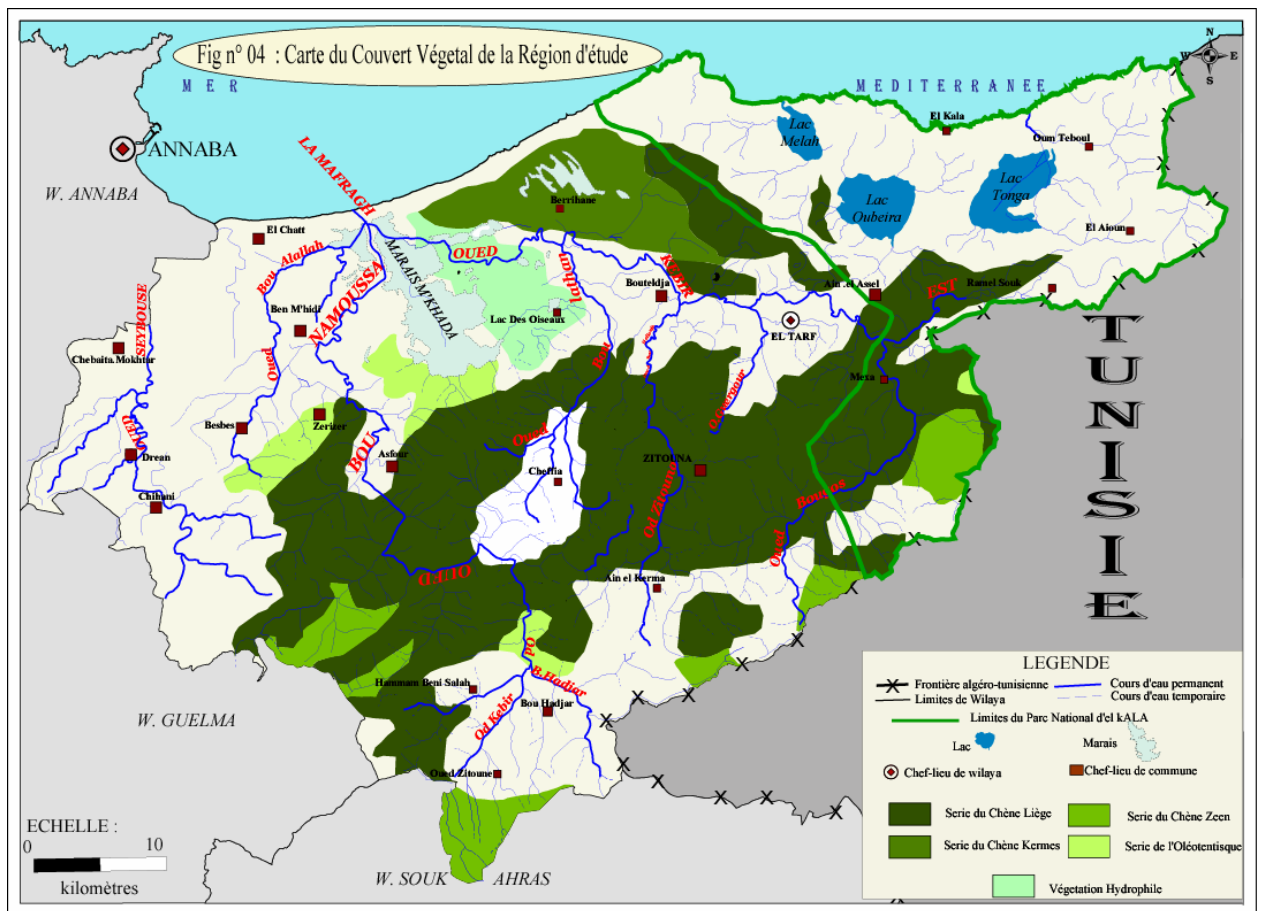
La certitude de l'importance naturelle de la wilaya apparaît surtout à travers la délimitation de deux zones naturelles protégées à savoir:

- ❖ Le parc national d'El Kala.
- ❖ Le parc écologique et zone de paysage de Beni Salah.

En fin, du point de vue nature juridique, les forêts de la wilaya d'El Tarf sont réparties comme suit :(Conservation des forêts 2006).

- ❖ Forêts domaniales 106 477 ha.
- ❖ Forêts versées au fond national 57 327 ha.

❖ Forêts privées 2505 ha.



I-2-5-Agriculture :

La région d'El Tarf par sa vocation agricole, et ses conditions pédoclimatiques, est un important pôle agricole dans l'Est algérien.

Les pratiques culturales recensées sont les suivantes :

- La plaine de Bounamoussa est caractérisée par des cultures maraîchères, industrielles, fourragères et arboricoles ainsi que l'élevage de bovins.

- les terres de l'arrière pays où dominent les céréalicultures associées L'élevage de bovin.

En outre, il y a eu lieu l'émergence de labels ; tels que le concentré de tomate, les vignobles des coteaux de Bouteldja et du périmètre de Bounamoussa. Nous ajoutons aussi le melon de Bouteldja et la dinde de Ramel Souk.

Toute fois pour élargir la surface agricole utile la direction des services agricoles envisage dans une vision globale :

- La récupération et l'amélioration des terres marginales.
- L'extension des superficies irriguées.

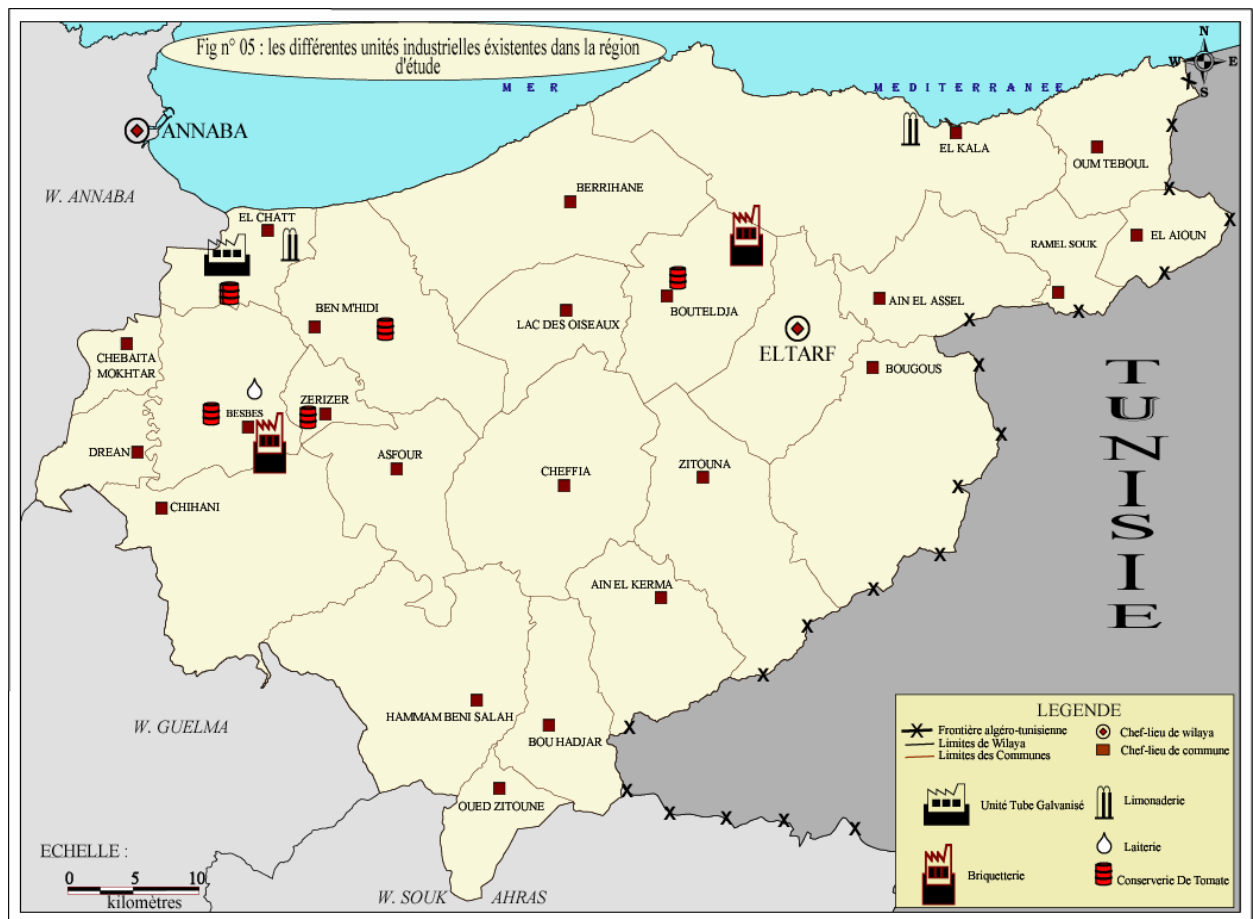
-Le développement de l'arboriculture et de la viticulture respectivement dans les piments et les zones montagneuses.

Cependant, près de 20 000 ha, soit 28% de la surface agricole utile sont sujet à de fréquentes inondations se prolongeant par fois au delà du mois d'avril, causant une perte de 7 500 ha de culture variées. (DSA El Tarf 2000).

I-2-6-L'industrie :

Malgré sa vocation agricole, La région d'El Tarf compte une activité industrielle très peu développée dominée par les petites et moyennes industries agroalimentaires caractérisées principalement par le concentré de tomate.

Plus de la moitié des communes sont dépourvues d'unités industrielles alors que la forte concentration longe le principal axe routier (RN 44) (Figure n°05).



I-3-FACTEURS DE POLLUTIONS :

I-3-1-Pollution Urbaine :

Une menace réelle sur le milieu naturel se distingue dans la wilaya d'El Tarf par :

Environ 2 096 l/s d'eaux usées domestiques sont rejetées dans les oueds et même parfois à ciel ouvert sans traitement préalable en raison de certains réseaux défectueux et de dysfonctionnement des stations d'épurations.

I-3-2-Pollution Industrielle :

Un nombre de (06) six unités de conserverie de Tomate (Direction de l'environnement) rejettent chaque saison plus de 124 m³/h, l'unité Carajus rejette à elle seule environ 2 m³/h et en fin l'unité de production de Tubes galvanisés rejette vers l'Oued Bounamoussa plus de 400 m³/h.

Ces rejets sont à l'origine d'une pollution organique dans les Oueds El Kebir et la Seybouse caractérisée par des valeurs excessives de matières en suspension (MES), et de matières oxydables.

I-3-2-Pollution Agricole :

La région d'étude est à vocation agricole, on note la présence de plusieurs fermes à élevage important qui ne disposent pas d'équipement de sécurité contre la pollution provoquée par les différents rejets.

La zone d'étude est une vaste plaine agricole cultivée à plus de 70%.

On note une polyculture soumise à l'utilisation intensive des épandages d'engrais et de pesticides riches en NO₃, PO₄, SO₄, lessivés par les eaux de surface ces matières peuvent atteindre les nappes superficielles ou profondes par échanges verticaux ou horizontaux.

I-4-ALIMENTATION EN EAU POTABLE :

La wilaya d'El Tarf compte vingt quatre (24) communes de plus de 1 000 habitants, regroupant une population de 420 246 habitants, suivant le recensement de 2005.

Les 24 communes sont dotées d'un réseau de distribution qui représente un linéaire de 562 566 mL en 2003 (DHW 2006).

La population de la région d'El Tarf est alimentée par des ressources hydriques souterraines et superficielles dont les détails sont mentionnés dans le tableau ci-dessous (Tableau n°02).

Tab n°02: Ressources hydriques souterraines et superficielles existantes dans la région d'El Tarf (Source DHW El Tarf 2005).

		Ressources souterraines						Ressources superficielles				
Nombre de forage	Volume total mobilisé en Hm ³ /an	Affectation en Hm ³ /an						Affectation en Hm ³ /an				
		AEP		Irrigation		Industrie		Nom du barrage	Capacité	Volume régularisable	AEP El Tarf	Irrigation périmètre Bounamoussa
		Nbre	Volume	Nbre	Volume	Nbre	Volume					
234	119,27	85	53,12	109	43,31	08	2,36	Cheffia	168	101	06	40
								Mexa	57	42	13,8	/

La dotation est en fonction de la variation de la population (Tableau n°03) ; dans ce tableau figurent les principales agglomérations de la région d'El Tarf.

**Tab n°03: La dotation est en fonction de la variation de la population dans la
région d'El Tarf
(Source DHW El Tarf 2005).**

Agglomérations	Populations	Dotation en L/J/HAB	Besoins en M ³ /J	Volume distribué en M ³ /J	Déficit ou excédants en M ³ /J	Périodicité	Nombre d'heures
EL TARF	26 012	400	1550	5000	+3500	Quotidien	04
AIN ASSEL	14 465	156	1240	1300	+60	Quotidien	04
BOUGOUS	11 915	60	170	70	-100	Quotidien	04
ZITOUNA	9 948	50	850	300	-550	01 Journée/05	03
EL KALA	29 367	250	4900	6650	+1750	Quotidien	08
SOUAREKH	8 612	110	890	640	-250	Quotidien	04
RAMEL SOUK	4 230	90	450	250	-200	Quotidien	02
EL AIOUNE	5 390	58	630	220	-410	01 Journée/03	01
BEN M'HIDI	36 130	80	2600	1500	-1100	Quotidien	06
EL CHATT	35 115	115	2600	1500	-1100	Quotidien	04
BERRIHANE	9 454	190	550	600	+50	Quotidien	06
BESBES	50 139	153	5000	5600	+600	Quotidien	06
ASFOUR	12 077	120	900	700	-200	Quotidien	04
ZERIZER	11 788	240	1250	350	-900	Quotidien	03
DREAN	38 010	116	5600	4700	-900	Quotidien	06
CHEBAITA MOKHTAR	24 262	140	2750	2000	-750	Quotidien	08
CHIHANI	10 106	220	1500	2000	+500	Quotidien	08
BOU HADJAR	19 645	130	2100	1400	-700	01 Journée/03	03
AIN EL KARMA	14 539	145	600	500	-100	01 Journée/04	03
OUED ZITOUNE	6 128	270	130	200	+70	01 Journée/04	03
HAMMAM BENI SALAH	5 219	270	130	200	+70	01 Journée/04	03
BOUTELDJA	18 548	220	2200	1500	-700	Quotidien	04
LAC DES OISEAUX	10 766	140	800	690	-110	Quotidien	04
CHEFFIA	8 381	300	400	800	+400	Quotidien	06

I-4-1-Situation de L'alimentation en Eau Potable:**I-4-1-1-Présentation Globale de l'AEP:**

L'AEP à travers les différentes agglomérations de la Wilaya est caractérisée par 03 situations bien distinctes.

A-Abondance de la Ressource et AEP Satisfaisante:

Il s'agit des centres de: Cheffia, Zerizer, Besbes, Chihani, El Tarf, El Kala.

Néanmoins certains centres tels que: Chebaïta Mokhtar, Chihani, Zerizer, connaissent un problème de qualité de l'eau desservie.

B-Insuffisance de la Ressource:

Oum Teboul: actuellement la commune est alimentée à partir de deux forages d'un débit globale de 10 l/s et d'une source de 17 l/s.

Le chef lieu de commune présente un déficit de 500 M3/J qui sera comblé par l'achèvement du projet AEP bande frontalière.

El Aioun où le problème d'AEP de ce centre sera définitivement réglé avec la mise en service du nouveau projet AEP bande frontalière.

Zitouna (chaîne de Bouhadjar) située en bout d'un réseau partiellement défectueux; l'amélioration de l'AEP de ce centre est liée au bon fonctionnement de la chaîne de Bouhadjar qui alimente entre autre, les centres de Bouhadjar, Ain Karma , Hammam Beni Salah et Oued Zitoun.

Les installations sont conçues pour produire 200 l/s débit insuffisant pour l'AEP des 05 centres. Actuellement ces centres sont alimentés un jour sur trois.

-Dotation théorique 170 l/j/hab.

-Le projet réalisé en 1984 n'a pas été étudié pour répondre aux exigences de l'heure encore moins aux besoins de ces centres à moyen et long terme.

-Equipements défectueux.

-Canalisation vétustes.

La DHW a proposé pour l'exercice 2006 dans le cadre du programme 2005-2009 une opération pour la réhabilitation de 25 Km de conduite; quant au centre de Zitouna, il a bénéficié d'une opération de renforcement à partir du champ captant d'El Tarf.

Bougous: actuellement ce centre présente un grand déficit en ressources, néanmoins un projet pour alimenter ce centre à partir d'un forage de 10 l/s et d'un piquage à partir de la conduite de

transfert du barrage Mexa (32 l/s) dans le cadre du programme normal; a été achevé et est en phase d'essai.

C-Ressource Suffisante avec Présence de Déficit:

Cas d'El Kala, Dréan, Chebaïta Mokhtar, Echatt.

En égard à la mobilisation de la ressource pour l'AEP ; la dotation de ces centres devrait être satisfaisante, mais d'autres facteurs font qu'ils présentent un déficit tels que ;

-équipement non conforme au débit réel des forages.

-temps de pompage limité.

-réseaux de distribution vétustes.

Donc le transfert à partir du barrage Mexa permettra de pallier au déficit actuel, et au renforcement des principaux centres du point de vue quantitatif et qualitatif la rénovation des réseaux de distribution proposée permettra la récupération d'un débit de fuite qui atteint 50% par endroit.

I-5-CONCLUSION:

La région d'El Tarf se situe à l'extrême Nord Est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie d'environ 2891 Km² d'où une population de 420 246 habitants répartie sur 24 communes et 07 daïras ; cette population est fortement concentrée dans les agglomérations les plus importantes telles que El Tarf, El Kala, Dréan , Besbes....etc.

Cette région est à vocation touristique importante avec les zones humides, le parc national, les sources thermales et une très riche faune et flore.

L'activité de la pêche sportive et touristique est très prisée dans cette région (littoral marin, espaces lacustres, oueds, barrages....etc.) attire de nombreux pêcheurs des wilayas limitrophes (Annaba, Souk Ahras, Guelma); le patrimoine forestier s'étend sur une superficie totale de 166 311 ha, il est composé principalement de chêne liège, de chêne zen, de pin maritime et d'eucalyptus.

La région d'étude est un important pôle agricole dans l'Est Algérien d'où les pratiques culturelles recensées sont:

Les cultures maraîchères, industrielles, fourragères, et arboricoles...etc.; par contre l'activité industrielle très peu développée dominée par les petites et moyennes industries agroalimentaires caractérisées principalement par la concentré de tomate.

La région d'El Tarf souffre d'une menace réelle sur le milieu naturel qui se distingue par:

Des déchets solides urbains, rejets d'eaux usées urbaines et industrielles, utilisation intensive des épandages d'engrais et de pesticides d'où l'existence d'une pollution urbaine, industrielle et agricole.

En ce qui concerne l'alimentation en eau potable la région est dotée d'un réseau de distribution qui représente un linéaire de 562 566 ml en 2003; elle est également alimentée par des ressources hydriques souterraines et superficielles dont la dotation est en fonction de la variation de la population, malgré toutes ces richesses naturelles on remarque toujours une insuffisance et un déficit accru en la matière.

Pour remédier aux problèmes posés: il faut faire un transfert à partir du barrage Mexa ainsi que la rénovation des réseaux de distribution.

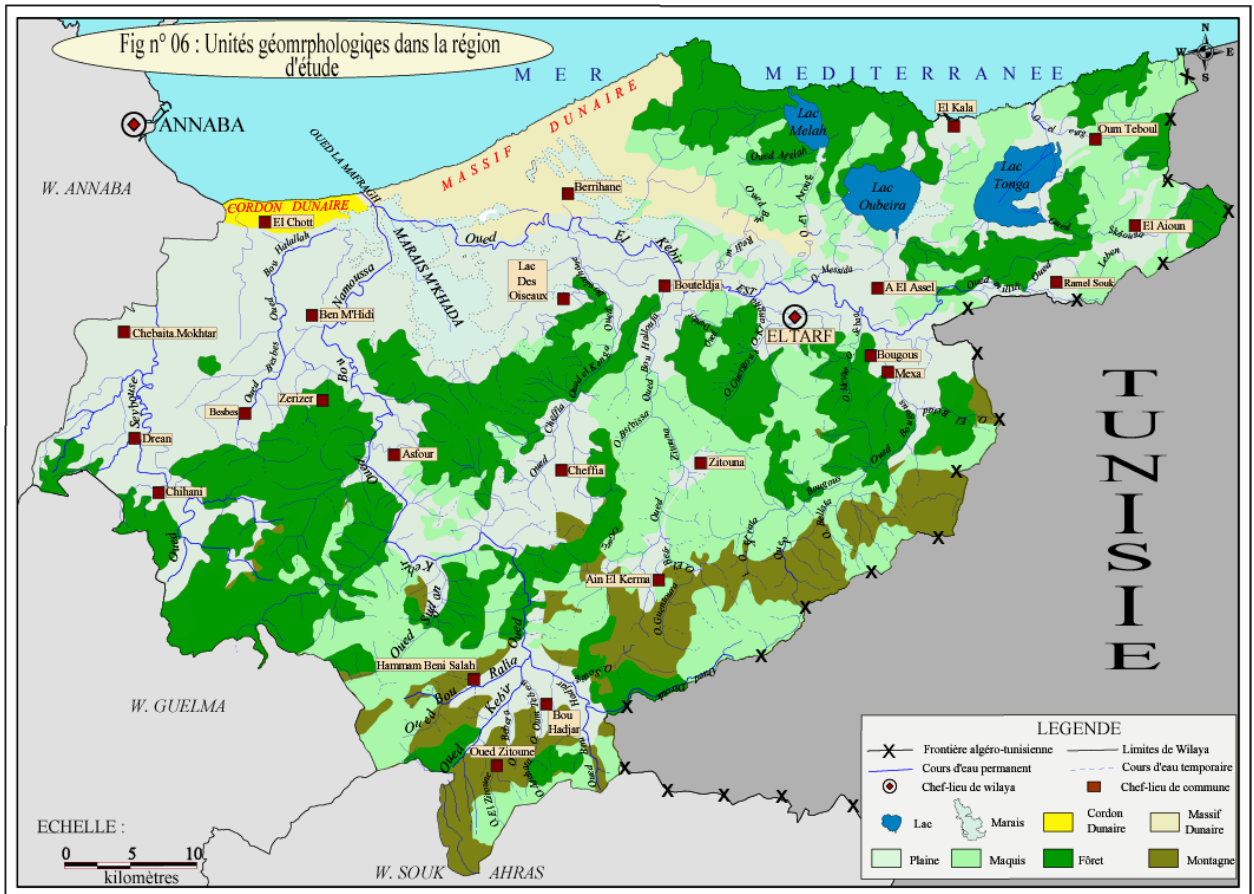
CHAPITRE II

GÉOMORPHOLOGIE

II -1- INTRODUCTION :

La région d'étude est incérée dans deux bassins versants à savoir l'oued Seybouse et l'oued el Kebir Est.

Elle est caractérisée par des unités géomorphologiques différentes (Figure n° 06) dont les formations quaternaires plus répandues occupent la partie avale (Nord-Ouest et Nord-Est) de la zone d'étude.



II -2- PRINCIPALES FORMATIONS :

L'ensemble des données bibliographiques (M.Djidel 2004 et N. Mouchara 2004) révèle les unités géomorphologiques suivantes:

II -2-1-Les Marais de la Mekhada :

Les Marais de la Mekhada constituent un milieu particulier, où pendant l'hiver un lac de plusieurs Km² s'installe, et durant l'été des pâturages. Cet espace est la convergence des oueds Bou Allalah, Bounamoussa et El kebir, qui est limité au Nord par des dunes et au Sud par les massifs gréseux.

II-2-2-Les Grabbens:

Représentés par les plaines de Ben M'hidi, Lac des Oiseaux, Bouteldja, El Tarf, Ain Assel et El Kala, généralement ce sont des alluvions de basses terrasses des Oueds El Kebir-Est, Bounamoussa.

II-2-3-Les Horests:

Représentés par les grés et les argiles du numidien; ce sont essentiellement les monts de Bourdim, Hedjar-Siah et Koudiet Boutera, résultants de la tectonique.

II-2-4-Le Massif Dunair:

Situé le long du littoral, il s'élargit fortement au-delà de l'embouchure de l'Oued Mafrag, atteignant une largeur de plus de 20 Km avec une altitude moyenne de 90 m d'orientation Nord Ouest-Sud Est ; conforme aux vents dominants constituant ainsi la couverture du massif gréseux et constitue le siège de nappe d'eau importante.

II-2-5-Les Terrasses:**II-2-5-1-Basses Terrasses:**

Sont des formations alluvionnaires situées à la base des grabbens et se localisent au Nord de la plaine d'El Tarf et le long de l'Oued Kebir-Est.

II-2-5-2-Moyennes et Hautes Terrasses:

Formées essentiellement des cailloutés argileux et son d'une altitude moyenne qui oscille entre 100 m et 180 m ,dans la région d'El Tarf ces terrasses sont formées essentiellement d'alluvions et ayant provoquer le plus souvent les anciens lits de Oued Kebir-Est et Bounamoussa.

II-2-6-Massif Rocheux:**II-2-6-1-Massif des Grés Numidiens:**

Se localise au Sud de la région se présente essentiellement par les monts de la Cheffia lesquels se prolongent d'Ouest en Est jusqu'à la frontière algéro-tunisienne.

II-2-6-2-Massif et Cordon Dunaire:

Le massif dunaire de Bouteldja représente l'un des grands réservoirs aquifères de l'extrême Nord-Est Algérien; du point de vue qualitatif et quantitatif, il occupe une zone de forme triangulaire avec une superficie de l'ordre de 170 Km², il est limité :

- Au Nord par la Mer Méditerranée.
- Au Sud par la plaine alluviale de Bouteldja.
- A l'Ouest par l'embouchure de la Mafragh.

-A l'Est par l'affleurement des grés numidiens du Cap Rosa et Lac Mellah composée essentiellement de roches meubles (sables, argiles et autres matériaux détritiques d'âge Quaternaire).

II-2-7-Les Lacs:

II-2-7-1-Lac Oubaira:

Se localise dans la périphérie occidentale d'El Tarf ayant une forme subcirculaire de diamètre qui oscille entre 1 Km et 5,5 Km de profondeur de l'ordre de 04 m, ces fonds sont constitués de sable, il est alimenté par les eaux de pluies et de ruissellement.

II-2-7-2-Lac Mellah:

C'est une lagune marine située au Nord Ouest de Lac Oubaïra d'épaisseur de la Mer d'eau de 0,5 m.

Au fond on note les formations sableuses et gravionnaire fines; il est alimenté par l'Oued El Argoub.

L'existence d'une embouchure avec la Mer qui communique avec le lac rend son eau salée.

II-2-7-3-Lac Tonga:

D'extension très vaste de type endoréique lagunaire situé à l'Ouest d'Oum Teboul, son fond est constitué par les argiles à sable argileux donc sont des eaux soumâtres drainées l'Oued Messida.

II-2-7-4-Lac des Oiseaux:

C'est un Lac d'une petite superficie située au Sud Ouest d'El Kala, il est lié au marécage de Mekhada par l'affleurement de Oued Kebir-Est.

II -2-8- Les Montagnes :

Les montagnes de la Cheffia qui surplombent la partie aval du bassin forment une barrière Est-Ouest.

Elles présentent au dessus de la plaine d'Annaba des altitudes avoisinant les 450m, dominées par des massifs de 700 à 900m d'altitude (DJ.Bled Gherfia 996m) à l'Ouest, et DJ.Rhona 1202m à l'extrême Est (frontière algero-tunisienne). Les monts de la Cheffia sont caractérisés par les grés de la nappe numidienne qui constitue le principal affleurement dans notre zone d'étude.

II -2-9- Les Collines :

Elles sont développées à la limite des plaines, au niveau des terrasses déprimées, existants des pieds de montagnes à pente élevée (massifs et collines au Sud et Sud-Est de la vallée).

Au Nord-Est de Bouteldja ces collines sont représentées par le Hadjar Siah et Bourdin avec des altitudes respectives de 175m et 177m.

Elles sont dominées par un faciès argilo gréseux numidiens qui constitue une limite étanche à la formation sous-jacente.

II -2-10- Les Oueds :

Les principaux oueds traversant la région d'étude sont également:

La Bounamoussa avec un débit moyen de $4,45\text{m}^3/\text{s}$ à l'Ouest et El Kebir avec un débit moyen de $6,71\text{m}^3/\text{s}$ à l'Est, deux grands cours d'eau rejoignent la mer à l'embouchure sous le nom de la Mafragh (exutoire unique); El Kebir draine un bassin versant de forme grossièrement rectangulaire et dont l'orientation Sud-Ouest, Nord-Est, ce bassin versant occupe une superficie de 1685Km^2 ; son périmètre est de 115Km .

La Seybouse 2^{ème} fleuve de l'Algérie d'axe Sud-Nord, à l'Ouest draine un bassin versant de 5488Km^2 ; son altitude moyenne est de 775m NGA il régularise un volume annuel de $440\text{hm}^2/\text{an}$ et un débit moyen de $3,6\text{m}^3/\text{s}$.

II-2-11-Les Plaines:

II -2-11-1- La plaine d'Annaba :

La plaine d'Annaba se trouve en partie drainée par les deux grands oueds qui la traversent du Sud au Nord: l'oued Seybouse et l'oued Bounamoussa.

La zone qui s'étend à l'Est de l'oued Seybouse, selon L.JOLEAUD (1936) était originellement presque entièrement remplie de garaas, dont le centre est occupé par les Marais de Boukamira, qui a été partout ailleurs desséché grâce à un réseau de canaux, et à une altitude de 5 à 6m qui vient buter contre un cordon dunaire de sable blanc et haut de 10m environ. A l'Est et à l'Ouest, la basse terrasse sableuse de l'oued Seybouse disparaît pour laisser la place à des dépressions de 2m d'altitude et aux formations argileuses noires et hydromorphes.

II -2-11-2- La Plaine d'El Tarf :

D'extension importante de l'ordre de 70Km^2 elle est limitée par :

- Au nord par la mer méditerranée, le prolongement du massif de Bouteldja et l'affleurement des grés numidiens.
- Au Sud par les monts de la Cheffia.
- A l'Ouest par la plaine alluviale de Bouteldja.
- A l'Est par le prolongement des grés numidiens et le lac Oubaïra.

Elle est caractérisée par les figures morphologiques suivantes :

- ❖ Hautes, moyennes et basses terrasses constituées de cailloux, sables, galets et argiles.

- ❖ Les lacs Oubaïra, Melah, Tonga.
- ❖ Vallée de l'oued Kebir Est qui siège dans la plaine d'El Tarf.

II -2-11-3- La Plaine Alluviale de Bouteldja :

Elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 110 Km², limitée :

- Au Nord par le massif dunaire de Bouteldja.
- Au Sud par les monts de Cheffia.
- A l'Ouest par la plaine d'El Tarf, elle est caractérisée par la forme géomorphologique suivante :
 - ❖ Vallée de l'oued Kebir Est et lac des oiseaux.

II -2-11-4- La Plaine d'El Asfour :

Elle forme une cuvette d'une superficie égale à environ 50 Km² elle est limitée:

- Au Nord par la plaine d'Annaba.
- Au Sud, à l'Est et à l'Ouest par les monts de Cheffia.

Géo- morphologiquement on peut citer oued Bounamoussa qui traverse la plaine du Sud vers le Nord et les terrasses qui forment le lit de cet oued.

II-2-11-5-La Plaine d'Oum Teboul:

Naturellement, elle est limitée par:

- Au Nord par le cordon dunaire de Argoub Erchad.
- Au Sud et a l'Est par des grés numidiens.
- A l'Ouest par le Lac Tonga.

Du point de vue géomorphologique on a:

Les cordons dunaires sableux; Lac Tonga et les plages constituées de sables blancs et jaunes.

II-3-CONCLUSION:

L'étude géomorphologique de cette région a montré qu'il existe plusieurs formes qui se présentent comme suit :

Les Marais de la Mekhrada qui constituent un milieu particulier où pendant l'hiver un lac et durant l'été des pâturages , les Grabbens qui sont représentés par différentes plaines, les Horests qui sont représentés par les grés et les argiles du numidien, le Massif Dunaire et les Massifs Rocheux, les Terrasses et les différentes Lacs ,les Montagnes, les Collines, les Oueds tel que El Kebir Est ,la Bounamoussa et la Seybouse et finalement les Plainnes citons celles de Annaba; d'El Tarf; de Bouteldja; d'El Asfour et d'Oum Teboul.

CHAPTER II

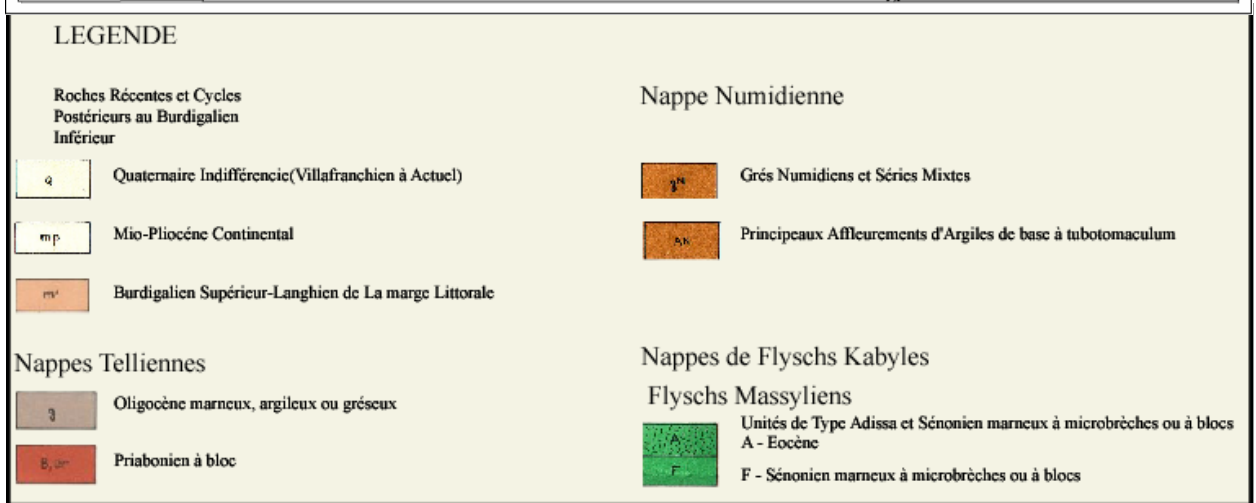
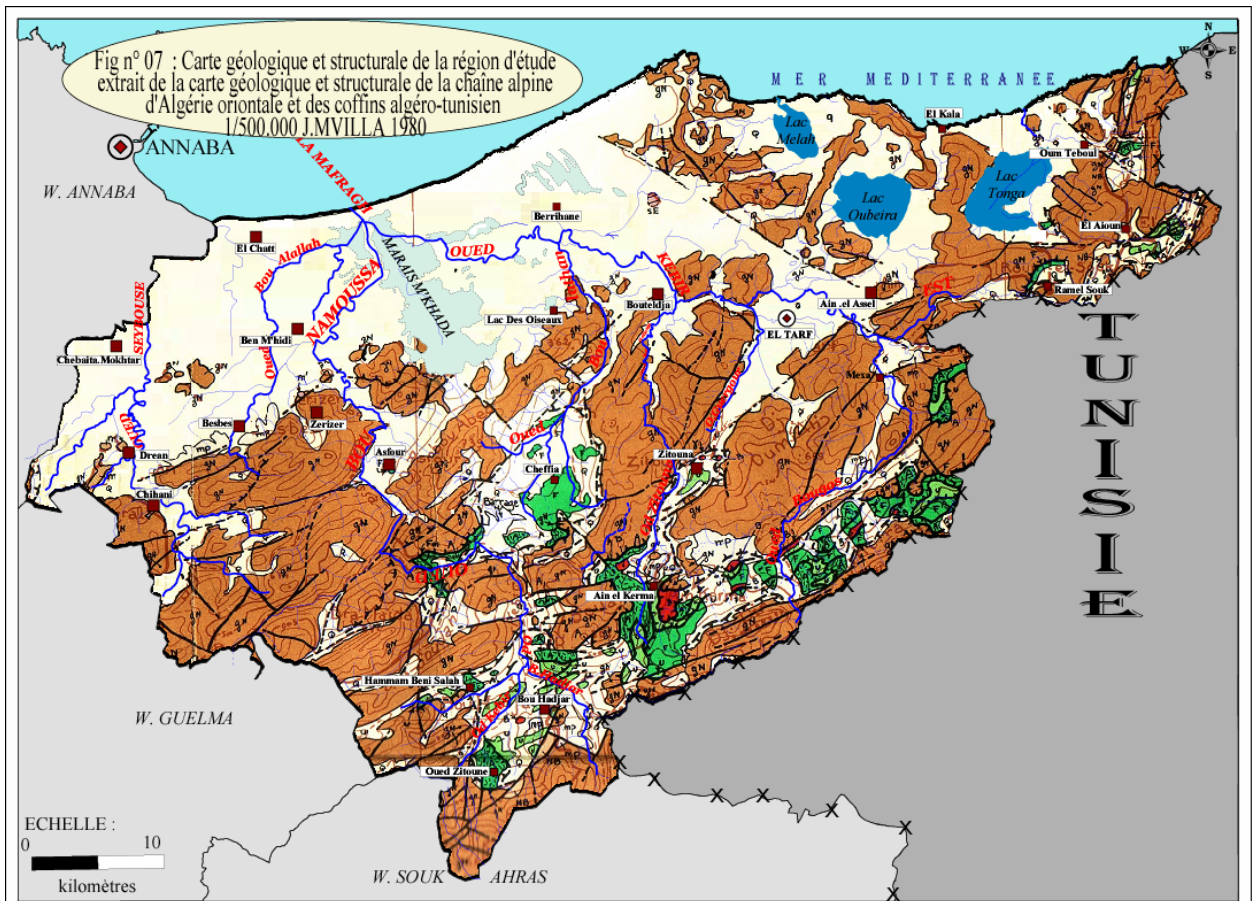
TECHNOLOGY IN REGION

III -1- INTRODUCTION :

Lors de l'élaboration de l'aperçu géologique on s'est inspiré essentiellement des travaux de L.JOLAND (1936), JM.VILLA (1980) et A.MARRE.

La présence des grés numidiens forme l'ensemble des massifs.

Seuls les bassins montrent des affleurements de roches tendres des unités telliennes ou maritimes et massyliennes (Figure n°07).



III -2- STRATIGRAPHIE :

La stratigraphie du bassin de la Mafragh montre deux ensembles de terrains lithologiquement d'âges différents :

-Un ensemble constitué d'affleurements de bordure caractérisée par des formations allant du Crétacé supérieur au Tertiaire.

-Un ensemble constitué par des formations dunaires et alluvionnaires d'âge généralement Quaternaire.

Nous décrivons successivement les principales formations allant de l'âge le plus ancien vers le plus récent :

III -2-1- Le Secondaire :**III -2-1-1- Crétacé Supérieur (cénomanien) :**

Constitué essentiellement par des marnes, marno-calcaire et des schistes légèrement argileux avec des intercalations de calcaire on les rencontrées à différents points des monts de la Cheffia et du Cap Rosa, l'épaisseur varie de 10 m à 70 m.

III -2-2- Le Tertiaire :

Il est défini par des formations gréso-argileuses numidiennes couvrant d'Ouest en Est particulièrement tous les secteurs de montagne jusqu'à El Kala on distingue:

III-2 -2-1- Eocène Inférieur :

Il affleure dans les monts de la Cheffia en une série transgressive de calcaire massif à faciès épineurien.

III-2 -2-2- Eocène Moyen:

Dans les confins des monts d'El Kala et de Kroumirie sont largement développés les marno-calcaires gris à silex (représentant les étages londonien et lutétien).

III -2-2-3- Eocène Supérieur :

Il est caractérisé par des formations argileuses du numidien limitant les alluvions des Oueds avec des intercalations de bancs gréseux de numidien possédant une épaisseur variant de 100 m à 150 m sont des argiles rouges ou grises qui reposent sur des argiles verts à brunâtres, Il s'agit des flyschs type numidien.

III-2-2-4-Oligocène:

C'est une formation constituée par des argiles surmontés par des grés numidiens avec des intercalations de petits bancs de grés quartzeux, a ces grés d'âge Aquitaniens d'une centaine de

mètre d'épaisseur 100 m à 180 m formule les reliefs des collines sur le flanc Sud de la plaine d'El Tarf, limitent les alluvions des Oueds.

III-2 -2-5- Miocène Supérieur :

Le Pontien, constitué par des sables, des conglomérats et des argiles rouges ou grises bien développés comblent les dépressions anticlinales du relief inversé de la cuvette de la Cheffia et d'El Kala.

III-2 -2-6- Pliocène Ancien :

Les chotts Pontiens se transforment en lacs d'eau douce, où se sédimentent surtout des calcaires travertineux, grumeleux ou concrétionnés.

III-2 -2-7- Pliocène Récent:

Les lacs subissent une nouvelle réduction de surface au villafranchien tandis que dans leurs eaux se représentent désormais essentiellement des travertins.

La phase initiale des captures de bassins fermés, commence par des cours d'eaux tributaires de la méditerranée, la Seybouse creuse alors un large couloir, au villafranchien inférieur.

Ces phénomènes sont sans doute en rapport avec un soulèvement local considérable.

Il s'en suivit un abaissement du niveau de base des fleuves et par suite un rajeunissement de leurs activités.

A la fin du Pliocène récent s'est produit un affaissement de grande amplitude de la région littorale de la contrée ayant eu par conséquence un mouvement positif de la mer, une large extension des golfes et un arrêt momentané des phénomènes de capture dans la zone des bassins.

III-2 -3- Le Quaternaire :

Il fait l'objectif d'une étude plus approfondie du fait de son importance hydrogéologique.

Les alluvions du Quaternaire affleurent en éboulis de pentes qui sont le résultat des phénomènes successifs d'érosion d'altération, de transport et de dépôts ce sont des éboulis blocs des grés numidiens où des limons, sables, cailloux, qui viennent se déposer sur les rives des oueds, les estuaires et les lacs.

III-2 -3-1- Le Quaternaire Ancien:

Il caractérise les plaines de la région qui sont une vaste zone d'épandage de l'oued Bounamoussa et El Kebir Est. Il est marqué par un affaissement du littoral correspondant aux alluvions sableuses rencontrées dans les terrasses moyennes alluvionnaires situées au Sud Ouest de Bouteldja et au centre de la plaine d'El Tarf.

III-2 -3-2- Le Quaternaire Moyen :

Il est présent le long des versants des oueds définis généralement par des matériaux alluvionnaires des limons et des cailloux où on distingue:

III-2 -3-2-1- Pléistocène Ancien :

Il définit les hautes terrasses et se caractérise par des formations alluvionnaires avec des cailloux roulés et des blocs de grès numidiens enrobés ensemble dans une matrice argileuse.

III-2 -3-2-2- Pléistocène Moyen :

Il correspond aux moyennes terrasses qui traversent la région d'El Tarf jusqu'à Ain Assel et parfois les rives de l'oued El Kebir Est les quelles sont constituées de cailloux roulés, de sables et de limons.

III-2 -3-2-3- Pléistocène Récent :

Le Pléistocène récent correspond aux basses terrasses, aux versants des oueds présentant un grano-classement naturel défini par les galets à la base, surmontées par les graviers où se trouvent à la surface les sables et les limons.

III-2 -3-3- Le Quaternaire Récent :

Il correspond aux dépôts alluvionnaires, sables cailloux et limons fins avec dominances d'argiles par fois canalisant ainsi les lits des oueds.

Il caractérise aussi la lagune du lac Mellah et les deux autres dépressions marécageuses des lacs Oubaira et Tonga ainsi que les dunes littorales, par des formations sableuses.

III-2 -3-4- Le Quaternaire Actuel :

Il est défini par les dépôts alluvionnaires (sables, cailloux.....etc.) qui constituent les lits des oueds avec des sables arables et les plages actuelles avec des sables marins.

Les marécages et les garaas temporaires appartiennent au Quaternaire actuel marno-argileux d'âge Aquitanien à l'exception des calcaires nummulitique à l'extrême Sud Est au niveau du Kef Chamman des argiles sableuses du Pontien affleurent et reposent sur des bancs de grès numidiens du burdigalien tandis que la dépression du lac Tonga son fond est occupé par des formations lacustres quaternaires.

III -3- TECTONIQUE :**III-3-1-Monts Gréseux-Argileux de la Cheffia:**

Ils couvrent la majorité de la partie Sud de la région d'étude, ils correspondent à des phénomènes orogéniques pendant le Néogène; qui ont aux formations numidiques qui se présentent au Djebel Bourdim, Djebel Hedjar Sayah et Koudiet Bouterra.

III-3-2-La Plaine d'El Tarf:

Elle est caractérisée en premier lieu par un enfoncement progressif des grés numidiens sous l'effet tectonique de la deuxième phase alpine durant le Miocène cette phase se caractérise par un remplissage en matériaux détritiques d'âge Plio-Quaternaire dans la plaine.

La continuité se fait par un processus d'effondrement qui donnent naissance à deux fosses celle de Ben Ahmed d'orientation Nord-Sud et celle de Ben M'hidi orientée Ouest-Est durant le Pliocène.

La région d'étude est affectée par un réseau de failles de direction Sud-Est, Nord-Ouest à la région d'El Kala et Cap Rosa.

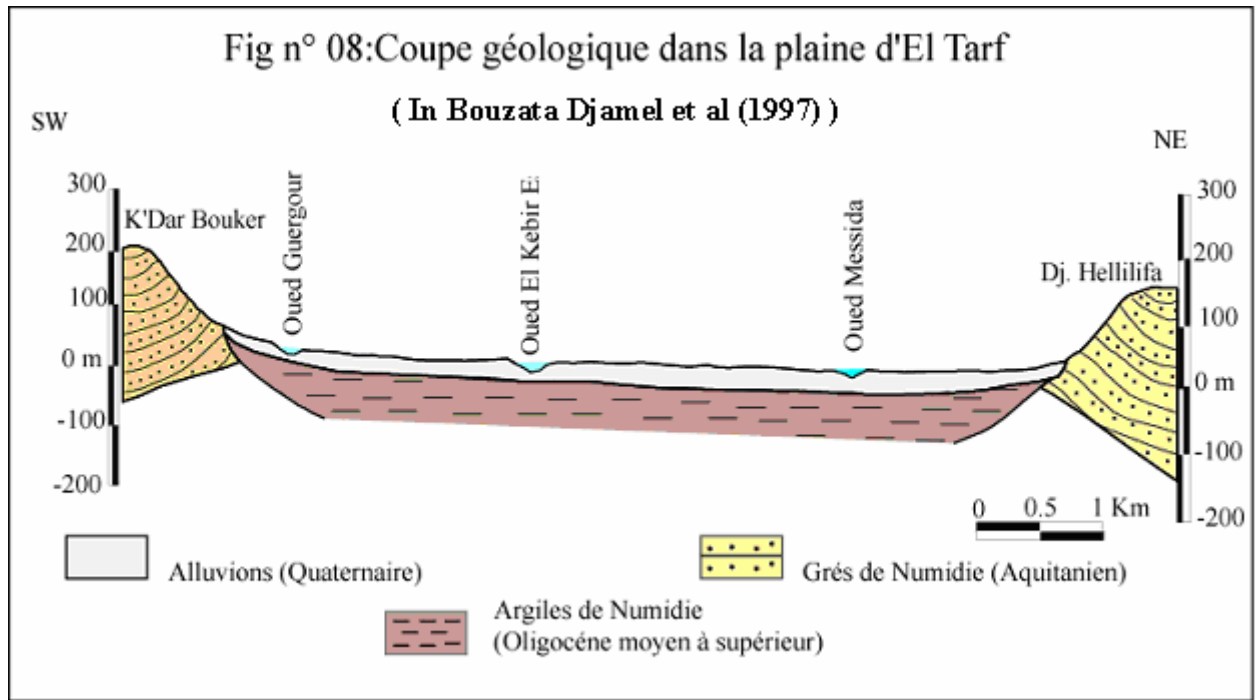
On note l'affleurement diapérique du Trias à Djebel Bouhadjar; sans oublier les contacts anormaux, chevauchements et charriages et la deuxième phase alpine et à l'extension de la mise en place des nappes.

III -4-INTERPRETATION DES COUPES GEOLOGIQUES :

Elles ont été établies pour mieux visualiser la succession des couches géologiques.

III -4-1-Coupe Géologique dans la Plaine d'El Tarf:

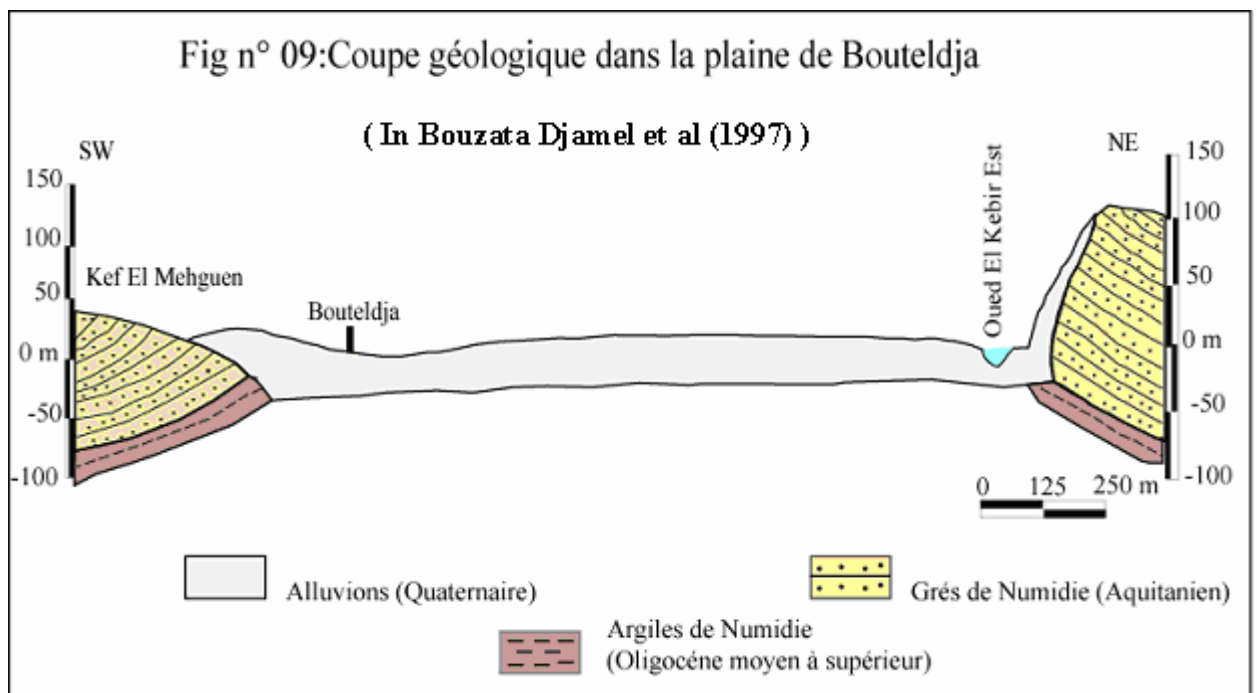
C'est une coupe effectuée dans la plaine d'El Tarf de direction Nord-Est; la structure est très complexe le nummulitique représenté par la nappe nimudienne constituée par les argiles d'âge Oligocène moyenne et supérieure et des grés qui sont datés de l'Aquitaniens (Figure n°08).



Ces formations argilo-gréseuses constituent le substratum général de la plaine dont les grès forment des synclinaux perchés; alors que les argiles constituent des anticlinaux intermédiaires remplis d'alluvions d'âge Quaternaire qui sont d'intérêt hydrogéologique important.

III -4-2 Coupe Géologique dans la Plaine de Bouteldja :

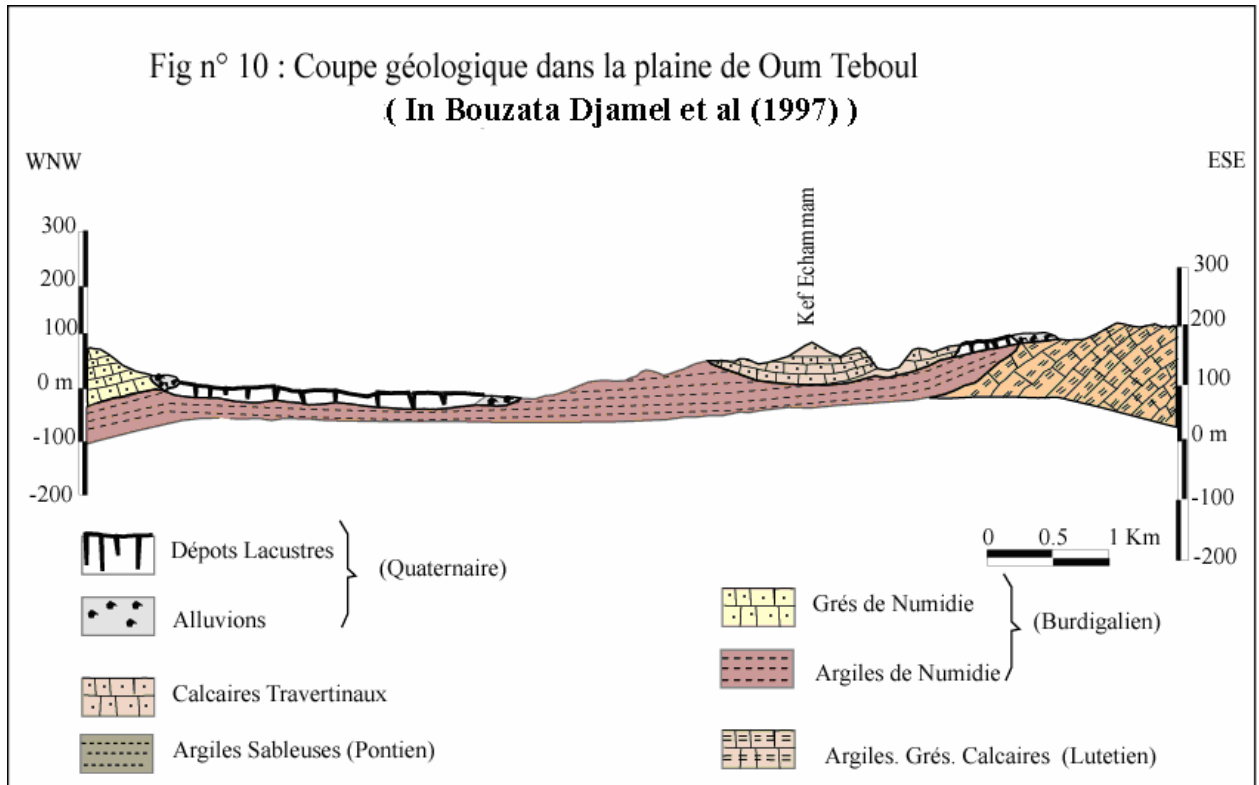
Elle montre une dépression entre les collines (Koudiet Echmanit) au Nord-Est et (Koudiet El Mouhguen) au Sud-Ouest (Figure n°09).



Les reliefs sont formés par les grés numidiens et subissent le même pendage. La couverture de la dépression est constituée essentiellement par les dépôts de destruction des formations voisines ; il s'agit d'alluvion d'âge Quaternaire.

III-4-3-Coupe Géologique dans la Plaine d'Oum Teboul:

Elle traverse la plaine d'Oum Teboul d'orientation Ouest-Nord Ouest-Est Sud-Est ; elle montre que toutes les couches géologiques reposent sur un fond marno-argileux d'âge Aquitainien à l'exception des calcaires nummulitiques situés à l'extrême Sud-Est (Figure n°10)



Le fond du lac Tonga est occupé par des formations lacustres Quaternaires.

Au niveau de Kef Chemmam, on note l'affleurement des argiles sableuses qui reposent sur des bancs de grés numidiens respectivement d'âge Pontien et Burdigalien.

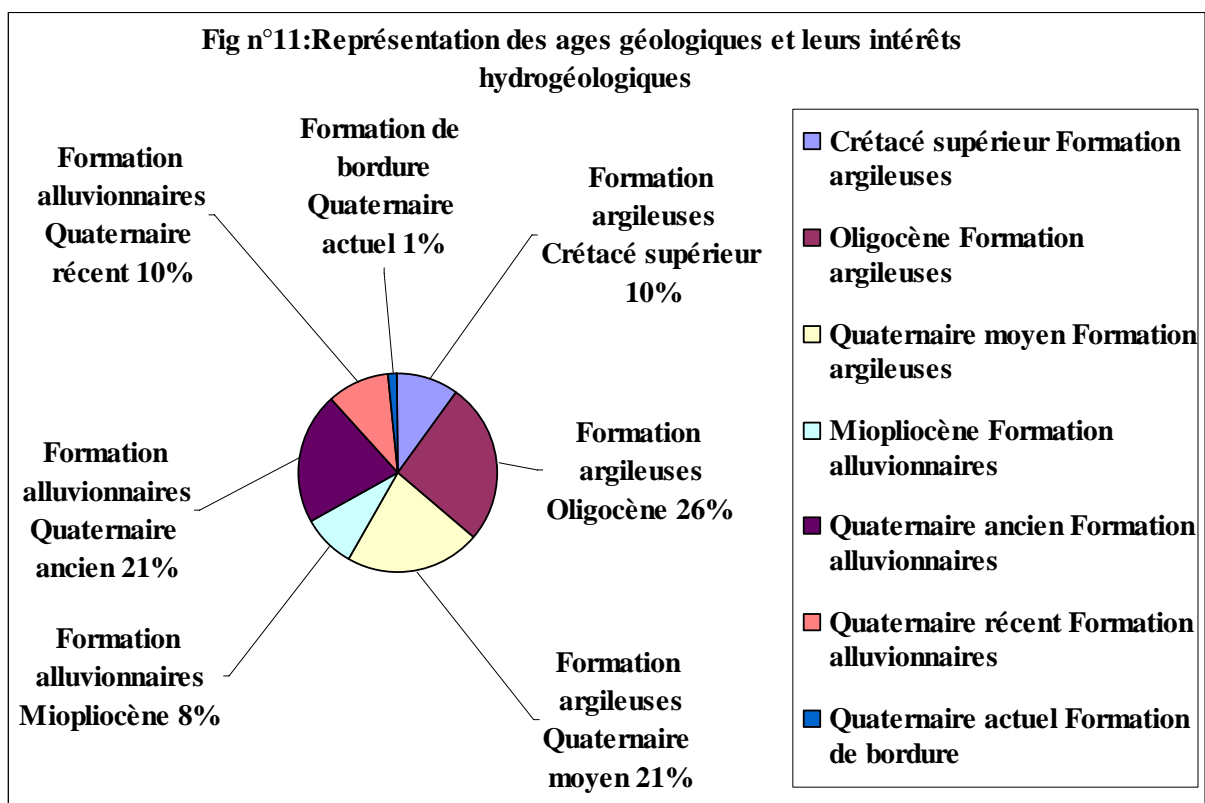
III -5-RAPPORT GEOLOGIE- HYDROGEOLOGIE:

Le (Tableau n°04) récapitule le rapport géologie- hydrogéologie dans les réservoirs hydrogéologiques de la région d'étude.

On remarque que les graviers, galets, sables argileux (Miopliocène) ainsi que les terrasses alluvionnaires (Quaternaire ancien) et les sables littoraux des dunes (Quaternaire récent) présentent d'importants réservoirs d'eau non négligeables.

Tab n°04: tableau récapitulatif du rapport géologie- hydrogéologie dans la région d'étude.

Age	Lithologie	Zone	Intérêt hydrogéologique	
			Epaisseur (m)	perméabilité
Crétacé supérieur	-Schistes -Calcaires	Région de Cap Rosa Monts de la Cheffia	10 à 70	Très peu perméable
Oligocène	-Argiles (Numidien) -Grés (Numidien)	-Sud de Bouteldja -collines d'El Tarf et Cheffia	100 à 180	Imperméable
Miopliocène	-Sable argileux	Remplissage des faussées de Ben Ahmed et Ben M'hidi	10 à 18	Perméable
	-gravier et galets		05 à 40	
Quaternaire ancien	Terrasses alluvionnaires	moyennes terrasses situées au centre de la plaine d'El Tarf et Oum Teboul	100 à 150	Perméable
Quaternaire moyen	Cailloux et limons	Moyennes Terrasses qui traversent la région d'El Tarf jusqu'à Ain El Assel	20 à 150	Perméable
Quaternaire récent	Sables des dunes littorales	Cordons Dunaires de Annaba, Bouteldja et El Tarf, lagune du lac Mellah, lac Oubaira et lac Tonga	70	Perméable
Quaternaire actuel	Sable et alluvions actuelles	Plages, Marécages et Sols actuels	10	Permeable



CHAPTER IV

HYDRO-CLIMATOLOGIE

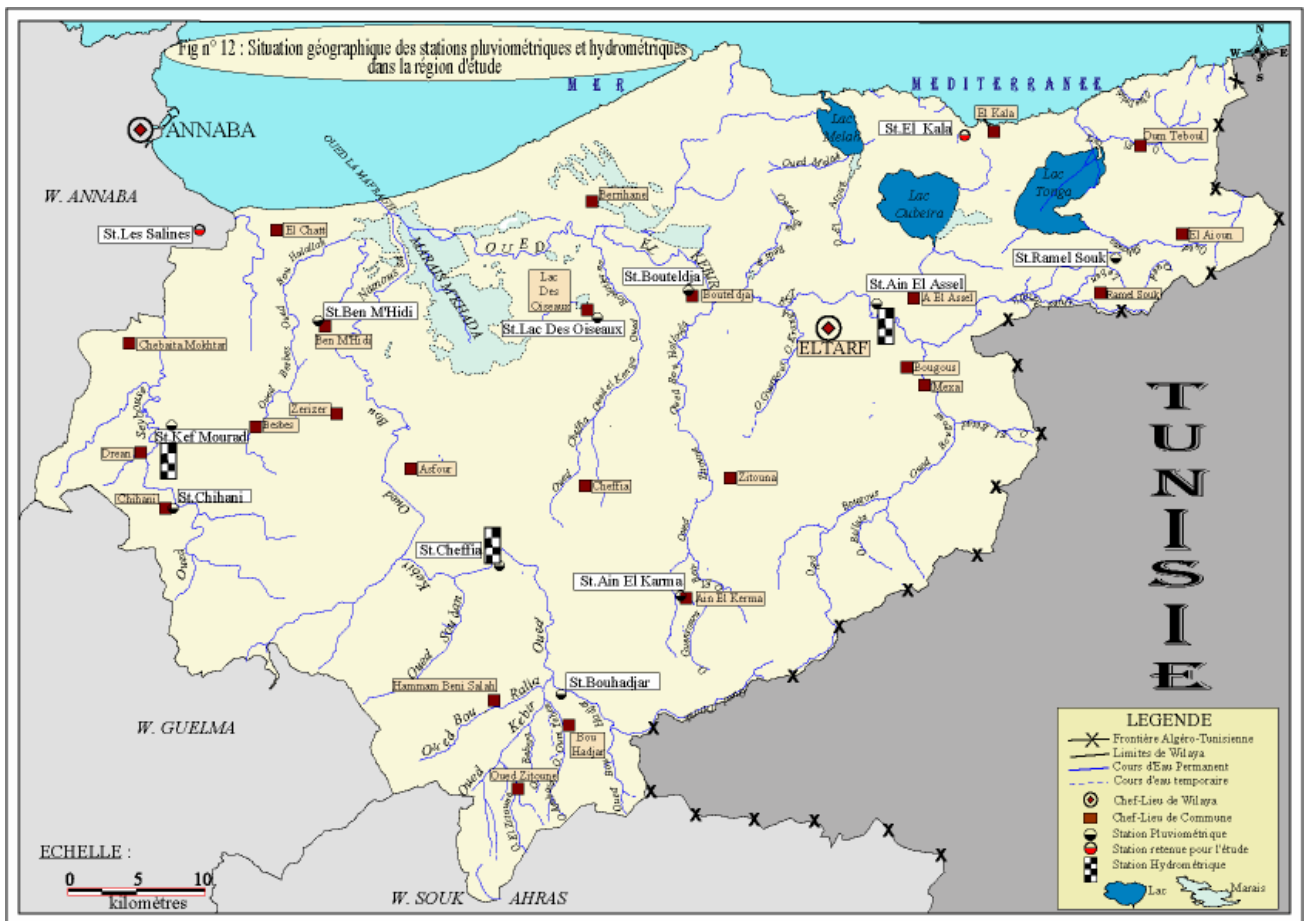
IV-1 -CLIMATOLOGIE :

IV-1-1- Introduction :

La climatologie permet d’approcher les principaux facteurs pour l’établissement du bilan hydrique.

La région d’étude comporte plusieurs stations réparties sur des sites différents, mais nous avons pris que deux (02) stations les plus complètes et représentatives de la région et avec un nombre d’observation de 30 années :

- la station d’El Kala
- la station des Salines (W. Annaba). (Figure n°12)



IV-1-2 –Les Facteurs Climatiques

IV-1-2-1- La Température:

Les températures comme les précipitations présentent une grande importance dans le calcul de l'évapotranspiration qui est un élément important du bilan hydrique, les données récoltées sur les deux stations de mesures enregistrent le Tableau suivant (Tableau n°05).

Tab n°05 : température moyenne mensuelle en C°

Mois Stations	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Moyenne
Les Salines (75-76..04-05)	23.48	19.97	15.45	12.67	11.25	11.65	12.78	15.01	18.32	22.01	24.84	25.63	17.76
El Kala (74-75..03-04)	23.71	20.08	16.53	13.50	12.27	12.53	13.84	15.41	18.56	21.92	25.09	25.54	18.24

D'après les résultats du Tableau n°05 on remarque que les températures croissent progressivement du mois de Janvier à Août et du mois d'Août au mois de Janvier, on remarque une décroissance des températures.

Ainsi pour les deux stations d'observations des salines et d'El Kala, le mois de Janvier est le plus froid avec respectivement $T^{\circ} = 11.25^{\circ}\text{C}$ et $T = 12.27^{\circ}\text{C}$ alors que le mois d'Août est le plus chaud avec $T = 25.63^{\circ}\text{C}$ et $T = 25.54^{\circ}\text{C}$.

IV-1-2-2- L'humidité :

L'humidité est le facteur qui conditionne l'évaporation, il influe sur les conditions de développement de la végétation et par conséquent sur la nature de l'écoulement de surface.

Tab n°06 : humidité relative moyenne mensuelle de l'air en (%)

Mois Stations	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Moyenne
Les Salines (75-76..04-05)	72.32	74.58	76.52	77.15	78.43	74.28	75.48	74.60	74.97	72.92	70.07	72.39	74.47
El Kala (84-85..03-04)	65.50	62.80	63.90	67.10	66.40	66.70	67.20	63.70	65.60	65.30	62.50	64.10	65.06

D'après le Tableau n°06 on remarque que l'humidité est presque constante durant toute l'année ceci est due a l'existence des différentes formations lacustres tel que, lac Tonga, Oubaïra, Mellah, lac bleu, lac Noir et lac des Oiseaux ainsi que les Marais de la Mekhada.

IV-1-2-3 -Le Vent :

Le vent est l'un des éléments le plus caractéristique du climat, il a un effet sur les précipitations et les températures activant ainsi l'évaporation.

Les vents Nord-Ouest sont les plus violents et les plus dominants pendant tous les mois de l'année, ce qui explique le grand développement des dunes de l'Est algérien, ils sont souvent liés aux pluies de quinosces qui apportent les précipitations les plus importantes, venues de l'atlantique.

Les vents du Sud-Est parfois Sud-Ouest dus généralement aux siroccos provenant du Sahara, sont plus fréquents pendant le mois d'Août avec une haute température.

Tab n°07 : vitesse moyenne mensuelle des vents en (m/s)

Mois Stations	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Moyenne
Les Salines (75-76..04-05)	3.01	2.84	3.07	3.40	3.30	3.28	3.25	3.20	2.98	3.04	3.17	3.10	3.10
El Kala (84-85..01-02)	2.10	2.00	2.30	2.60	2.30	2.50	2.40	2.20	2.20	1.90	1.80	1.40	2.10

IV-1-2-4- Le Brouillard

Comparativement aux autres stations météorologiques du littoral algérien, le nombre moyen de jours de brouillard, observé dans la région, est l'un des plus bas.

En outre, le brouillard est observé essentiellement de Février à Août, le nombre maximum de jours de brouillard est observé durant les mois de Mai et Juin.

Les brouillards observés pendant le semestre chaud sont dus au mélange de masses d'air de températures et d'humidités différentes.

IV-1-2-5- Le Sirocco :

Il est quasi-inexistant en hiver, le maximum est observé en été, il est moins fréquent qu'à l'intérieur du pays.

IV-1-2-6- La Précipitation :

Tab n°08 : précipitation moyenne mensuelle en (mm)

Mois Stations	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Moyenne
Les Salines (75-76..04-05)	36.56	64.10	100.8	113.03	104.61	76.83	61.42	63.96	38.45	13.85	3.07	9.93	686.71
El Kala (74-75..03-04)	42.71	91.69	126.13	117.90	110.83	91.90	70.10	63.23	40.08	11.38	3.24	11.42	780.61

Les précipitations de la région augmentent à partir de septembre jusqu'au mois de décembre puis diminuent du mois de janvier pour atteindre un minimum au mois de juillet, donc d'après le Tableau n°08 la région d'étude apparaît comme un milieu très humide.

IV-1-3- Le Climat:

Pour déterminer le type du climat, nous avons utilisé deux méthodes, qui vont nous renseigner sur les caractéristiques du climat régional.

IV-1-3-1- L'indice de De MARTONNE:

La formule climatique de De Martonne est appelée indice d'aridité, il est fonction de la température et de la précipitation :

$$A = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : température moyenne annuelle en C°.

A : indice d'aridité annuelle.

Selon De Martonne : -si $A < 5$ le climat est hyperaride.

-si $5 < A < 10$ le climat est très sec.

-si $10 < A < 20$ le climat est sec.

-si $20 < A < 30$ le climat est tempéré.

-si $A > 30$ l'écoulement est abondant (climat humide).

Tab n°09 : indice annuel d'aridité (A)

Stations	P (mm)	T(C°)	A
Les Salines (75-76...04-05)	686.71	17.76	24.73
El Kala (74-75..03-04)	780.61	18.24	27.64

Les deux stations montrent un climat tempéré, où l'on note que la station d'El Kala est plus tempérée que celle des Salines.

Pour mieux préciser l'indice d'aridité avec la répartition saisonnière, les élèves de De Martonne ont défini un indice mensuel d'aridité :

$$A = \frac{12 \times P}{T + 10}$$

Avec:

P : précipitations moyennes annuelles en (mm).

T : températures moyennes annuelles en C°.

A : indice d'aridité annuelle.

Tab n°10 : indice mensuel d'aridité (A)

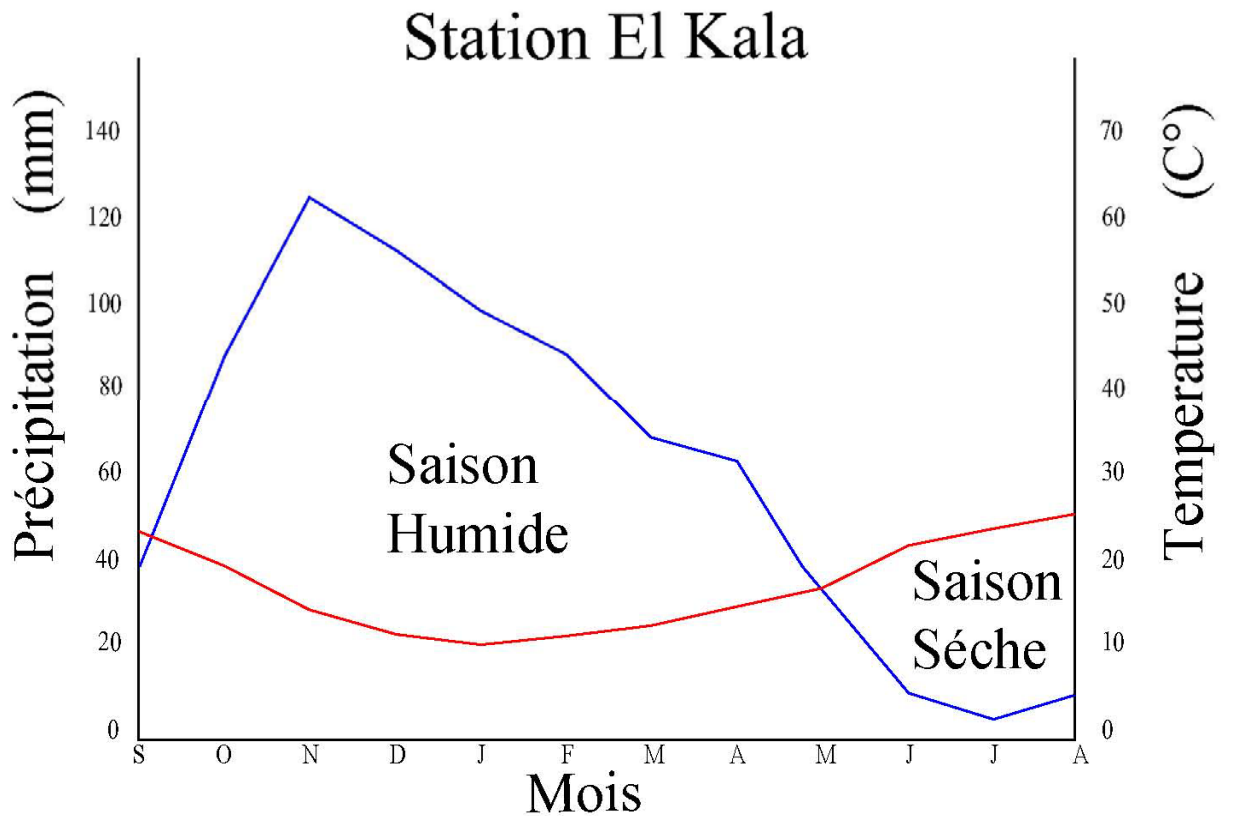
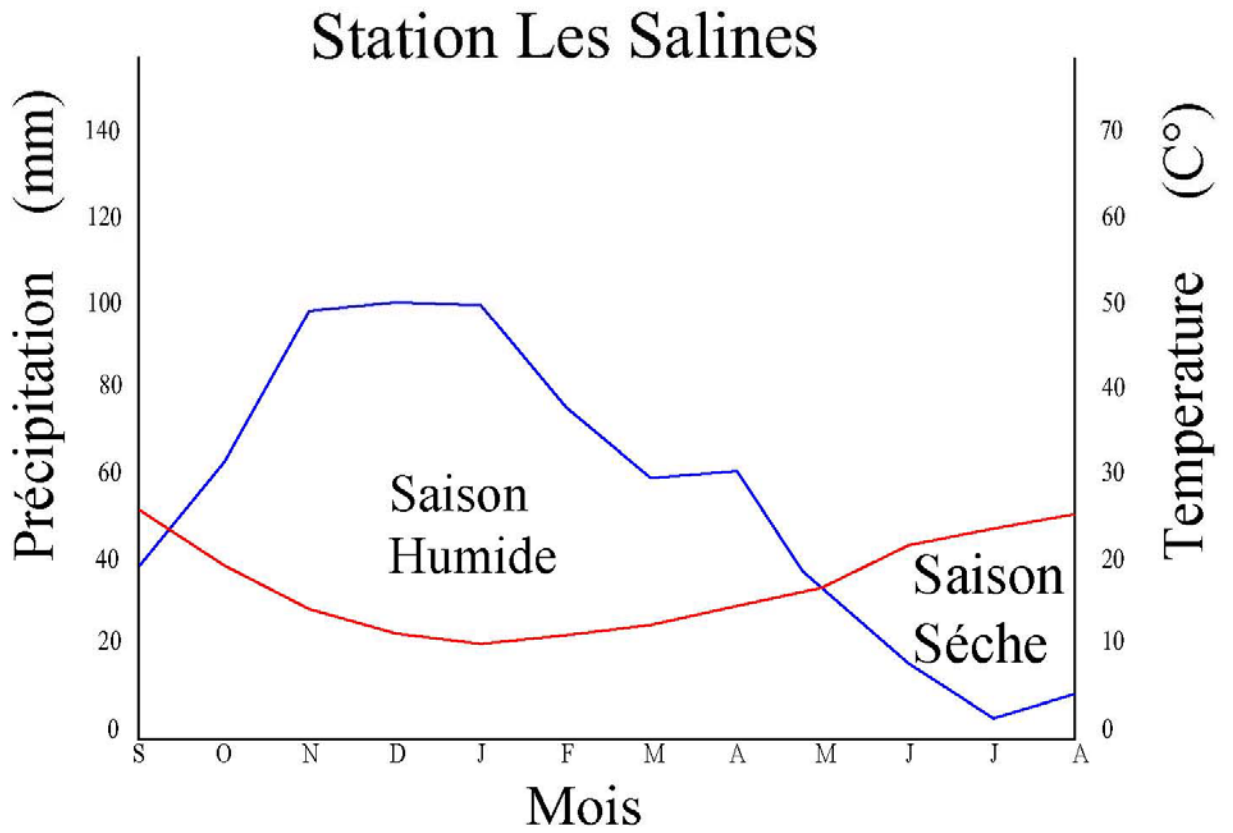
Stations	Mois											
	P	F	A	P	F	A	P	F	A	P	F	A
Les Salines (75-76..04-05)	36.16	23.48	13.1	42.71	23.71	15.2	91.69	20.08	36.57	126.13	16.53	60.2
	64.1	1997	25.66	91.69	20.08	36.57	126.13	16.53	60.2	117.9	13.5	60.2
	100.8	15.45	47.52	126.13	16.53	60.2	117.9	13.5	60.2	110.83	12.27	59.71
	113.03	12.67	59.83	117.9	13.5	60.2	110.83	12.27	59.71	91.90	12.53	48.94
	104.61	11.25	59.07	110.83	12.27	59.71	91.90	12.53	48.94	70.1	13.84	35.28
	76.93	11.65	42.64	91.90	12.53	48.94	70.1	13.84	35.28	63.23	15.41	29.86
	61.42	12.78	32.35	70.1	13.84	35.28	63.23	15.41	29.86	40.08	18.56	16.84
	63.96	15.01	30.68	63.23	15.41	29.86	40.08	18.56	16.84	11.38	21.92	4.27
	38.45	18.32	16.29	40.08	18.56	16.84	11.38	21.92	4.27	3.24	25.09	1.1
	13.85	22.01	5.19	11.38	21.92	4.27	3.24	25.09	1.1	3.24	25.09	1.1
	3.07	24.84	1.05	3.24	25.09	1.1	3.24	25.09	1.1	3.24	25.09	1.1
	9.93	25.63	3.34	11.42	25.54	3.85	11.42	25.54	3.85	11.42	25.54	3.85

Pour la station Les Salines ; le mois de septembre le climat est sec, au mois d'octobre il est tempéré. Alors que du mois de novembre jusqu'au mois de mars le climat est humide, au mois d'avril le climat devient tempéré.

la situation se dégrade en suite au mois de mai le climat est sec, puis au mois de juin le climat devient très sec, et à la fin du cycle aux mois de juillet et août le climat est hyperaride.

A la station El Kala au mois de septembre le climat est sec, au mois de novembre jusqu'au mois de mars le climat est humide alors qu'au mois d'avril le climat devient tempéré. Au mois de mai le climat est sec, et à la fin du cycle depuis le mois de juin jusqu'au mois d'août le climat est hyper aride.

Fig n°13 : Diagrammes pluvio-thermiques des deux Stations Les Salines et El Kala



— Précipitation — Température

La Figure n°13, fait ressortir deux période pour les deux stations :

- une saison sèche qui s'étend du mois de juin jusqu'au mois de septembre.
- une saison humide qui s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois de mai.

IV-1-4- Estimation de L'évaporation :

- ♦ **L'évaporation** : est un phénomène physique de la transformation d'eau en vapeur d'eau, à partir d'une surface d'eau libre (mer, lac, marécage, cours d'eau,.....) et du sol.
- ♦ **La transpiration** : la transpiration est un phénomène biologique lié à la couverture végétale, son stade de développement et sa nature.

On groupe les actions de ces deux éléments sous le terme d'EVAPOTRANSPIRATION (G.CASTANY1968).

Les facteurs qui influents sur l'évapotranspiration sont nombreux à sa voir :

Les facteurs physiques tel que

- Température de l'air.
- Vitesse et turbulence du vent.
- Degré d'insolation.

Les facteurs géographiques :

- Etat de la surface évaporante du sol.
- Déficit hydrométrique.

Les facteurs biologiques :

- Nature de la couverture végétale.
- profondeur des racines.

IV-1-4-1- Evapotranspiration Potentielle (ETP):

La formule empirique de THORNTHWAITE se présente sous la forme :

$$ETP = 16 \left(\frac{10 t}{I} \right)^\alpha F(\lambda)$$

Avec:

$$\alpha = \frac{1,6}{100} I + 0,5 \quad \text{et} \quad I = \sum_{i=1}^{12} \frac{12 i}{i} \quad \text{ou} \quad i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

T : température moyenne mensuelle en C°.

I : indice thermique mensuel.

I : indice thermique annuel.

F (λ) : facteur de correction intégrant la durée d’insolation, le nombre des jours de mois et la température.

Tab n°11 : valeurs de l’ETP par la formule De Thornthwaite

Stations	ETP (mm / an)
Les Salines	893.97
El Kala	901.60

IV-1-4-2- Evapotranspiration Réelle (ETR):

A : Formule Annuel de TURC :

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Avec:

P : hauteur des précipitations annuelles en (mm).

ETR: Évapotranspiration réelle en (mm).

L = 300 + 25 T + 0.05 T³, ou T est la température moyenne annuelle.

Tab n°12 : valeurs de l’ETR par la formule De Turc

Stations	P (mm)	T(C°)	L	ETR (mm / an)
Les Salines	686.71	17.76	1024.09	591.10
El Kala	780.61	18.24	1059.42	649.85

Cette valeur de l'ETR calculé d'après la formule annuelle de Turc représente :
 86.07 % des précipitations pour les salines.
 83.24 % des précipitations pour EL Kala.

B : Formule de Cotagne :

Cette formule permet de calculer l'évaporation réelle en faisant intervenir la pluviométrie et la température.

-Première formule :

$$ETR = P (1 - \lambda P)$$

Avec **ETR**: évapotranspiration réelle annuelle en (mm).

P : précipitation moyenne annuelle en (mm/an).

T : température moyenne annuelle en (C°).

$$\lambda = \frac{1}{0,8 + 0.14 T}$$

Les résultats obtenus pour λ sont englobés dans le tableau suivant :

Tab n°13 : valeurs de λ dans les deux stations

	Les Salines	El Kala
λ	0.30	0.29

Cette formule peut être rapprochée de l'évaporation réelle, elle est valable lorsque les précipitations sont comprises entre 1/2 et 1/8 de λ :

Les salines		
1/8. λ	< P <	1/2. λ
0.41	0.68671	1.66

El Kala		
1/8. λ	< P <	1/2. λ
0.43	0.78061	1.72

Tab n°14 : valeurs de l'ETR par la formule de Cotagne

	Les Salines	El Kala
P (mm/an)	686.71	780.61
T(C°)	17.76	18.24
λ	0.30	0.29
ETR	545.23	603.89

-deuxième formule :

Permet d'estimer le déficit d'écoulement en ne tenant pas compte du facteur de précipitation :

$$\mathbf{D = 210 + 30T}$$

Avec D : déficit d'écoulement, en (mm/an).

T : température moyenne annuelle, en (C°).

Tab n°:15 : valeurs du déficit d'écoulement «D » par la 2^e formule de Cotagne

Stations	D (mm / an)
Les Salines	742.80
El Kala	757.20

D : Formule de THORNTHWAITE (ETR et Bilan d'eau) :

Tab n°16 : Bilan d'eau par la méthode de Thornthwaite station les salines
(1975 – 2005)

Mois Paramètres	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Moyenne
P (mm)	36.56	64.10	100.80	113.03	104.61	76.93	61.42	63.96	38.45	13.85	3.07	9.93	686.71
T(C°)	23.48	19.97	15.45	12.67	11.25	11.65	12.78	15.01	18.32	22.01	24.84	25.63	17.76
i	10.40	8.13	5.52	4.09	3.41	3.60	4.14	5.28	7.14	9.42	11.32	11.87	84.32
F(λ)	1.05	0.91	0.75	0.70	0.73	0.78	1.02	1.15	1.32	1.33	1.33	1.24	-
ETP (mm)	110.58	71.14	36.56	23.69	19.85	22.62	35.07	53.16	88.05	124.35	155.47	153.43	893.97
BH (mm)	-74.02	-7.04	64.24	89.34	84.76	54.31	26.35	10.80	-49.60	-110.50	-152.40	-143.50	-207.26
RFU (mm)	00	00	64.24	100	100	100	100	100	50.40	00	00	00	-
ETR (mm)	36.56	64.10	36.56	23.69	19.85	22.62	35.07	53.16	38.45	64.25	3.07	9.93	407.31
EXD (mm)	00	00	00	53.58	84.76	54.31	26.35	10.8	00	00	00	00	229.80
DA (mm)	74.02	7.04	00	00	00	00	00	00	00	60.10	152.40	143.50	437.06

**Tab n°17 : Bilan d'eau par la méthode de Thornthwaite station d' EL Kala
(1974 – 2004)**

Mois Paramètres	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Moyenne
P (mm)	42.71	91.69	126.13	117.90	110.83	91.90	70.10	63.23	40.08	11.38	3.24	11.42	780.61
T(C°)	23.71	20.08	16.53	13.50	12.27	12.53	13.84	15.41	18.56	21.92	25.09	25.54	18.24
i	10.55	8.20	6.11	4.50	3.89	4.02	4.67	5.49	7.28	9.37	11.49	11.81	87.38
F(λ)	1.05	0.91	0.75	0.70	0.73	0.78	1.02	1.15	1.32	1.33	1.33	1.24	-
ETP (mm)	110.83	70.16	40.03	25.48	22.18	24.66	38.92	53.76	87.70	121.03	156.22	150.63	901.60
BH (mm)	-68.12	21.53	86.10	92.42	88.65	67.24	31.18	9.47	-47.62	-109.65	-152.98	-139.21	-120.99
RFU (mm)	00	21.53	100	100	100	100	100	100	52.38	00	00	00	-
ETR (mm)	42.71	70.16	40.03	25.48	22.18	24.66	38.92	53.76	40.08	63.76	3.24	11.42	436.40
EXD (mm)	00	00	7.63	92.42	88.65	67.24	31.18	9.47	00	00	00	00	296.59
DA (mm)	68.12	00	00	00	00	00	00	00	47.62	57.27	152.98	139.21	465.20

stations	ETR (mm)
Les Salines	407.31
El Kala	436.40

Avec P : précipitation moyenne mensuelle, en (mm).

T : température moyenne mensuelle, en (C°).

I : indice thermique mensuel.

F (λ) : facteur de correction intégrant la durée d'insolation, le nombre des jours de mois et la température.

ETP : évapotranspiration potentielle, en (mm).

RFU : réserve facilement utilisable, en (mm).

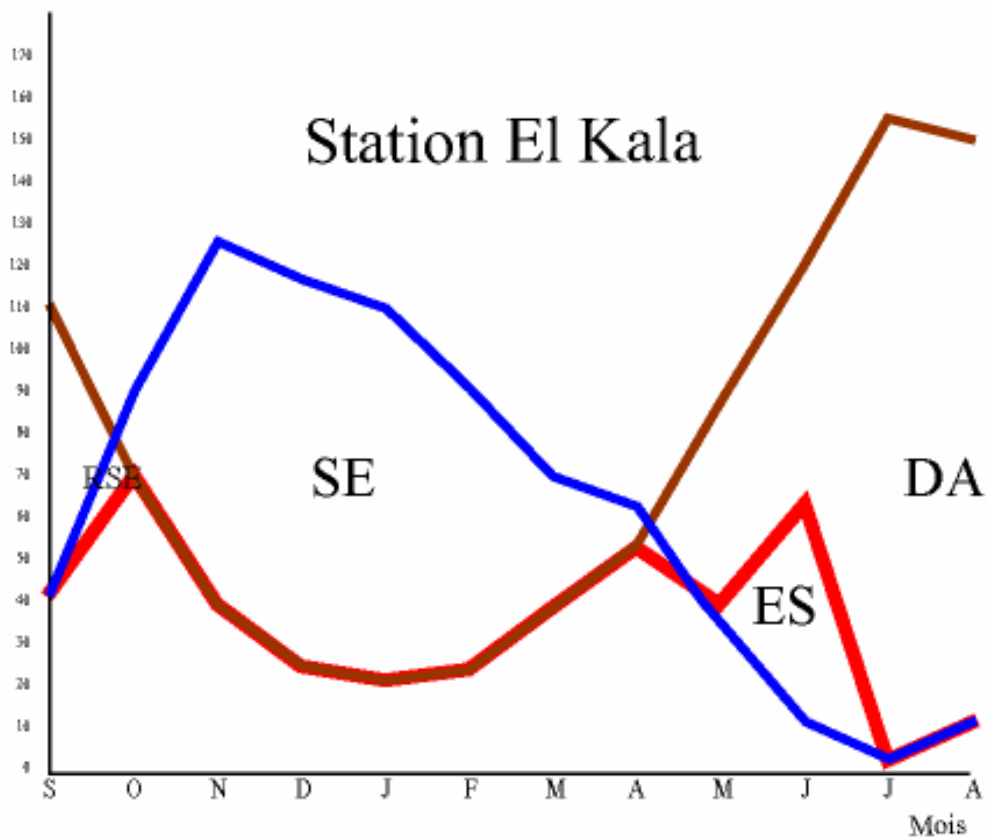
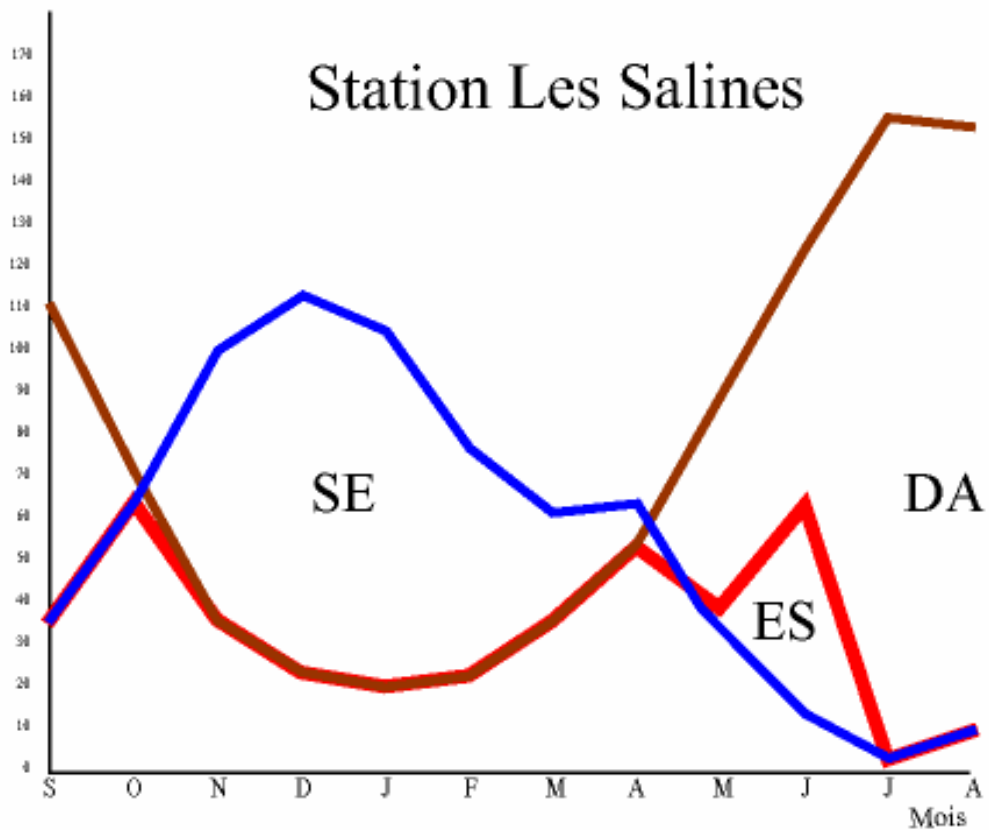
ETR : évapotranspiration réelle, en (mm).

EXD : excédent, en (mm).

DA : déficit agricole, en (mm).

L'observation de l'allure des deux stations (Figure n°14) montre que l'évapotranspiration atteint son maximum au mois de juin avec 64,25mm/an à la station des Salines et 63,76 mm/an à la station d'El Kala provoquant un déficit agricole (DA) donc une irrigation.

Fig n° 14 : Bilan d'eau effectué sur la base des moyennes mensuelles des Précipitations, ETP, ETR dans les deux stations Les salines et El Kala



— Précipitation (mm) — ETR (mm) — ETP (mm)

DA : déficit agricole SE : surplus d'eau ES : epuisement de stock RSE : recharge du sol en eau

E : Résultats de l'ETR Obtenus dans les deux Stations Par Différentes**Méthodes :****Tab n°18 : les résultats de l'ETR obtenus dans les deux Stations (les Salines et El Kala) fournis par différentes méthodes**

Méthodes	ETR (mm/an) Station les Salines	ETR(mm/an) Station El Kala
Thornthwaite	407.31	436.40
Turc	591.10	649.85
Cotagne 1	545.23	603.89
Cotagne 2	742.80	757.12

Les résultats représentés par ce tableau montrent une différence entre les valeurs de l'ETR des deux stations, mais la méthode Thornthwaite reste la plus appropriée pour de tels calculs, car elle contient un facteur de correction qui intègre la durée d'insolation.

IV-1-5 -Estimation du Ruissellement :

Le coefficient de ruissellement (R) est calculé selon deux formules :

- la formule de TIXERON BERKALOFF :

$$R = \frac{P^3}{3 \times ETP^2} \quad \text{si } P < 600 \text{ mm}$$

- la formule de TIXERON BERKALOFF modifiée par ROMANTCHOUK (1974):

$$R = \frac{P^3}{3} \quad \text{si } P > 600 \text{ mm}$$

Avec:

P : précipitation moyenne annuelle, en (mm/an)

ETP : évapotranspiration potentielle annuelle, en (mm).

R : ruissellement, en (mm).

Tab n°19 : les résultats de ruissellement « R »obtenus dans les deux Stations (les salines et El Kala)

Stations	P (mm)	R (mm)	%
Les Salines	686.71	107.94	15.71
El Kala	780.61	158.55	20.31

Le pourcentage du ruissellement de la station d'El Kala est supérieure à celui de la station les Salines, et cela est du à l'importance des précipitations, ainsi que le relief de la région d'El Kala d'où résulte un ruissellement intense, est surtout en cas d'averses.

IV-1-6- Estimation de L'infiltration :

La disponibilité des différents facteurs régissant l'équation du bilan hydrologique nous permet de déterminer l'infiltration efficace :

$$P = ETR + R + I$$

Avec P : précipitation moyenne annuelle, en (mm).

ETR : évapotranspiration réelle annuelle, en (mm).

R : ruissellement annuel, en (mm).

I : infiltration efficace moyenne annuelle, en (mm).

$$I = P - (R + ETR)$$

Tab n°20 : les résultats de l'infiltration efficace « I » Obtenus dans les deux Stations (les Salines et El Kala)

Stations	P (mm)	R (mm)	R (%)	ETR (mm)	ETR (%)	I (mm)	I (%)
Les Salines	686.71	107.94	15,71	407.31	59,31	171.46	24,96
El Kala	780.61	158.55	20,31	436.40	55,90	185.66	23,78

A la lecture du Tableau n°20 on remarque que le pourcentage de l'ETR à la pluie est plus élevé par rapport aux pourcentages du ruissellement et de l'infiltration, ce phénomène est dû à l'existence des grandes surfaces d'eaux libres (lacs, barrages, marais, oueds et retenus collinaires) ainsi que l'importance de la couverture végétale.

IV-2-HYDROLOGIE DE SURFACE:**IV-2-1 -Introduction :**

La zone étudiée est située entre deux bassins versants ; oued Seybouse et oued el kebir Est, mais 90% du terrain représente le bassin versant el kebir Est, qui draine la totalité des eaux superficielles de la wilaya d'El Tarf, sauf la partie du nord de la ligne des partages des eaux, qui s'écoule vers la mer méditerranée.

IV-2-2- Les Secteurs Importants :

La région d'étude est caractérisée par deux (02) secteurs qui peuvent être individualisée.

IV-2-2-1- Secteur de la Mafragh :

Deux cours d'eaux principaux ; Bounamoussa à l'Ouest et Bougous à l'Est qui prend le nom de oued El kebir Est à la sortie de la montagne, drainant le bassin de la Mafragh.

Oued Bounamoussa avec un débit de $4,45 \text{ m}^3/\text{s}$ prend son origine sous le nom de oued kebir à koudiet oued Ahmed (1229 m). Il résulte de la confluence d'oued Kebir et oued Bouhadjar et se termine par les gorges de Cheffia où il a été construit un barrage; oued Bounamoussa draine un bassin de l'ordre de 1158 km^2 avec un périmètre de 194 Km (S.Labar 2003).

Oued El kebir Est ; son cours d'eau principal est formé par trois (03) oueds, deux (02) prennent leur origine en Tunisie (oued El kebir proprement dit et oued Ballouta), et un (01) en Algérie, c'est celui de Bougous, leur confluence se situ au niveau du barrage de Mexana.

L'oued El kebir Est draine un bassin de l'ordre de 1685 km^2 avec un périmètre de 220Km.

A la sortie de la gorge de Mexana El kebir Est avec un débit de $6,71 \text{ m}^3/\text{s}$ (S.Labar 2003) Parallèlement à la côte ; traverse la plaine d'El Tarf, il reçoit les oueds suivants :

Oued Guergour d'un débit moyen de l'ordre de $0.32 \text{ m}^3/\text{s}$, oued Bouhaloufa $0.81 \text{ m}^3/\text{s}$, à la sortie de Zitouna et $0.92 \text{ m}^3/\text{s}$, à la station du barrage.

Au Nord ouest nous rencontrons deux oueds :

Oued El Aroug, oued Mellah qui sont les affluents de lac Mellah qui le drainent durant la saison sèche et l'alimentent en saison humide.

Ses affluents contribuent aux écoulements superficiels et dans l'alimentation et le drainage des nappes.

Les deux oueds Bounamoussa et El kebir Est convergent vers le Marais de Mekrada (2000 ha) rejoignant la Mer par un seul exutoire la Mafragh (Figure n°15).

Fig n°15: Le secteur de la Mafragh.



IV-2-2-2- Secteur d'Oum Teboul :

La plaine d'Oum Teboul est traversée par oued El Eurg, d'un axe Est Sud Ouest, qui prend naissance à la frontière Algéro-tunisienne.

Il résulte de la confluence de deux oueds Drida Sud Est de la plaine d'Oum Teboul et oued Aouledg Nord Est de la plaine.

L'oued El Eurg se jette dans le lac Tonga par son principal affluent : oued Melloul qui se relie avec oued Messida par un canal rejoignant lac Tonga avant d'atteindre la mer.

IV-2-3- Les Eaux Stagnantes :

Les eaux stagnantes jouent un rôle prépondérant dans l'hydrologie de la région, elles forment, en effet, dans cette région.

De nombreux marais temporaires ou permanents, les véritables lacs sont : lac des Oiseaux, lac Noir, lac Bleu, lac Oubaïra, lac Mellah et lac Tonga, et les barrages Mexana et Cheffia.

IV-2-3-1-Le Lac Tonga :

Le lac Tonga est situé à l'extrême Nord-Est de l'Algérie couvrant une superficie de 2700 ha, c'est un étang et marais d'eau douce qui communique avec la mer par le chenal de la Messida, il est alimenté par de nombreux affluents et par deux oueds importants El Hout au Sud et El Eurg au Nord (Figure n°16).

Le Tonga date du Quaternaire, des mouvements tectoniques ont permis le creusement de sa cuvette composée d'argiles de numidie.

Fig n°16: Le lac Tonga.



IV-2-3-2-Le Lac Oubaïra :

Le lac Oubaïra est situé à 03 km vers l'Ouest d'El Kala entre le lac Mellah et le lac Tonga, couvre une superficie de 2200 ha, d'une profondeur de 04 m et d'un volume d'eau de 32535096,80 m³ (Figure n°17).

L'alimentation du lac se fait appartir de quatre oueds dont le plus important le Messida au Sud Est recueille les eaux de crues de l'oued El Kebir, et les autres affluents sont au nombre de trois:

Oued Demnet Errihane au Nord ,oued Boumerchène au Nord Est et oued Degrah à l'Est ; le substratum du lac est entièrement composé d'argile de Numidie datant du Tertiaire avec tout autour du lac , des dépôts récents du Quaternaire.

Fig n°17: Le lac Oubaïra.



IV-2-3-3-Le Lac des Oiseaux :

Le lac des Oiseaux est situé à 45 km au Sud Ouest de la ville d'El Kala, couvre une superficie de 170 ha, c'est un lac d'eau douce (Figure n° 18).

L'apport en eau se fait naturellement par les eaux superficielles de ruissellement du bassin versant El Kebir et par les eaux souterraines, les principales formations géologiques sont représentées par les grés et les argiles de Numidie et les sols de marécages.

Fig n°18: Le Lac des Oiseaux.



IV-2-3-4-La Tourbière du Lac Noir :

Ce site fait partie de la commune de Berrihane, il est situé sur le chemin de la wilaya 109 reliant les villes Annaba et El Kala (Figure n°19), qui était complètement desséché durant quelques années à cause de l'exploitation de la nappe par un double forage ; a retrouvé son ancien lit par suite de l'inexploitation de la nappe.

Il couvre une superficie de 05 ha, l'origine géologique de la région remonte au Quaternaire; elle comporte des terrains nummulitiques composés de grés et d'argiles, l'alimentation du lac se fait par un écoulement en nappe en raison de la nature sablonneuse des soles.

Figure n°19: Le Lac Noir.



IV-2-3-5- Le Lac Mellah :

Le lac Mellah est une lagune marine en communication intermittente avec la mer par un étroit goulet, sa profondeur varie entre 5 à 6 m, son fond est sableux et graveleux (Figure n°20).

Le site, formé de sables et d'argiles laguno-marines du Néopleistocène, résulte de l'inclinaison de dépôts Siciliens suivis d'affaissements successifs.

El Mellah est alimenté par les eaux des oueds Erreguibet au Nord-Ouest et El Eurg au Sud-Ouest.

Fig n°20: Le lac Mellah.

**IV-2-3-6- Les Marais de La Mekrada :**

Les Marais de la Mekrada sont situés à 25 Km de la wilaya d'El Tarf (Figure n°21).

Ce site est limité au Nord par les dunes littorales et au Sud par les massifs forestiers de Bou Abed, ils font partie des communes de Ben M'Hidi, de Berrihane et du Lac des Oiseaux.

Couvrant une superficie de 8900 ha, c'est un marais dont les eaux sont saumâtres en raison du contact de l'embouchure avec la mer méditerranéenne.

Sa profondeur peut aller jusqu'à 01 m.

Les Marais sont alimentés par les oueds Bounamoussa, El Kebir Est et le bassin versant de Bou Abed.

. Fig n°21: Les Marais de la Mekrada.



IV-2-3-7- Barrage Mexa :

Le barrage Mexa a les caractéristiques suivantes (Figure n°22) :

- ◆ Volume total 52 Hm³.
- ◆ Superficie de la cuvette 06 Km².
- ◆ Production 1.5 tonne (en 2002).
- ◆ Poste d'emploi : 10.

Fig n°22: Le barrage Mexa.



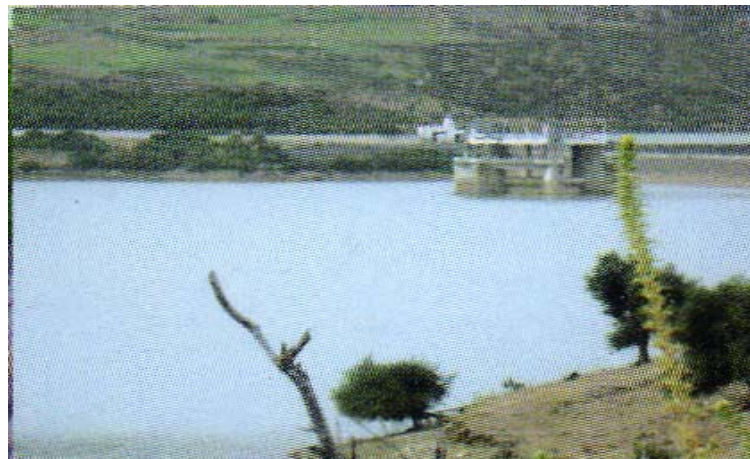
IV-2-3-8- Barrage Cheffia :

Parmi les plus importantes ressources en eau superficielles qui alimentent la région de l'extrême Nord Est Algérien, on a le barrage de Cheffia qui a les caractéristiques suivantes (Figure n°23) :

- ◆ Capacité totale 168 Hm³.
- ◆ Volume mort 13 Hm³.
- ◆ Capacité d'exploitation 95 Hm³.
- ◆ Superficie de la cuvette 9.87 Km².
- ◆ Longueur de la digue 61 m.

En plus de l'alimentation en eau potable de la wilaya de Annaba, le barrage de Cheffia assure également l'alimentation dans la wilaya d'El Tarf ainsi que le périmètre d'irrigation de Bounamoussa.

Fig n°23: Le barrage Cheffia.



IV-2-3-9- Les Retenues Collinaires :

La wilaya d'El Tarf compte 32 retenues collinaires totalisant un volume initial de 3,124 millions de m³ (Figure n°24).

Fig n°24: Retenue Collinaire



Sur les 32 retenues que compte la wilaya, (06) six sont en bon état (Tableau n°21), utilisées pour l'irrigation et l'abreuvement du cheptel. Les autres sont dans un état de dégradation avancé.

Tab n°21: Répartition des six bonnes retenues collinaires
(Source DHW EL TARF 2005)

Communes	Localisation (Mechta)	Capacité (Hm3)	Etat de l'Ouvrage
El Kala	Garouni	0.04	Bon
Oued Zitoune	Ramel Boumediene	0.038	Bon
Ben M'Hidi	Hasshassia	0.025	Bon
Dréan	Boufara I	0.5	Moyen
	Boufara II	0.25	Moyen
	Mehrez	0.5	Moyen
Total Wilaya	06	1.353	

IV-3-CONCLUSION:

D'une manière générale le climat de la région d'El Tarf se caractérise par des précipitations annuelles élevées, augmentant de l'Ouest vers l'Est (de 686.71 mm/an au niveau de la Station des salines et de 780.61 mm/an dans la station El Kala).

L'évapotranspiration atteint son maximum au mois de juin ; le calcul du pourcentage de ruissellement montre qu'il est très important au niveau de la Station d'El Kala (20.31%) qu'à la station des Salines (15.71%); vu les précipitations, ainsi que les reliefs existants dans la région d'El Kala ce qui permet un ruissellement fort surtout pendant les grandes averses.

Les eaux stagnantes jouent un rôle prépondérant dans l'hydrologie de la région; elles forment en effet dans cette région de nombreux marais temporaires ou permanents, tels que les lacs, les retenues collinaires, les barrages.....etc.

CHAPTER 1

INTRODUCTION TO THE HISTORY OF THE UNITED STATES

V-1- INTRODUCTION :

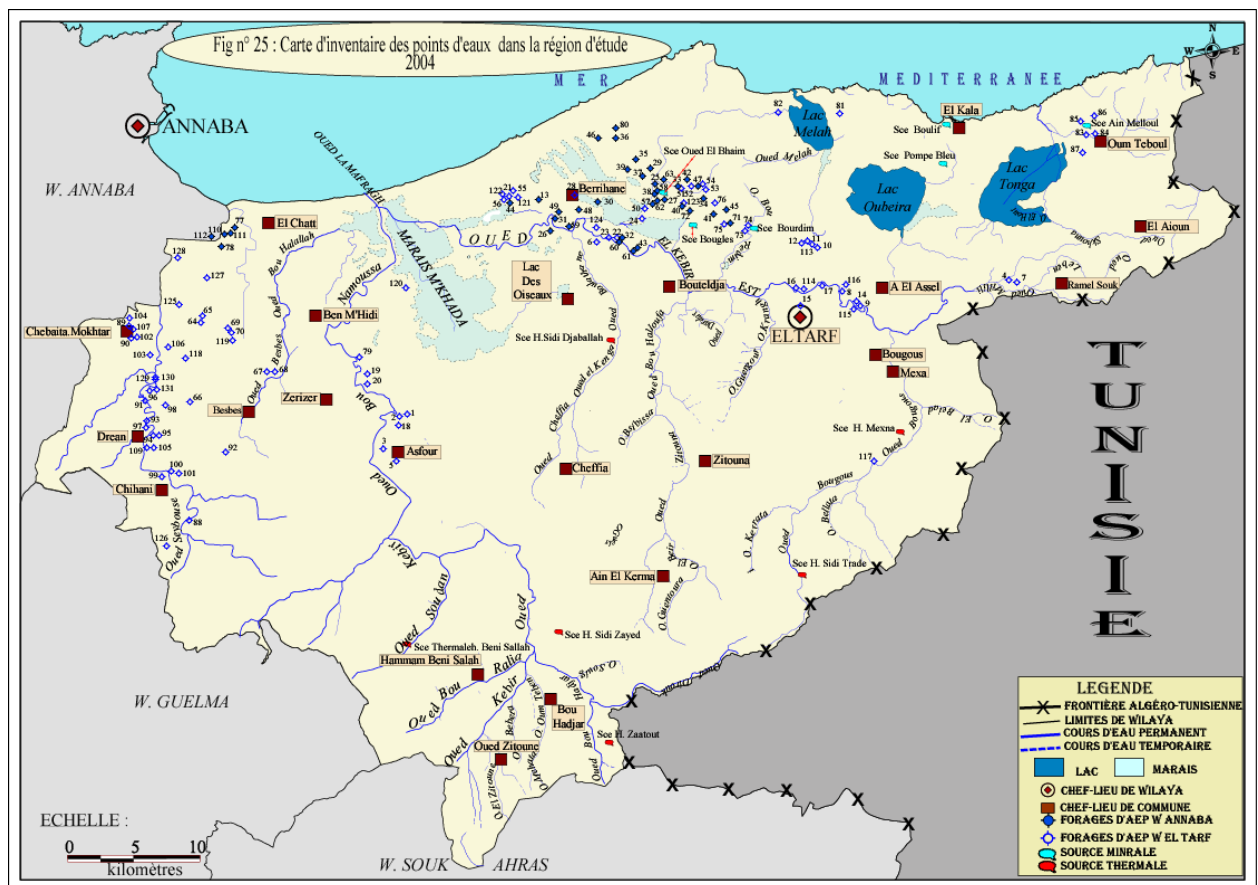
L’hydrogéologie est la science de l’eau souterraine.

C’est une discipline des sciences de la terre orientée vers les applications. Elle a pour objectifs, l’étude du rôle des matériaux constituant le sous- sol et des structures hydrogéologiques avec application des lois physiques et chimiques, dans l’origine, la distribution, les caractéristiques de gisement, les modalités de l’écoulement et les propriétés physiques et chimiques des eaux souterraines. Elle applique les connaissances acquises sur la prospection, le captage, l’exploitation et la gestion de l’eau souterraine.

L’aperçu hydrogéologique de la région d’étude représente une étude basée sur la collecte des données existants (thèse, mémoire, travaux...) complétées par des observations sur terrains afin de déterminer la structure géométrique et la nature lithologique des systèmes aquifères, ainsi que leurs conditions aux limites.

V-2- INVENTAIRE DES POINTS D’EAUX :

Les nappes superficielles sont captées par 348 puits, et sont représentées par les sources, par contre les nappes profondes sont atteintes par 219 forages (Figure n°25)



V-2-1- Les Sources :

On remarque que dans la région d'étude, les sources sont visiblement concentrées à l'Est au niveau des massifs gréseux, ainsi que les éolienites et les dépressions sableuses.

On trouve toujours les sources liées à la présence d'un massif, nu ou couvert par les sables dunaires.

V-2-1-1- Les Sources Thermales :

La nature a doté la wilaya d'El Tarf de six (06) sources thermales toutes situées dans les parties centre et Sud de la wilaya.

Le bilan thermal de l'Algérie (1984) a étudié les six sources et a identifié les affections principales et secondaires de chacune d'elle (Tableau n°22).

Tab n°22 : les différentes sources thermales existantes et leurs affectations dans la wilaya d'El Tarf (Source DHW El Tarf 2005)

Dénomination	Localisation	Débit l/s	Affectations
Hamam Sidi Trad	Zitouna	04	Répertoire, Rhumatisme Et Neurologique
Hamam Mexa	Bougous	0,5	Veineuse, Neurologique Et Gynécologique
Hamam Zatout	Bouhadjar	02	Respiratoire et Digestive
Hamam Sidi Zid	Bouhadjar	01	Psychiatrique, Hypertension et Digestive
Hamam Sidi djaballah	Lac Des Oiseaux	01	Intestinale, Digestive Et Gynécologique
Hamam Beni Sallah	Beni Sallah	01	Veineuse, Gynécologique, Artères Et Peau

Parmi les sources précitées, trois d'entre elles méritent une attention particulière et une priorité à l'aménagement ; à savoir :

- Hamam Sidi Trad : situé à la périphérie Sud du parc national d'El Kala.
- Hamam Mexa : situé à l'intérieur du parc national d'El Kala.
- Hamam Zatout : frontalier et situé à l'extrême Sud Est de la wilaya.

V-2-1-2- Les Sources Froides:

Parmi les sources existantes à travers la région d'étude, les plus importantes sont les suivantes:

Source Ain Melloul, se situe dans le massif dunaire d'Oum Teboul avec un débit de 30 l/s dont l'exploitation est de 17 l/s, il a été déterminé que son eau est de très bonne qualité.

Les sources Bouglese, Bourdim et Oued Bhaim sont situées dans le massif dunaire de Bouteldja dont le débit est de 150 l/s alimentant le couloir Bouteldja-Ben M'hidi avec une eau de bonne qualité.

La source de Boulif qui a une eau de bonne qualité et un débit de 7 l/s se situe dans la commune d'El Kala.

V-2-2- Les Puits :

Presque dans tout le périmètre étudié, le captage de la nappe aquifère superficielle se fait par les puits (Tableau n°23).

Tab n°23 : Inventaire des puits dans la wilaya d'El Tarf .
(Source DSA El Tarf 2005)

COMMUNE	NOMBRE
El Tarf	06
Ain Assel	11
Bougous	04
Zitouna	14
Total Daïra d'el Tarf	35
El Kala	32
Souarekh	22
Ramel Souk	14
El Aioun	06
Total Daïra d'el Kala	74
Ben M'hidi	10
El Chatt	26
Berrihane	14
Total Daïra de Ben M'hidi	50
Besbes	37
Asfour	32
Zerizer	-
Total Daïra de Besbes	69
Deran	08
Chebaita Mokhtar	09
Chihani	04
Total Daïra de Drean	21
Bouhadjar	10
Ain El Karma	32
Oued Zitoun	12
H. Beni Salah	14
Total Daïra de Bouhadjar	68
Bouteldja	12
Lac des Oiseaux	10
Cheffia	09
Total Daïra de Bouteldja	31
Total Wilaya	348

V-2-3- Les Forages :

Généralement les forages captent la nappe profonde quelque soit captive (des graviers) ou libre (massif dunaire de Bouteldja).

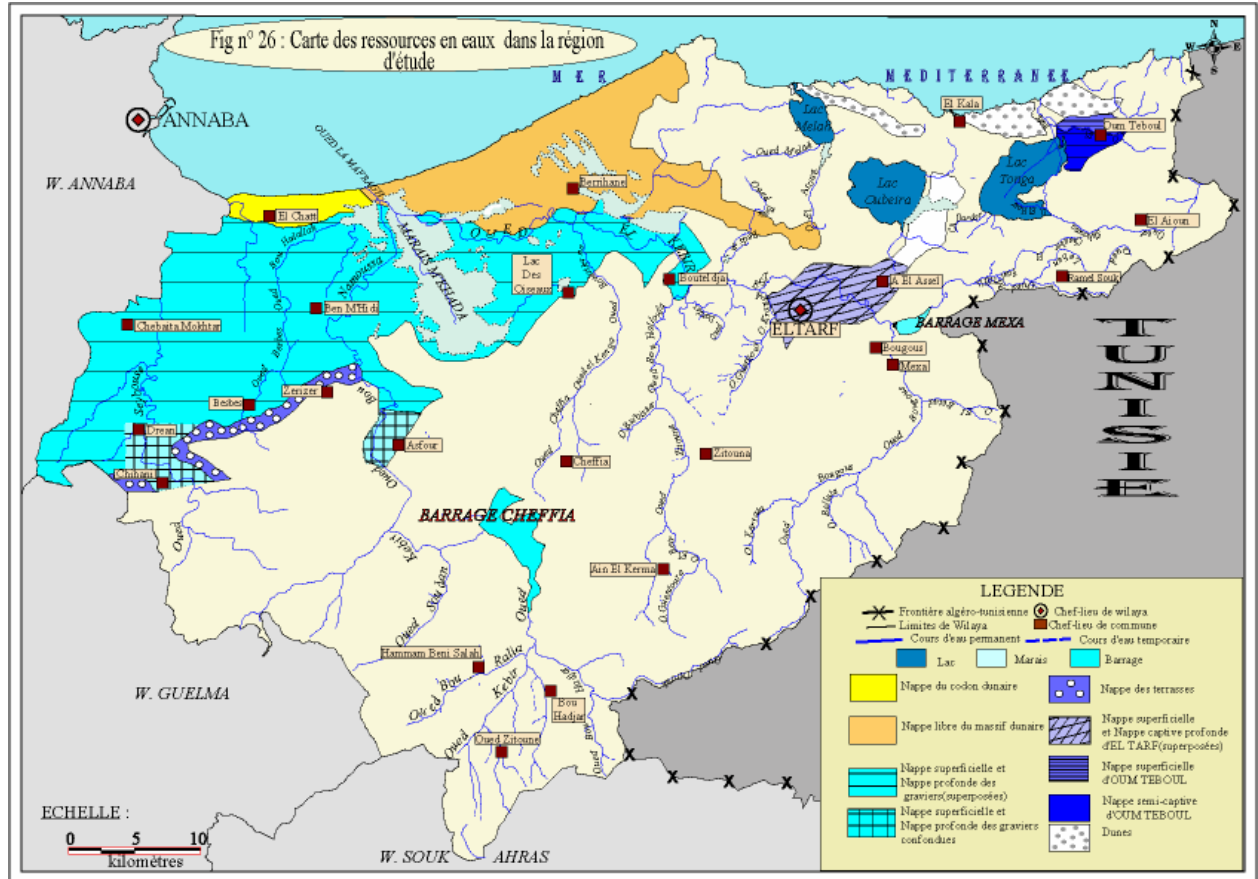
Dans le massif dunaire de Bouteldja, en raison de la bonne qualité des eaux, existe un grand nombre de forage pour l'AEP, en plus de ceux cités ci-dessus d'autres forages existent dans différentes nappes de la région figurant ainsi dans le tableau ci après (Tableau n°24).

Tab n°24 : Forages existants dans la wilaya d'El Tarf
(Source DHW El Tarf 2004)

Nappe sollicitée	Nom du forage	Volume théorique (Hm ³ /an)	Affectation (Hm ³ /an)			Destination
			AEP	IRI	IND	
Nappe dunaire Bouteldja	50+3 sources	33	32,5	0,4	0,1	_02 forages 0,4 Hm ³ /an pour l'irrigation. _01 forages 0,1 Hm ³ /an pour l'industrie. _26 forages 16,7 Hm ³ /an pour l'AEP annaba. _21 forages 15,8 Hm ³ /an pour l'AEP El Kala, Berrihane, El Tarf, Ain Assel, couloir Bouteldja - Ben M'Hidi.
Nappe côtière El Kala	02	0,6	0,6	/	/	_01 forages El Kala, El Melha. _01 Souk R'guibet.
Nappe côtière Oum Teboul	07	1,84	1,59	0,25	/	_02 forages AEP Oum Teboul. _01 forages AEP Oued El Hout. _02 forages AEP El Aioun. _02 Irrigation.
Nappe alluviale El Tarf, Ain Assel	08	26	2,6	/	/	_08 forages AEP El Tarf, Ain Assel, Bougous.
Nappe des Grés	03	0,56	0,56	/	/	_03 forages AEP Bougous, Raml Souk, Ain Assel.
Nappe alluviale Bouteldja	12	7,65	7,4	/	0,25	_06 forages AEP Annaba 3,78 Hm ³ /an. _05 forages AEP Cheffia, Lac des Oiseaux 2,72 Hm ³ /an. _01 forages AE Industrielle conserverie 0,25 Hm ³ /an.
Nappe alluviale Bounamoussa	08	3,85	3,85	/	/	_08 forages AEP El Asfour, Ben M'Hidi, Zerizer.
Nappe alluviale Seybouse	129	44	24,5	17,5	2	_33 forages AEP Besbes, Dréan, EL Chott. _90 forages Irrigation. _06 forages AE Industrielle.
TOTAL	219	94,1	73,6	18,2	2,36	

V-3-DEFINITION DES AQUIFERES:

La carte hydrogéologique de la région d'El Tarf établie par l'agence de bassin hydrographique, Constantinois Seybouse-Mellegue en 2003 distingue les différents aquifères existants dans la région qui sont (Figure n°26)



V-3-1- La Nappe Superficielle et Nappe Profonde des Graviers (Confondues) :

Le bassin d’El Asfour présente un fond parfaitement plat, il correspond à une plaine alluviale composée de deux nappes l'une semi captive et l'autre superficielle dont la plaine est limitée au Nord par la nappe phréatique et la nappe profonde des graviers (superposées) (Figure n°26)

La nappe semi captive repose sur un substratum imperméable argileux par endroits et limoneux par d’autres.

Les sables argileux forment le toit semi captif de la nappe, et les graviers constituent le réservoir de cette nappe avec une épaisseur qui varie entre 15 et 20 m.

Les essais par pompage effectués dans les forages qui captent cette nappe donnent des valeurs de transmissivité de l’ordre de $3,2 \cdot 10^{-3}$ et $0,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ respectivement aux forages 500 et 543 ainsi que des valeurs de perméabilité de l’ordre de $0,2 \cdot 10^{-3}$ et $0,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Le sol de la plaine est constitué par des formations argilo sableuses, argilo limoneuses et sablo argileuses.

La détermination de la perméabilité du toit de la nappe superficielle a été faite par la D.G.R.H.A (Direction générale des ressources hydriques d'Annaba) et la S.N.S (Société national de la sédirurgie) en 1967-1968, par la méthode de porchet ; l'ensemble des résultats obtenus montre des valeurs qui varient entre 10^{-6} et $3 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$; la transmissivité des terrains varie entre 10^{-6} et 10^{-3} m.s^{-1} .

L'alimentation de la nappe se fait essentiellement par la bordure Nord et Nord-Est à partir d'une limite perméable et pour le reste de la plaine, la limite est supposée étanche.

L'alimentation et le drainage sont en étroite liaison avec l'Oued Bounamoussa (Labar 2003).

V-3-2-La Nappe du Massif Dunaire de Bouteldja:

Le massif de Bouteldja est limité au Nord par la mer méditerranée à l'Ouest le cordon dunaire, au Sud par la nappe phréatique et la nappe profonde des graviers (superposées) (Figure n°26).

Le long du littoral, un énorme massif dunaire s'amplifie de l'Ouest vers l'Est, il prend alors une orientation Nord Ouest - Sud Est conforme aux vents dominants, le massif dunaire de Bouteldja forme une nappe libre avec un substratum argilo gréseux imperméable à semi-perméable, il est constitué de sables éoliens épais de 20 m à l'Est et de 120 m à l'Ouest souvent à intercalations argileuses sous forme de lentilles. (KHERICI 1985) ;(Ramdani 1996).

La partie orientale du massif est caractérisée par une augmentation progressive des épaisseurs, suivant une première direction Est-ouest de l'oued Bourdim 20 m à l'oued Bouglès 75 m, puis une seconde direction Nord Est – Sud Ouest du Djebel Koursi 70 m vers Nechaa Righia 150 m.

Cet aquifère est considéré comme vulnérable du fait de la présence de la mer et des marécages salés à son pourtour.

La transmissivité varie entre $5 \cdot 10^{-4}$ et $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. la perméabilité quant à elle varie entre $6 \cdot 10^{-5}$ et $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

L'alimentation du massif se fait par les eaux de pluie par l'infiltration directe, les débits de ruissellement prévenant des grés numidiens à l'Est, les nappes qui existent les massifs fissurés des grés numidiens, une alimentation temporaire pendant les fortes crues.

V-3-3- La Nappe Superficielle et Nappe Captive Profonde d'El Tarf**(Superposée) :**

Cette plaine renferme la nappe superficielle et la nappe captive profonde d'El Tarf. (Figure n°26).

La nappe profonde s'étend de l'Est vers l'Ouest, le Substratum est marneux le réservoir est constitué de galets et de graviers surmontés par un toit argileux d'une épaisseur importante.

La puissance de la nappe varie selon la morphologie du substratum de 4 à 15 m.

Les paramètres hydrodynamiques obtenus par les pompages d'essai montrent que la transmissivité varie de $1,24 \cdot 10^{-3}$ à $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, dans les forages 560 et 561 dans l'Ouest de la plaine et de $2,10 \cdot 10^{-3}$ à $8,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ dans l'Est de la plaine aux forages 605 et 607 avec une transmissivité moyenne de l'ordre de $3 \cdot 10^{-3}$ à $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

La perméabilité de cette nappe est de $1,5 \cdot 10^{-5}$ à $7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ aux forages 560 et 561.

La plaine s'alimente par la bordure Nord-Ouest dont se fait le contact avec la prolongation des massifs dunaires.

La nappe superficielle couvre la totalité de la plaine d'El Tarf, elle est contenue dans les formations alluvionnaires et les argiles plus au moins sableuses, elle est séparée de la nappe captive par un horizon argileux grisâtre.

L'alimentation de la nappe se fait à partir des précipitations et par l'oued Kebir Est, les charges latérales avec les sables au Nord et les grés au Sud.

V-3-4-La Nappe Semi Captive d'Oum Teboul :

Cette nappe est limitée au Nord par la nappe superficielle à l'ouest par le Lac Tonga.

Elle est constituée de graviers et de sables reposant sur un fond imperméable marneux formant le substratum.

La couche des graviers à une épaisseur variant de 06 à 40 m, cet accroissement de la puissance de la nappe correspond à une zone de creusement du substratum.

Dans le secteur Nord, la nappe s'étend du massif dunaire à la rive Sud d'oued El Eurg, elle est libre et puissante correspondant à une zone de surcreusement du substratum, cela est due à l'alimentation de la nappe par l'oued El Eurg.

Dans le secteur Sud, le substratum tend à remonter même à affleurer influant ainsi sur la morphologie et l'horizon graveleux qui subit un rétrécissement et tend à disparaître à proximité du forage ZF1 au profit des formations argileuses et marneuses, on peut conclure que la plaine d'Oum Teboul est une zone de subsidence.

Les valeurs de transmissivité varient de $5 \cdot 10^{-5}$ à $7,20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et la perméabilité entre $0,15 \cdot 10^{-4}$ à $0,15 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

V-3-5-La Nappe Superficielle d'Oum Teboul :

Cette nappe est limitée au Nord et à l'Ouest par les dunes, au Sud par la nappe semi captive d'Oum Teboul.

Elle est constituée de sables argileux, d'argiles sableuses ou marneuses et couvre la majeure partie de la plaine, elle affleure au niveau d'oued EL Eurg.

Dont elle est alimentée par se dernier qui se déverse dans le lac Tonga.

V-3-6-La Nappe du Cordon Dunaire :

Cette nappe est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par le massif dunaire de Bouteldja, à l'ouest par la Wilaya d'Annaba et au Sud par la nappe phréatique et la nappe profonde des graviers (superposées).(Figure n°26).

C'est une nappe limitée par une bande littorale de 0,5 à 2 Km de largeur contenue dans des sables dunaire éoliens, de granulométrie fine à moyenne (GAUD 1979) et alimentée directement par les eaux de pluie.

L'épaisseur moyenne mouillée oscille entre 05 à 15 m et la perméabilité entre $1 \cdot 10^{-4}$ à $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

V-3-7-La Nappe des Terrasses :

Elle est limitée au Nord par la nappe phréatique et la nappe profonde des graviers (superposées), à l'Ouest par la nappe superficielle et la nappe profonde des graviers confondues (Figure n°26).

Elle est localisée au Sud de la région dans les cailloutis et galets, étant donné ses faibles potentialités hydrauliques, cette nappe n'est exploitée que par des puits, destinés à l'irrigation et à l'alimentation de petites localités.

V-3-8-La Nappe Superficielle et Nappe Profonde des Graviers (Superposées) :

C'est une nappe très intéressante, elle est surmontée par une nappe libre couvrant l'ensemble de la plaine elle est limitée au Sud par la nappe superficielle des terrasses constituée par des cailloutis et des galets, et au Nord par les deux nappes à savoir:

La nappe du Cordon Dunaire et l'autre superficielle du Massif Dunaire de Bouteldja

Cette nappe est positionnée entre un substratum argileux et un toit imperméable à semi-perméable qui disparaît dans la partie Sud (Dréan et Chihani), la perméabilité de cette nappe varie

de 10^{-5} à 10^{-4} m.s⁻¹ ; la transmissivité est de $3,5 \cdot 10^{-3}$ à $3 \cdot 10^{-2}$ m.s⁻¹ dans la région de Dréan, elle est de $4,6 \cdot 10^{-3}$ à $5 \cdot 10^{-3}$ m.s⁻¹ dans la partie Nord.

Le coefficient d'emmagasinement est de l'ordre de 10^{-4} dans la partie captive et atteint 10^{-2} dans la partie libre (Zenati en 1999).

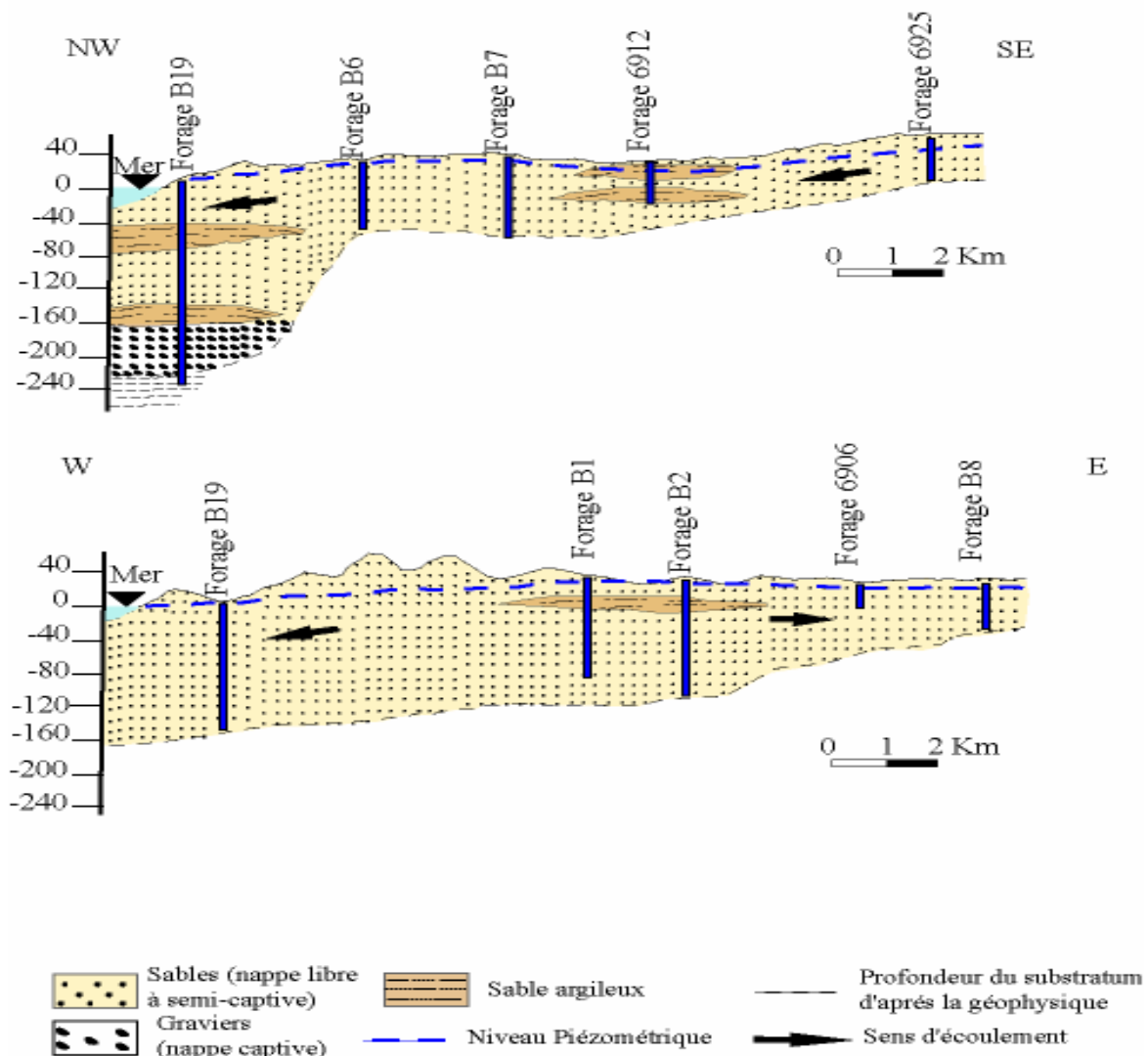
V-4- ETABLISSEMENT DES COUPES HYDROGEOLOGIQUES :

L'établissement d'une coupe hydrogéologique a pour but de reconstituer la géométrie de l'aquifère, le type et la nature des nappes aquifères, ainsi que l'évolution latérale de la nappe, tout en se référant aux colonnes stratigraphiques des forages, leur profondeur, l'altitude topographique et les distances entre eux (CASTANY 1968).

V-4-1- Massif Dunaire de Bouteldja :

Il est formé par des sables éoliens, épais de 20 à 120 m et souvent à intercalations argileuses sous forme de lentilles, ce massif forme une nappe libre reposant sur un substratum argilo gréseux imperméable à semi-perméable (Figure n°27).

Fig n° 27 : Coupes Hydrogéologiques dans le massif dunaire de Bouteldja



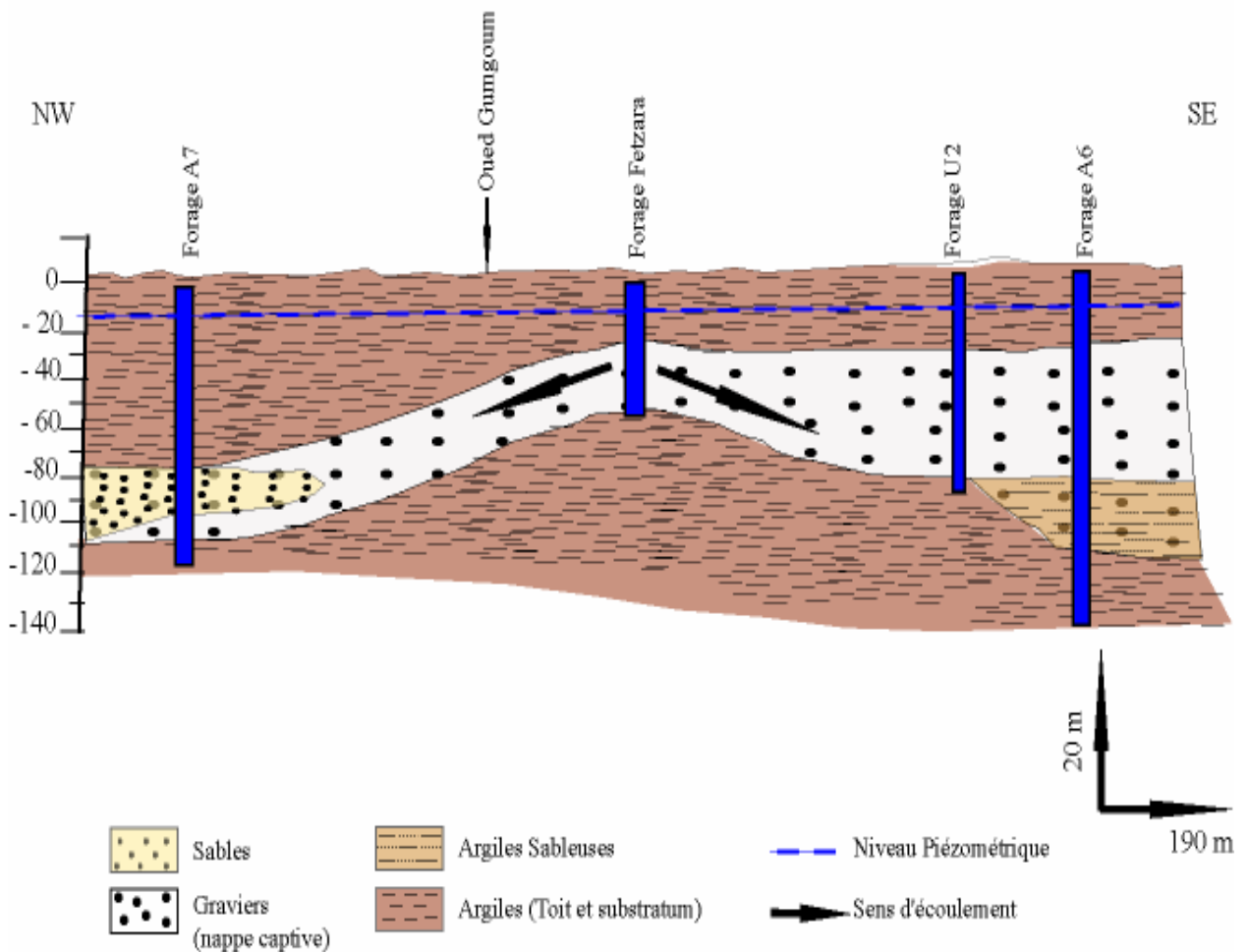
V-4-2- Plaine de Bouteldja :

On constate qu'il y a un contact entre les sables dunaires et les graviers, ceci est le résultat d'un passage de la nappe du massif dunaire à la nappe captive des graviers qui repose sur une formation argileuse assurant l'étanchéité du substratum.

Cette nappe est constituée par des graviers, des galets et des sables d'origine gréseuse issus du complexe numidien avec des passages de marnes et enfin le tous est surmonté par une couche argilo limoneuse qui correspond au toit de la nappe captive.

D'après la morphologie du substratum, la puissance de l'aquifère varie de 50 à 150 m. (Figure n°28).

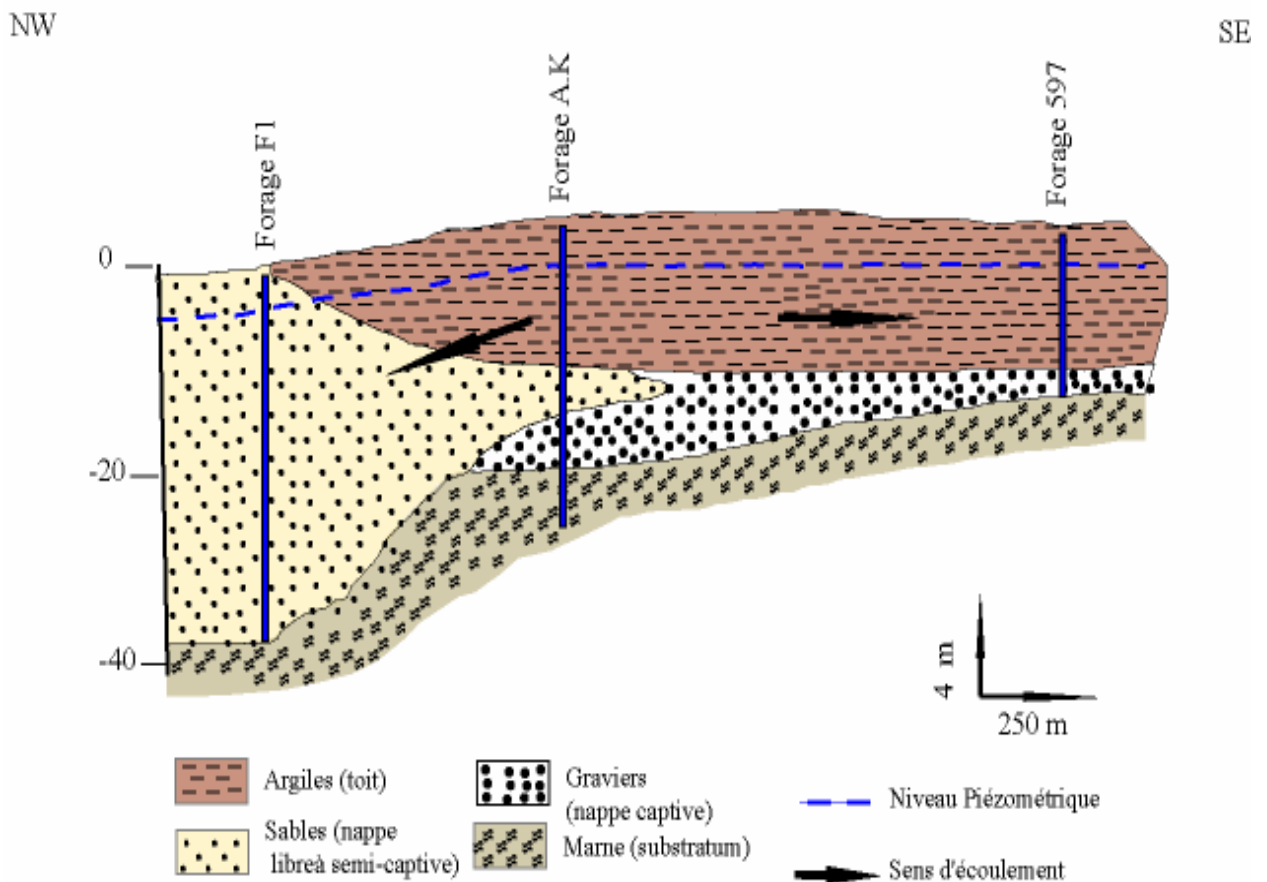
Fig n° 28 : Coupe Hydrogéologique dans la plaine de Bouteldja



V-4-3-Plaine d'El Tarf :

La nappe captive s'étend de l'est vers l'ouest avec un substratum marneux et un toit argileux d'épaisseur importante. Le réservoir de la nappe est constitué de galets et de graviers ayant une puissance qui varie de 04 à 15 m. (Figure n°29).

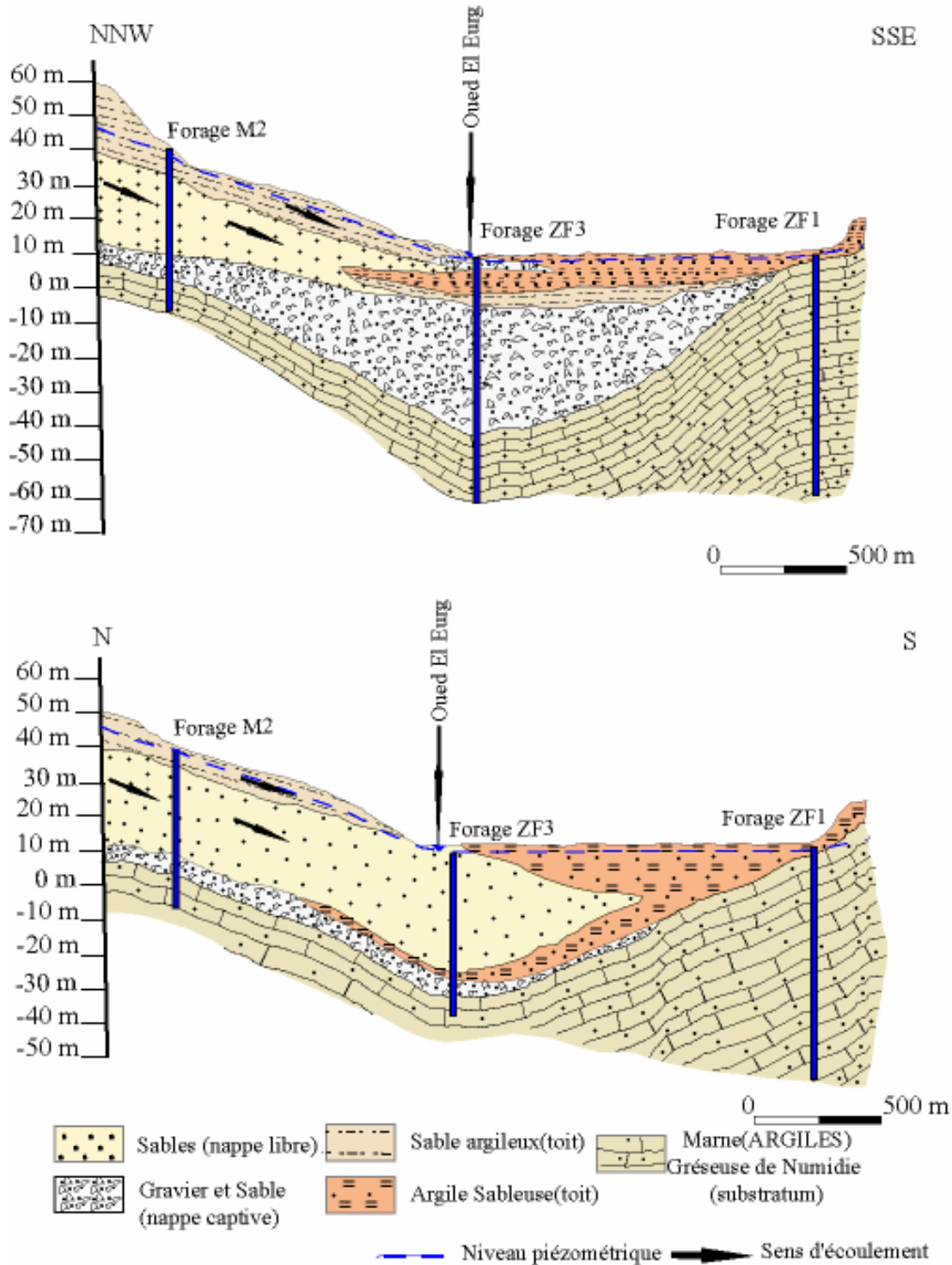
Fig n° 29 : Coupes Hydrogéologique dans la Plaine d'El Tarf



V-4-5-Plaine d'Oum Teboul:

La nappe libre s'étend du Sud au Nord avec un substratum marneux et un toit sableux a sableux argileux ; son réservoir se constitue de sable, et de graviers et sable, parfois la puissance des graviers et des sables augmente dans la partie Sud Sud-Est vers le Nord Nord-ouest (Figure n°31).

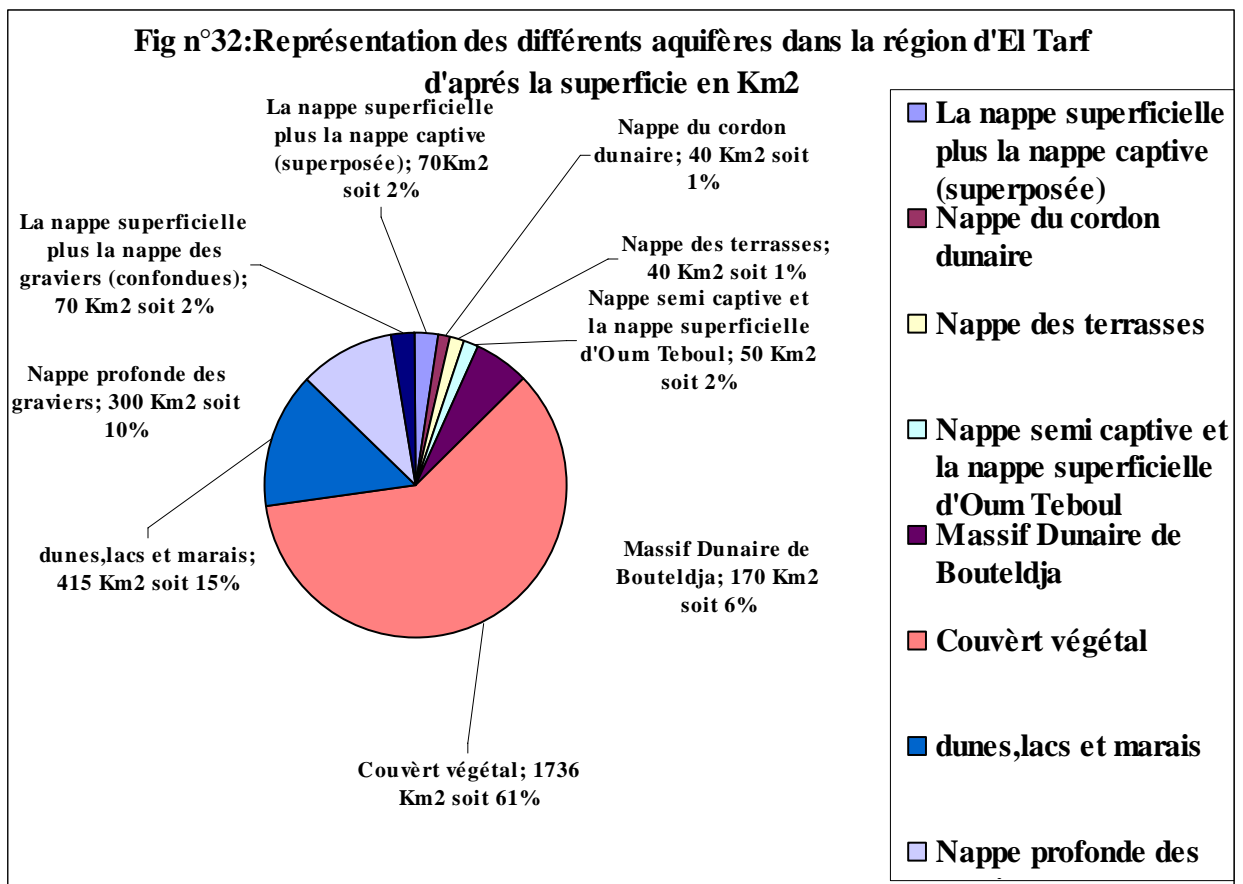
Fig n° 30 : Coupes Hydrogéologiques dans la Plaine d'Oum TeBoul



V-5- CONCLUSION :

L'aperçu hydrogéologique de la zone d'étude a montré que les systèmes aquifères sont :

- ✓ La nappe superficielle plus la nappe des graviers (confondues) qui présente un fond parfaitement plat, il correspond à une plaine alluviale, la plaine se compose de deux nappes, une semi captive et l'autre superficielle.
- ✓ La nappe du massif dunaire qui prend une orientation Nord Ouest – Sud Est.
- ✓ La nappe superficielle plus la nappe captive (superposée) renferme deux nappes l'une profonde, qui s'étend de l'Est vers l'Ouest et l'autre superficielle, qui couvre la totalité de la plaine.
- ✓ La plaine d'Oum Teboul se compose de deux nappes ; l'une profonde constituée de graviers et de sables, l'autre superficielle constituée de sables argileux, d'argiles sableuses ou marneuses.
- ✓ La nappe du cordon dunaire, la nappe des terrasses, ainsi que la nappe des graviers, et la représentation graphique ci-dessous montre le pourcentage des différents aquifères existants dans la région d'El Tarf (Figure n°32).



СНАРПТРЕ V

HYDROCHIME

VI-1- INTRODUCTION:

La notion de pollution a émergé par suite des rejets directs le plus souvent non traités lesquels ont entraînés des désordres de l'écosystème.

Parmi ces désordres celui qui a été considéré comme majeur est la dégradation de la qualité des eaux due aux rejets des matières polluantes provenant des activités domestiques, urbaines et industrielles.

L'objectif principal de ce travail entre dans le but d'une détermination de l'impact de ces rejets sur les eaux de surfaces en priorité et à un degré moindre sur les eaux souterraines.

VI-2- DIFFERENTS REJETS D'EAU USEES :

Les différents rejets retenus pour étude ont été choisis en raison de leurs implantations, accessibles pour des prélèvements, traversées de certaines agglomérations à forte densité (population) ainsi que des cours d'eau longeant certaines terres agricoles.

Comme la montre la Figure n°33, on a essayé d'étudier quelques principaux rejets dans la région d'étude avec leurs différents débits d'eaux usées (Tableau n°25)



**Tab n°25 : Les différents débits d'eaux usées rejetés
(Source différentes APC de la wilaya d'El Tarf 2005)**

Numéro Du rejet	Localisation du rejet	Débit d'eau usée
R 01	Guergour (El tarf+Guergour+Matroha+Ain Khiar +Sidi Belgacem)	52,14+ 14,53+ 25,34+ 21,02+ 14,68 = 127,71 l/s
R 02	Ain Assel (Rokaba +Ain Assel + Boutela AbdAllah)	5,98+ 44,13+ 18,36 = 68,47 l/s
R 03	Lac Des Oiseaux	30,56 l/s
R 04	Bouteldja Est	79,10 – 9,31 = 69,79 l/s
R 05	Bouteldja Ouest	9,31 l/s
R 06	Oued Zitoun	8,40 l/s
R 07	Beni Saleh	10,15 l/s
R 08	Beni Saleh	10,15 l/s
R 09	Bouhadjar	77,98 l/s
R 10	Ain Karma	22,85 l/s
R 11	Daghousa + Denden	76,17 + 18,52 = 94,69 l/s
R 12	Usine de conserverie de tomate Denden	83,33 l/s
R 13	Zerizer + Asfour + Sidi Abed + Meradi Mohammed	44,04 + 67,62 + 10,36 + 10,68 = 132,7 l/s
R 14	Asfour	67,62 l/s
R 15	Ben M'Hidi	93,92 l/s
R 16	Sidi Kassi	40,39 l/s
R 17	El Chatt Est + Sidi M'barek + Bou hallalah	86,77 l/s
R 18	Ben Amar	25,65 l/s
R 19	Berrihane	20,45 l/s
R 20	Sebaa	9,88 l/s
R 21	Chebaita Mokhtar	92,43 l/s
R 22	Fedaoui Salah	39,49 l/s
R 23	Djenan Zitoun	12,72 l/s
R 24	Boufara	78,05 l/s
R 25	Ramel El Souk	14,01 l/s
R 26	Oued El Hout	8,85 l/s
R 27	El Kala (Garoutière)	1,14 l/s
R 28	Fernana+ Crêtes	11,86 l/s
R 29	Gillas Nord	16,18 l/s
R 30	Gillas Sud	7,87 l/s
R 31	Usine des tubes galvanisés El Chatt	111,11 l/s
R 32	Usine de conserverie de tomate Bouteldja	22,22 l/s
R 33	Laiterie El Besbes	0,05 l/s

VI-2-1- Rejets d'Eaux Usées Urbaines:

Ils sont liés aux rejets des agglomérations par les réseaux d'assainissements.

Ces apports sont caractérisés par de fortes teneurs en DBO₅ et en nitrites ainsi que des faibles valeurs en oxygène dissous, des analyses chimiques ont été réalisées sur les rejets qui se déversent directement dans les cours d'eaux.

Les résultats obtenus montrent des eaux riches en paramètres organiques tel que NO₂⁻, DBO₅, PO₄⁻...etc. du à l'utilisation des produits détergents, aux déchets humains (urines), les conséquences de ces rejets sur la qualité des eaux de surface donnent un caractère réduit à l'eau favorisant l'apparition des éléments polluants.

VI-2-2- Rejets d'Eaux Usées Industriels:

Ils sont représentés par les rejets des différentes usines, caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, où l'on observe de nombreux polluants chimique avec des concentrations différentes d'un rejet à un autre ; ceci est du à l'activité de chaque industrie.

L'usine du concentré de tomate implantée à Denden se caractérise par un rejet dont la valeur du fer est égale à 3,47 mg/l en saison sèche avec de forte valeur en DBO₅, nitrites, phosphates...etc.

Dans la commune d'El Chatte existe l'usine des tubes galvanisés qui rejette 4,14 mg/l de zinc.

La laiterie de Besbess rejette une valeur de 1,78 mg/l de fer et 1,99 mg/l de zinc.

L'unité du concentré de tomate de Bouteldja rejette une valeur de fer de 2,01 mg/l.

Tous ces rejets (urbaines et industriels) présentent un danger pour la qualité des eaux.

Les différents polluants et les débits élevés des rejets nécessitent une étude de ses différents points dans les cours d'eaux.

VI-3- METHODES D'ECHANTILLONNAGE:

L'interprétation des analyses à pour but de déterminer le faciès chimique, d'effectuer des comparaisons spatio-temporelles et de mettre en évidence les différents éléments pouvant jouer un rôle primordial dans leur répartition et par conséquent d'établir la genèse et l'origine des éléments majeurs et les éléments en traces.

Les cations : Ca, Mg.

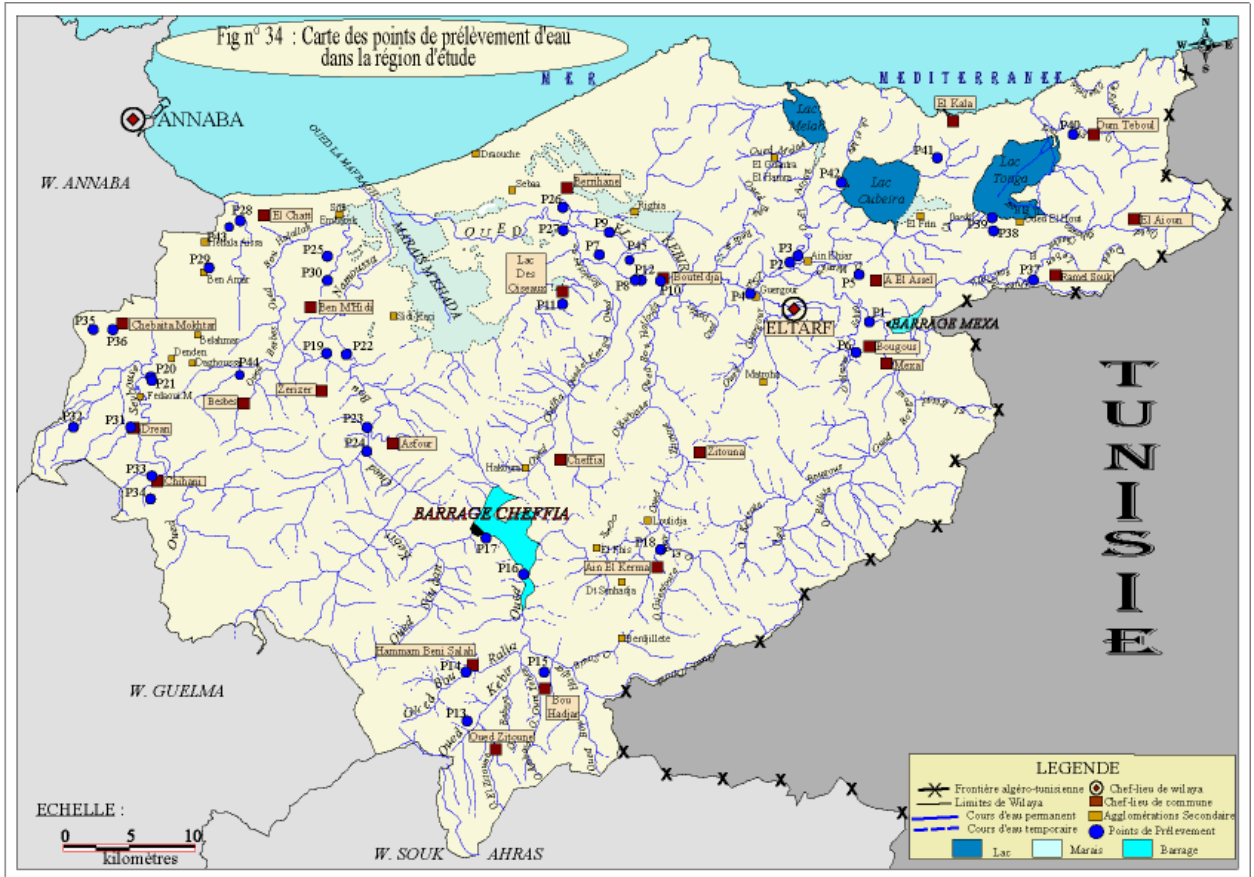
Les anions: HCO₃, SO₄, Cl, NO₂.

Les métaux traces : Zn, Fe, Cu.

Paramètres de potabilité ou de pollution organique : l'oxygène dissous O₂ et la demande biochimique en oxygène DBO₅, la turbidité, l'oxydabilité et les phosphates PO₄.

VI-3-1-Points de Prélèvements et Echantillonnage :

Quarante cinq (45) points de prélèvement ont été échantillonnés dans la région se répartissant comme l'indique la Figure n°34.



Les Tableaux n°26,27 montrent la localisation des échantillons prélevés.

Tab n°26: localisation des échantillons d'eaux souterraines

Numéro d'échantillonnage	Localisation
1-P 02 Forage	Ain Khiair
2-P 03 Puit AEP	Ain Khiair
3-P 09 Forage	Righia
4-P 12 Puit d'irrigation	Bouteldja
5-P 22 Forage	Zerizer
6-P 24 Forage	El Asfour
7-P 26 Puit AEP	Berrihene
8-P 41 Source	El Kala

Tab n°27 : localisation des échantillons d'eaux de surfaces

Numéro d'échantillonnage	Localisation	Le débit des eaux usées reçu en l/s
1-P 01 Oued	El Kebir	0,05
2-P 04 Oued	El Kebir	127,71
3-P 05 Oued	Ben Arouss	68,47
4-P 06 Retenue Collinaire	Ben Sebti	06,91
5-P 07 Oued	El Kebir	89,36
6-P 08 Khelige	vers oued El Kebir	09,31
7-P 10 Khelige	vers oued El Kebir	69,79
8-P 11 Lac	des Oiseaux	30,56
9-P 13 Oued	oued Zitoun	08,40
10-P 14 Oued	Beni Saleh	10,15
11-P 15 Chaaba	vers Oued Bouhadjar	77,98
12-P 16 Oued	Bouhadjar	96,53
13-P 17 Barrage	Cheffia	96,53
14-P 18 Chabaa	vers oued Zitoun	22,85
15-P 19 Oued	Bounamoussa	132,70
16-P 20 Oued	Seybouse	94,69
17-P 21 Chaaba	vers oued Seybouse	83,33
18-P 23 Oued	Bounamoussa	67,62
19-P 25 Khelige	vers Bounamoussa	86,77
20-P 27 Oued	Kebir	20,45
21-P 28 Khelige	vers oued Boukmira	44,63
22-P 29 Oued	Boukmira	25,65
23-P 30 Khelige	vers oued Bounamoussa	93,92
24-P 31 Chaaba	vers oued Seybouse	118,27
25-P 32 Chaaba	vers Lala Mora	78,05
26-P 33 Oued	Seybouse	44,56
27-P 34 Chaaba	vers oued Seybouse	12,72
28-P 35 Canal	Boukriss	92,43
29-P 36 Chaaba	vers la Seybouse	39,49
30-P 37 Oued	El Ben	14,01
31-P 38 Chaaba	vers lac Tonga	08,85
32-P 39 Lac	Tonga	08,85
33-P 40 Oued	El Eurg	35,89
34-P 42 Lac	Oubaira	33,70
35-P 43 Chaaba	vers oued Boukmira	111,11
36-P 44 Chaaba	vers oued Besbes	0,05
37-P 45 Chaaba	vers oued El Kebir	22,22

VI-3-1-2- Période des Hautes Eaux (du 21/11/2004 au 01/01/2005) :

Durant la période des hautes eaux (hivernal) 34 échantillons ont été prélevés au niveau des eaux de surface : oueds; barrages ; retenus et lacs ainsi que 08 échantillons pour les eaux souterraines

VI-3-1-3-Période des Basses Eaux (du 01/08/2005 au 22/08/2005) :

Durant la période des basses eaux 34 échantillons ont été prélevés au niveau des eaux de surface : oueds; barrages ; retenus et lacs ainsi que 08 échantillons pour les eaux souterraines et d'autres échantillons ont été effectués au niveau des unités industrielles en plus.

VI-4-Les Eaux Souterraines:

L'eau souterraine est le véhicule de transport des substances minérales, organiques et des bactéries pathogènes par son mouvement; au niveau du sol et sous-sol.

L'eau provoque la propagation des polluants.

C'est dans ce contexte que des prélèvements de certains points d'eaux souterraines ont été effectués afin de déterminer la présence ou non d'une pollution.

VI-4-1-Paramètres Physiques:**VI-4-1-1-Potentiel d'Hydrogène (PH):**

Ce paramètre détermine l'acidité, ou l'alcalinité d'une eau, ainsi que l'état d'équilibre des éléments chimiques, les valeurs du pH ont été mesurées sur terrain, les points d'eaux de la région d'étude pendant les deux saisons se trouvent dans l'intervalle de la norme de potabilité (6,5-9,5) mais avec des valeurs variables sauf le p₄₁ ces valeurs du pH sont inférieures à la norme.

PH légèrement neutre à peu acide est due à l'existence d'une couverture sableuse qui isole la nappe de l'air pour le p₂₆ puit Berrihen, pour le p₂ forage Ain Khair et p₃ puit Ain Khair l'acidité provient des eaux de pluie, les charges latérales avec les sables et au faciès lithologique (présence d'une couverture argileuse).

Pour le p₉ forage Righia on remarque que les eaux sont acides à cause du contact qui se trouve entre la nappe du massif dunaire et la nappe des graviers, ce qui explique le contact entre les sables dunaire et les graviers par passage latéral de faciès, pour le p₁₂ puit d'irrigation Bouteldja le pH est légèrement neutre ceci est dû à l'alimentation de la nappe à partir des eaux de l'oued Kebir qui présente une formation alluvionnaire, pour p₂₂ forage Zerizer et p₂₄ forage El Asfour l'origine de l'acidité est la lithologie du terrain, enfin pour p₄₁ source El Kala son eau présente plus au moins une forte acidité due à la lithologie du terrain (existence d'une couverture sableuse).

VI-4-1-2-Potentiel d'Oxydo-Réducteur (Eh):

Le potentiel d'oxydo-réducteur (Eh) est une mesure de la concentration des électrons en solution en (mV).

Quand le potentiel (Eh) est supérieur à zéro il indique un milieu oxydant en contact avec l'air (milieu aérien, aquatique superficiel ou agité).

Quand le potentiel (Eh) est inférieur à zéro le milieu est réducteur.

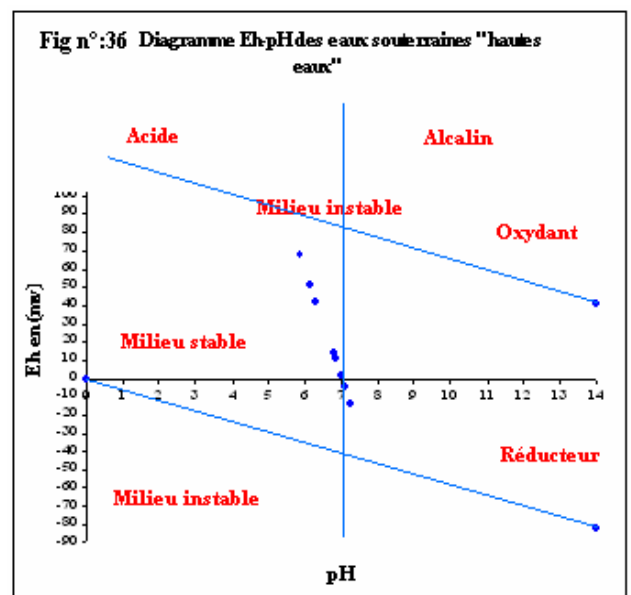
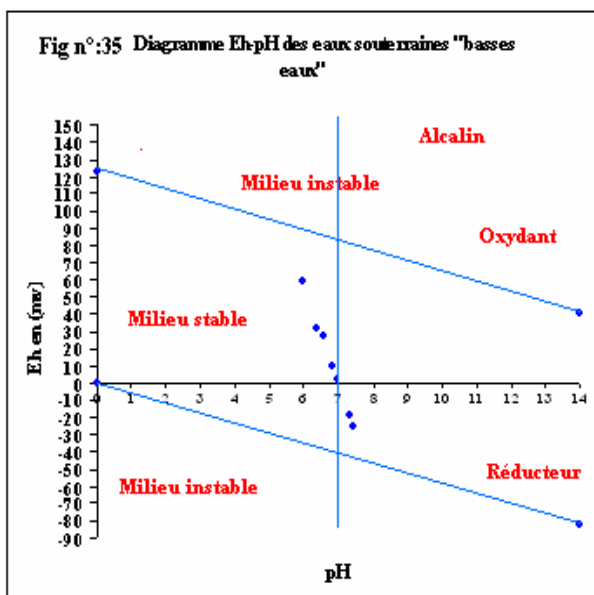
Les valeurs du potentiel oxydo-réducteur (Eh) des eaux de la zone étudiée ont été mesurées sur terrain, et sont exprimées en (mV), ou on note pendant les deux saisons les résultats suivants:

Les eaux de la nappe superficielle ont des valeurs de Eh plus faibles p₁₂ puit d'irrigation Bouteldja -26mv et -5 mv surtout dans les zones où il y a une couverture argileuse qui empêche l'oxygénation de la nappe, par contre les zones de formation sableuse les valeurs sont plus élevés p₃ puit AEP Ain Khlar ; p₂₆ puit AEP Berrihen avec respectivement -19mv et 14mv; 32mv et 51mv.

Les eaux de la nappe des graviers sont marquées par des valeurs plus au moins importantes à celles de la nappe superficielle à cause de l'existence d'une couche argileuse qui sépare cette nappe de la nappe superficielle citons en exemple le p₂₂ forage Zerizer et p₂₄ forage El Asfour avec respectivement des valeurs de Eh 2mv et 1mv ; 10mv et -14mv.

VI-4-1-3-Relation entre pH et Eh:

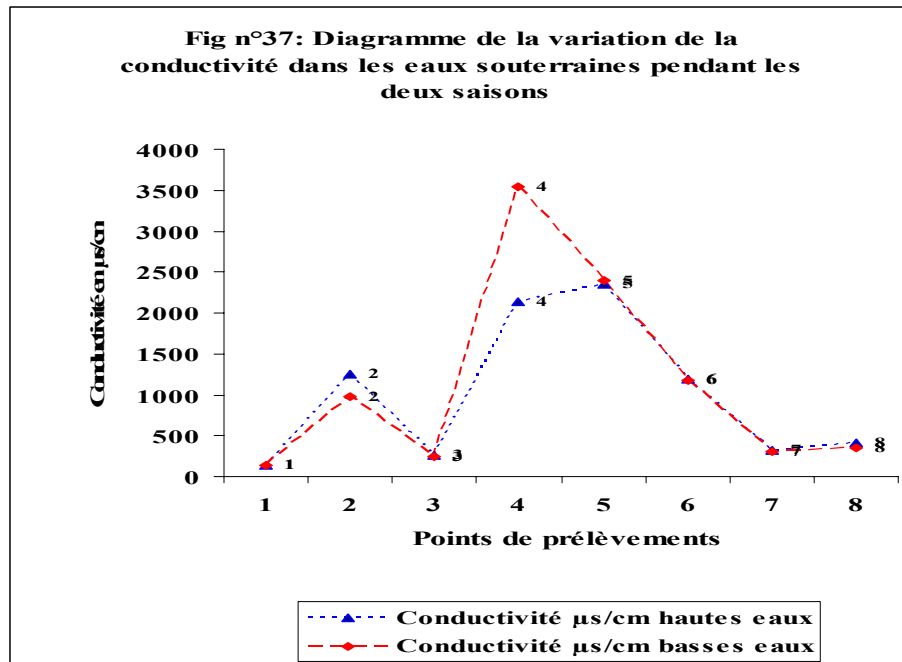
La variation du potentiel d'oxydoréduction est très liée à l'effet des pluies, les valeurs sont élevés pendant la période des hautes eaux et basses pendant l'autre période, la comparaison entre les données montre qu'au niveau de la nappe superficielle (milieu oxydant) les valeurs sont plus élevées que celles de la nappe profonde (milieu réduit) (Figures n° 35,36).



VI-4-1-4-Conductivité Electrique (CE):

C'est une mesure simple, qui se pratique avec une électrode et fournit une indication sur la concentration totale en sels dissous.

Les valeurs de la conductivité des eaux de la région d'étude (Figure n°37) ont été mesurées sur terrain, et sont exprimées en ($\mu\text{s}/\text{cm}$).



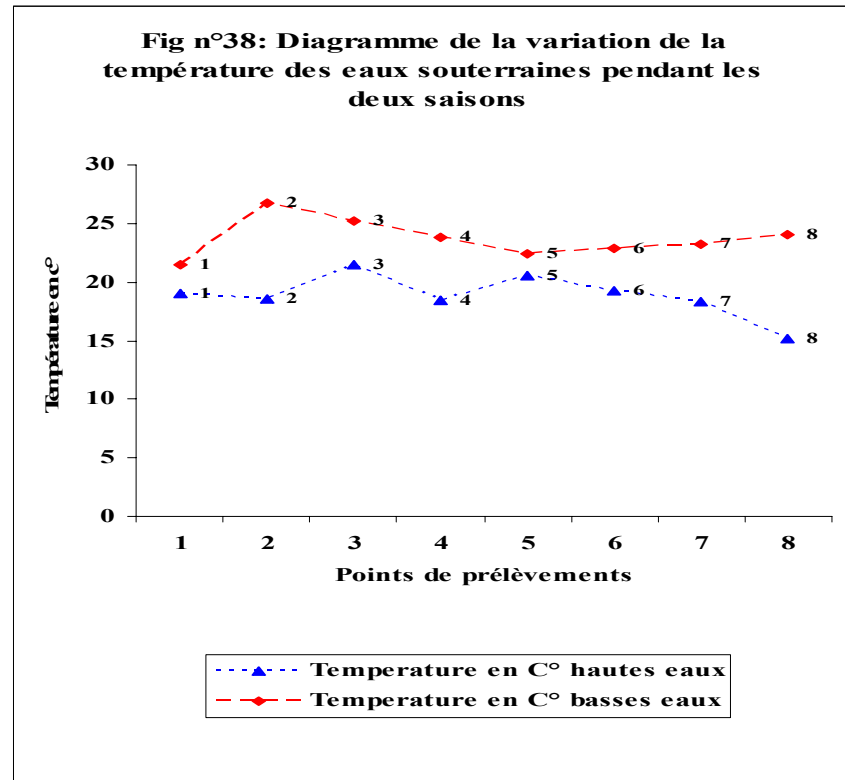
Les eaux souterraines prélevées dans la région d'étude présentent de part et d'autre des valeurs en conductivité supérieure et inférieure à $1000\mu\text{s}/\text{cm}$, parmi qui sont inférieure à $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ le p₂ forage Ain Khiair ,p₉ forage Righia, p₂₆ puit AEP Berrihene, p₄₁ source El Kala .

Le p₃ puit Ain Khiair, p₁₂ puit d'irrigation Bouteldja, p₂₂ forage Zerizer, p₂₄ forage El Asfour présentent des valeurs supérieures à $1000\mu\text{s}/\text{cm}$, pour l'eau de la nappe superficielle elle est due à la dissolution qui constitue l'aquifère; la valeur maximale est de $2350\mu\text{s}/\text{cm}$ à $2400\mu\text{s}/\text{cm}$ (haute et basse eaux), pour le puit AEP Berrihene elle est due aux lentilles gypseuses qui existent au niveau de la nappe (Kherici 1993) , par contre au niveau de la nappe des graviers elle est de l'ordre de $1194\mu\text{s}/\text{cm}$ à $1180\mu\text{s}/\text{cm}$ (haute et basse eaux).

Le forage d'El Asfour sa conductivité est due à l'infiltration des eaux de la nappe superficielle dans la partie Sud et la salinité marine dans la partie Nord (Naafa 1985).

VI-4-1-5-La Température:

Les valeurs de la température ont été mesurées sur terrain, et sont exprimées en (C°) ou on note (Figure n°38):



Les valeurs de la température varient selon les saisons, en hiver la température est inférieure à 20C° par contre en été elle est supérieure à 20C° ceci est due au changement climatique.

VI-4-1-6-Le Titre Hydrométrique (TH):

La qualité d'une eau est caractérisée par sa dureté rapportée à la teneur en carbonate de calcium.

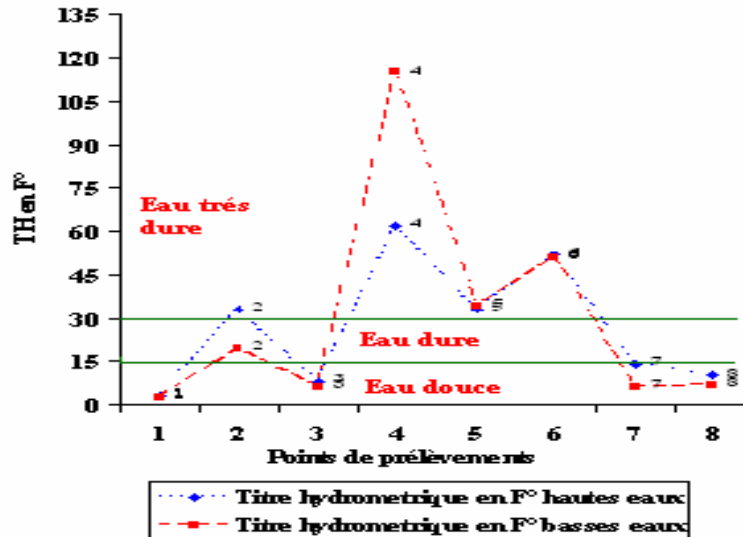
Les valeurs de la dureté des eaux de la zone étudiée ont été calculées et sont exprimées en F°.

D'après la Figure n°39 la qualité des points d'eaux prélevés dans la région d'étude passe d'une eau douce à une eau dure à très dure.

Pour le p₂ forage Ain Khiair , p₉ forage Righia, p₇ puit AEP Berrihene ,p₄₁ source El Kala ces eaux sont douces, cette douceur est due à la localisation de ces eaux dans un milieu sableux; par contre le p₃ puit AEP Ain Khiair, p₁₂ puit d'irrigation Bouteldja , p₂₄ forage El Asfour ,p₂₂ forage Zerizer ces eaux sont très dure cela provient de la formation de l'aquifère ainsi du cheminement

des eaux qui traversent successivement la nappe superficielle et ensuite la nappe profonde; ce qui donne une concentration supplémentaire à cette dernière.

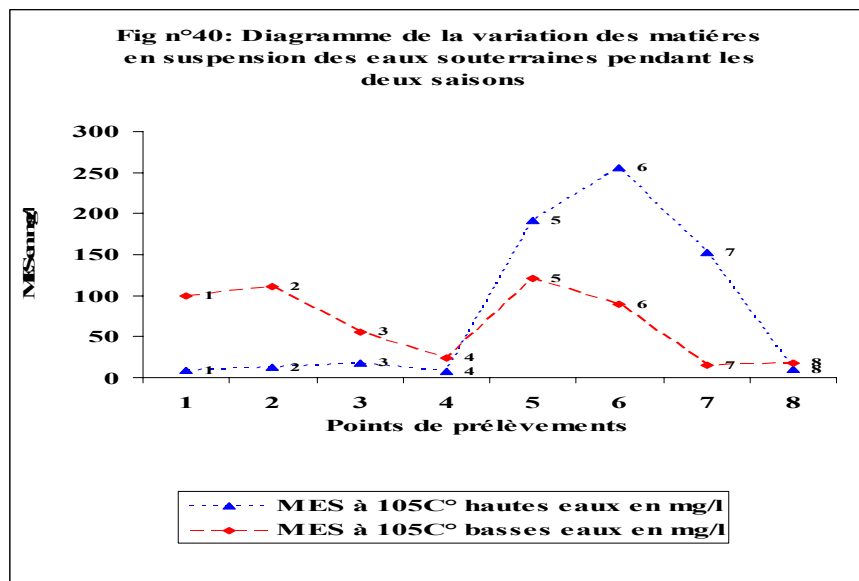
Fig n°39: Diagramme de la variation du titre hydrométrique des eaux souterraines pendant les deux saisons



VI-4-1-7-Les Matières En Suspensions (MES):

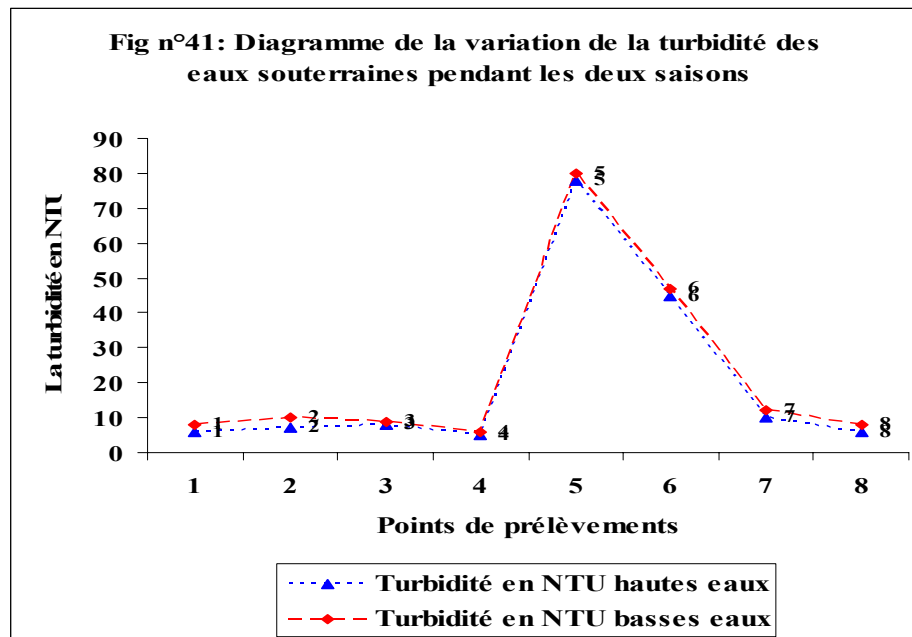
Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenus par un filtre.

Les MES qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution, on remarque pour le p₂₂ forage Zerizer, p₂₄ forage El Asfour , p₂₆ puit AEP Berrihene et pendant la saison humide présentent des valeurs en MES supérieures à 100 mg/l, ceci est due à l'existence des terrains agricoles dans cet endroit d'où l'infiltration des produits fécaux sanitaires et pendant l'été ces valeurs diminuent à cause de l'absence de l'implantation des différentes cultures (Figure n°40).



VI-4-1-8-La Turbidité:

C'est un facteur qui est en relation directe avec les MES, on remarque que dans les points où la valeur des MES est importante la turbidité aussi est importante (Figure n°41).

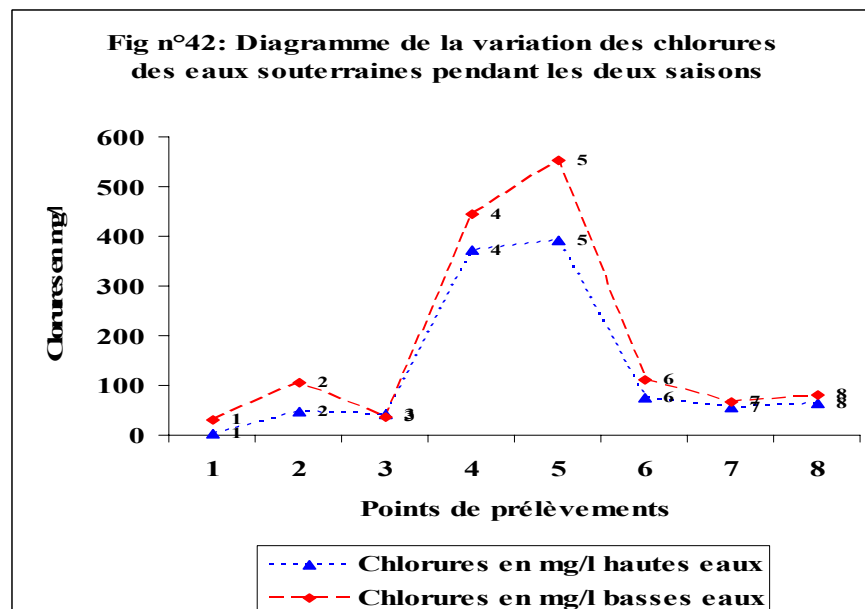


VI-4-2-Paramètres Chimiques:

VI-4-2-1-Les Chlorures (CF):

L'origine des chlorures est liée principalement à la dissolution des formations salifères et à l'effet de la salinité marine.

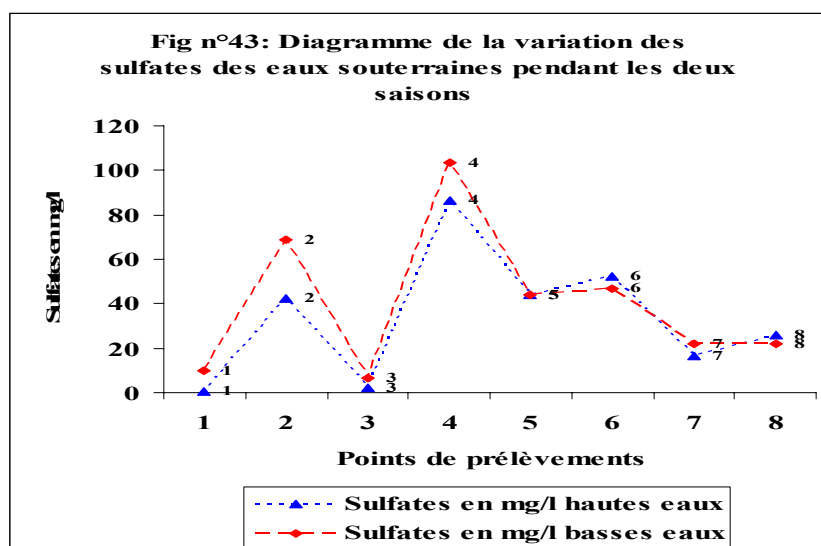
Sur la Figure n°42 on remarque que les points d'eaux prélevés présentent des valeurs en chlorures inférieurs à la norme de potabilité sauf le p₂₂ forage Zerizer et le p₂₄ forage El Asfour présentent des valeurs supérieures à la norme de potabilité qui est de 200mg/l, ceci est due aux caractéristiques spéciales de cet élément qui ne rentre pas dans les phénomènes de précipitation chimique, ne s'adsorbe pas par les formations géologiques et qui est très mobile.



VI-4-2-2-Les Sulfates (SO_4^-):

La présence des ions de sulfate dans l'eau est liée à la dissolution des formations gypseuses.

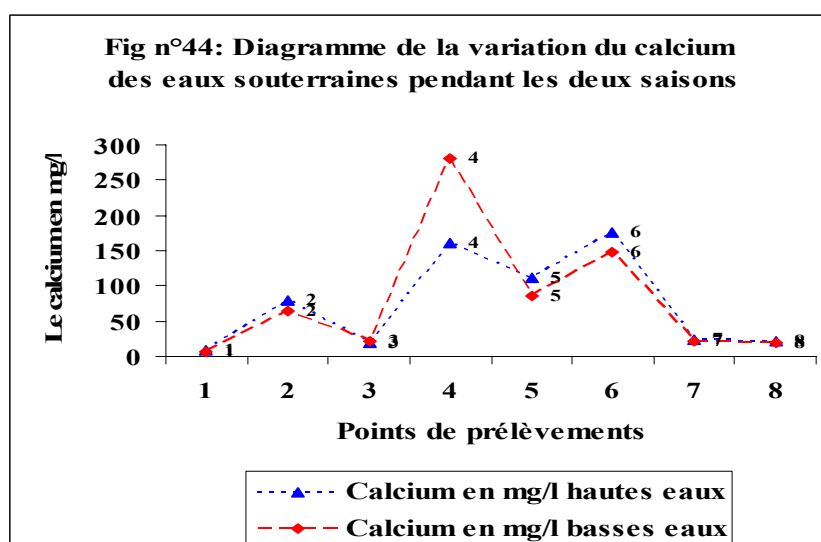
La Figure n°43 montre que la totalité des points d'eau prélevés présentent des teneurs inférieures à la norme de potabilité 250 mg/l mais on remarque que les valeurs des sulfates dans les points p₃ puit AEP Ain Khair, p₁₂ puit d'irrigation Bouteldja sont plus élevées que celles des autres points cela est due à l'existence des formations gypseuses.



VI-4-2-3-Le Calcium (Ca^{++}):

La présence des ions Ca^{++} dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles, soit la dissolution des formations gypseuses CaSO_4 et la dissolution des formations carbonatées CaCO_3 .

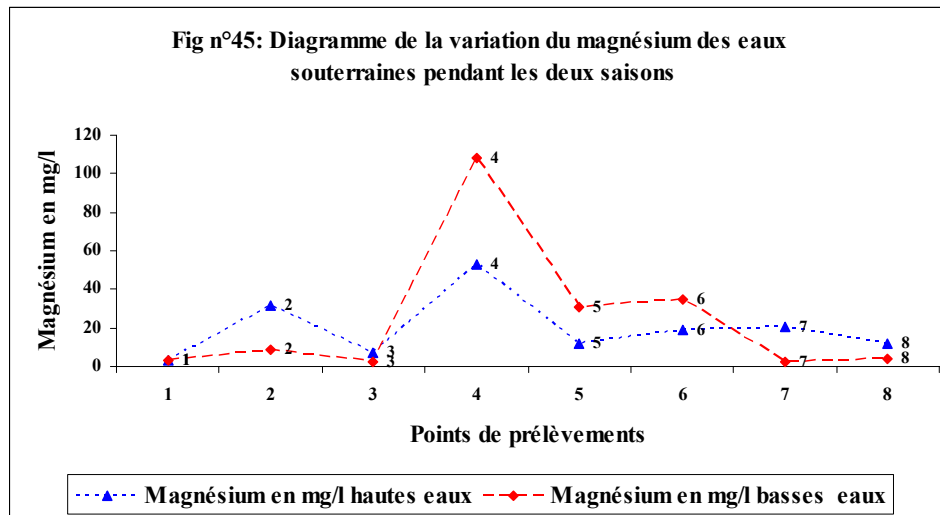
Dans la Figure n°44 on remarque que la majorité des points d'eaux souterraines et pendant les deux périodes présentent des valeurs inférieures à la norme qui est fixée à 100 mg/l par contre le p₁₂ puit d'irrigation Bouteldja et p₂₂ forage Zerizer et p₂₄ forage El Asfour présentent des valeurs supérieures à la norme ceci est due à la formation de l'aquifère ainsi qu'au cheminement des eaux qui traversent successivement la nappe superficielle et ensuite la nappe profonde.



VI-4-2-4-Le Magnésium (Mg^{++}):

Ses origines sont comparables à celle du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite).

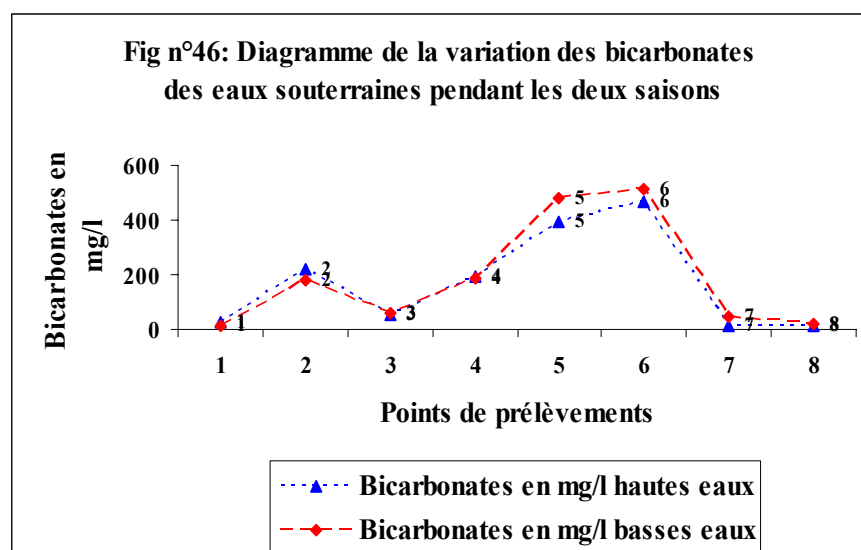
Les teneurs en magnésium sont acceptable pour la majorité des eaux souterraines prélevées (Figure n°45) sauf le p₁₂ puit d'irrigation Bouteldja présente des valeurs supérieures à la norme qui est de 50 mg/l pendant les deux saisons ceci est due à la lithologie du terrain (dissolution des formations carbonatées à forte teneurs en magnésium).



VI-4-2-5-Les Bicarbonates (Hco_3^-):

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire) par les eaux chargées en gaz carbonique (Figure n°46).

La forte présence des bicarbonates est due principalement aux apports souterrains sortant du socle métamorphique (grés numidiens).



VI-4-3-Paramètres Biologiques:

La connaissance des paramètres biologiques est très importante pour connaître la capacité des eaux naturelles d'oxyder des quantités assez importantes de matières organiques polluantes rejetées par les activités humaine.

VI-4-3-1-La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅):

La consommation biologique d'oxygène d'une eau indique la teneur en matières organique, elle est obtenue par une différence entre le taux d'oxygène de l'eau mesuré immédiatement et celui mesuré après un temps d'incubation à une température de 20 C°.

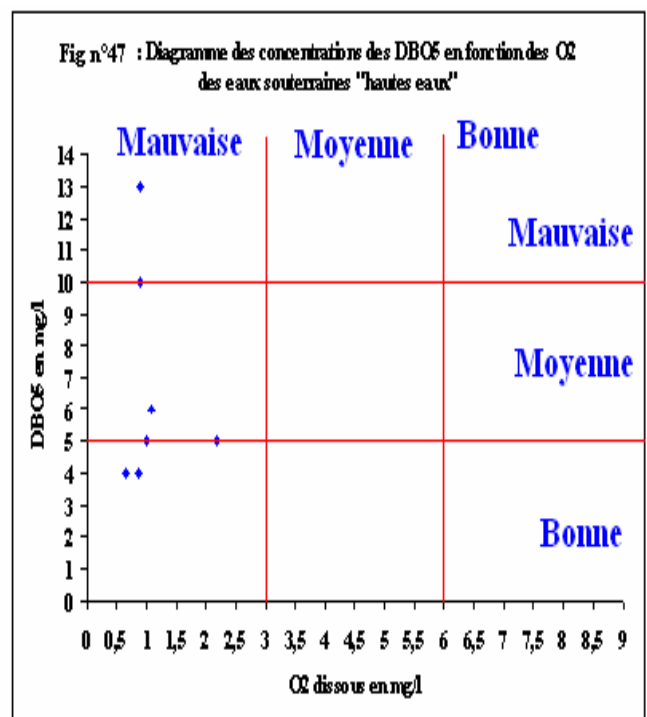
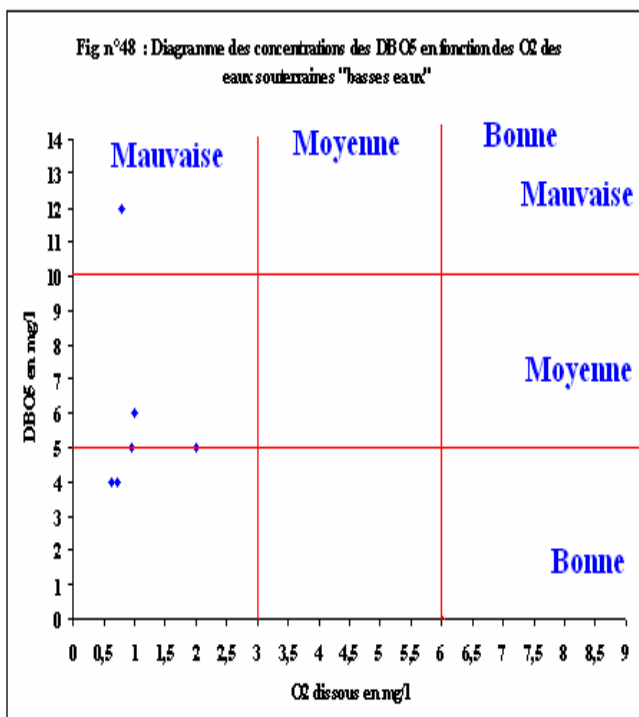
On remarque pendant les deux périodes (hautes et basses eaux) que les points d'eaux souterraines prélevés dans la région présentent des faibles valeurs en DBO₅ se qui correspond a l'existence d'une pollution faible modérée.

VI-4-3-2-L'Oxygène Dissous (O₂):

La vie aquatique dépend en premier lieu de la teneur en oxygène dissous de l'eau, ce facteur étant en particulier lié à la vitesse (turbulence, donc réoxy-généation) et à la température de l'eau, pendant les deux périodes les valeurs d'oxygène sont faibles dans les points d'eaux prélevés se qui explique l'existence d'une couverture argileuse où on observe une diminution dans les points de mesure situés dans cet endroit.

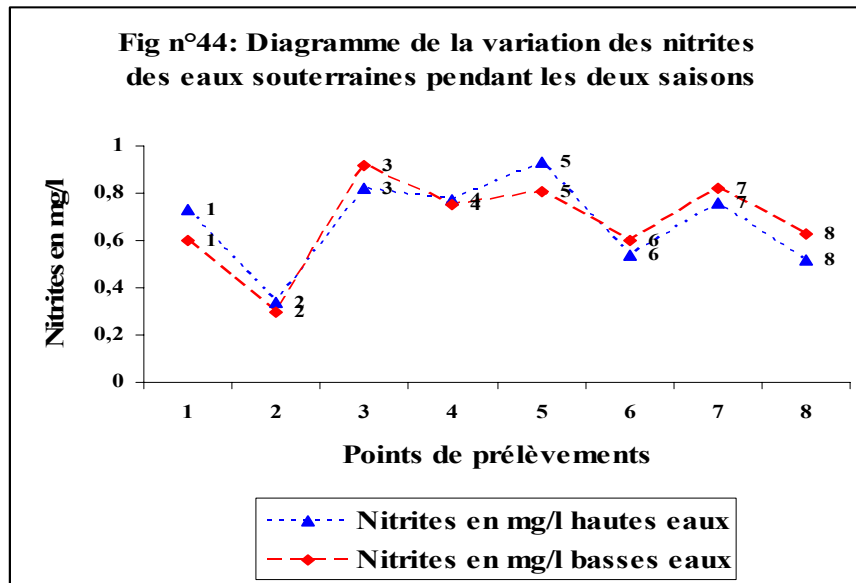
VI-4-3-3-Relation entre la DBO₅ et O₂:

Les Figures n°47,48 montrent la relation qui se trouve entre la DBO₅ et O₂ donc la représentation graphique montre que pendant les basses et les hautes eaux les points d'eaux souterraines prélevés dans la région d'étude sont représenté par des teneurs très faibles en O₂ dissous par contre la DBO₅ est faible, ce qui signifie une consommation d'O₂ par le phénomène chimique.



VI-4-3-4-Les Nitrites (No₂):

Les nitrites proviennent en générale de l'utilisation des engrais agricoles sur la Figure n°49 on remarque que les valeurs des nitrites pendant les deux saisons sont supérieurs à la norme de potabilité qui est fixée à 0,15 mg/l ceci est due à l'existence des terrains agricoles d'où l'infiltration des différents engrais dans la nappe superficielle et dans les nappes profondes où il existe une couverture argileuse.

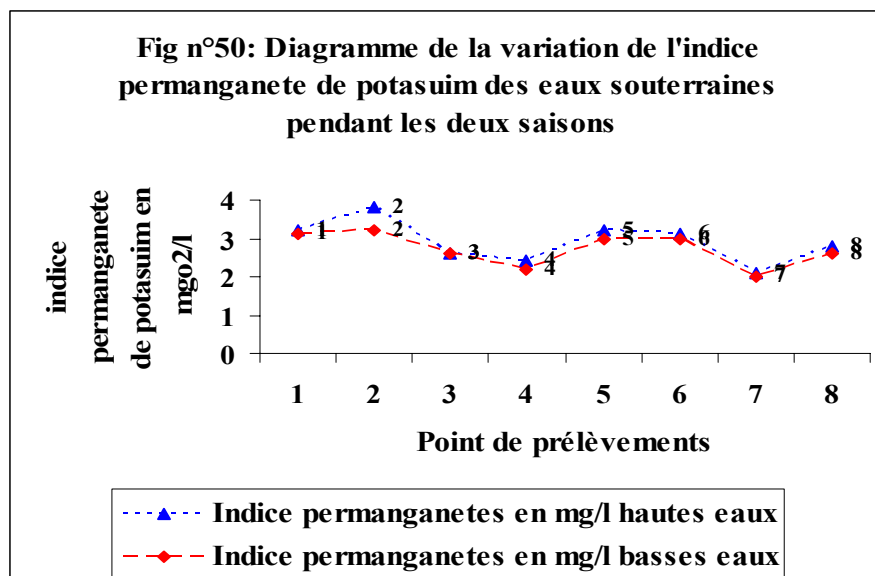


VI-4-3-5-L'Oxydabilité:

Ce test permet d'évaluer la quantité des matières organiques oxydables existantes dans l'eau.

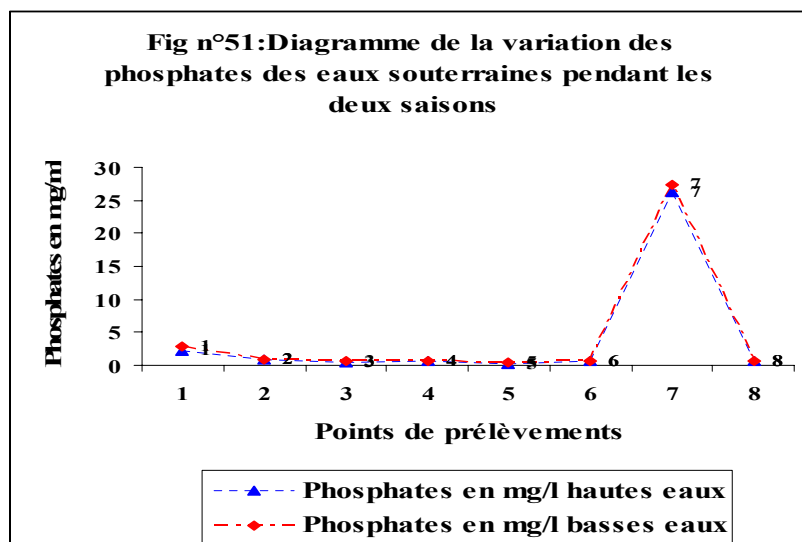
Il a été estimé que les matières organiques d'origine animale s'oxydent plus facilement au milieu alcalin tandis que celles d'origine végétale sont plutôt en milieu acide.

Donc sur la Figure n°50 on remarque pendant les hautes et les basses eaux que l'oxydabilité est un peut forte ceci est due à l'oxydation des différentes matières organiques existantes dans l'eau.



VI-4-3-6-Les Phosphates (PO_4^{--}):

Le phosphate peut se trouver sous différentes formes oxydées, méta HPO_3 , pyro $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ et ortho H_3PO_4 , en milieu aqueux les formes méta et pyro tendant vers la forme ortho pour des pH de 5 à 8 ; dans les eaux souterraines les concentrations sont inférieure à la norme Figure n°51 sauf pour le p₂₆ puit AEP Berrihene qui est un puit qui se localise dans le massif dunair de Bouteldja car son alimentation se fait à partir de l'infiltration des eaux de pluies provoquant une forte valeur des Po_4^{--} .



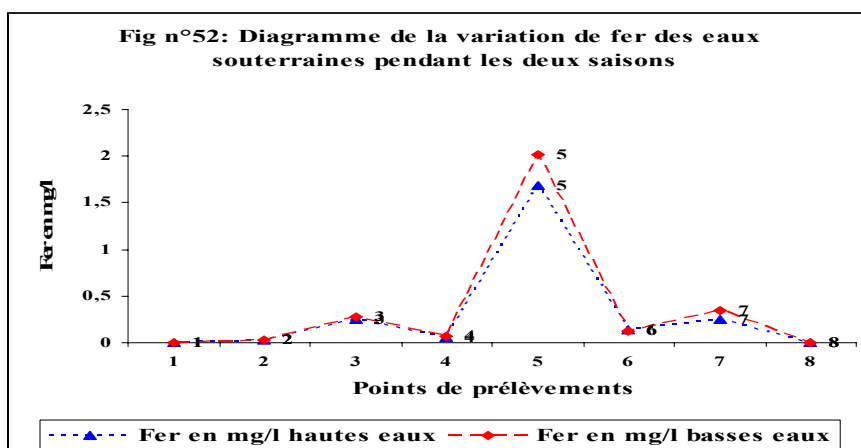
VI-4-4-Les Paramètres Toxiques:

Se sont des micros polluants dont le numéro atomique est élevé, parmi ceux qui sont rencontrés et qui sont souvent dangereux:

Le fer, le zinc et le cuivre ces paramètres ont été mesurés par absorption atomiques.

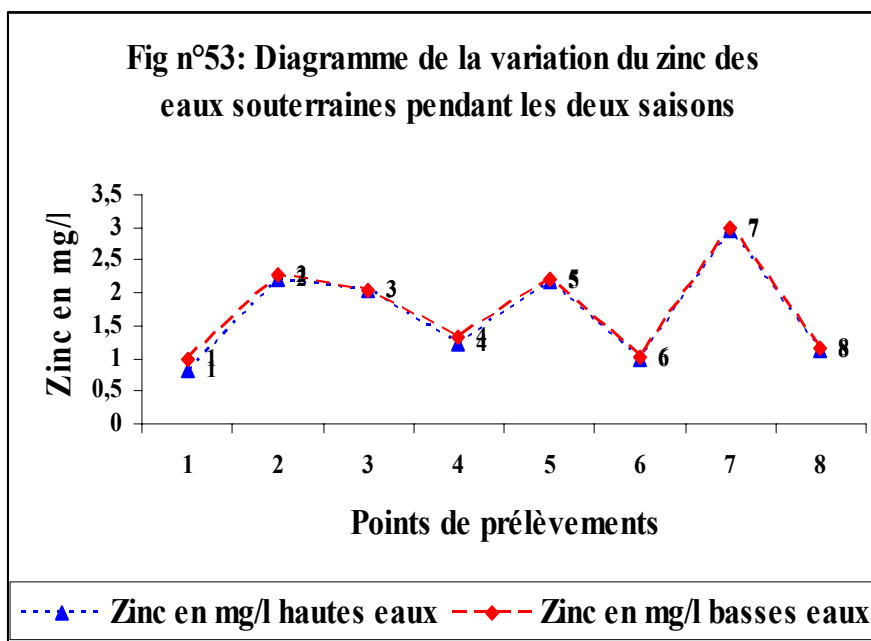
VI-4-4-1-Le Fer (Fe^{++}):

La présence du fer dans l'eau peut avoir divers origines naturelles par le lessivage des terrains argileux, ou industrielles (métallurgique, sudérurgiques), sur la Figure n°52 on remarque que les valeurs du fer sont inférieure à la norme par rapport à celles du point p₂₂ forage Zerizer qui se localise dans la nappe des graviers qui son toit est formé de sable argileux ou d'argiles donc il ya lessivage du terrain argileux d'où l'augmentation du fer.

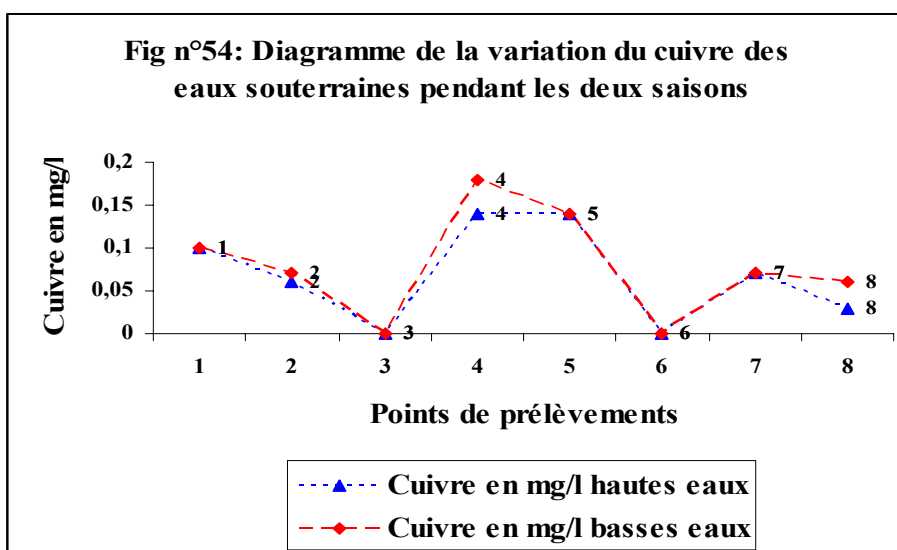


VI-4-4-2-Le Zinc (Zn^{++}):

Le zinc est un métal très répandu sur le globe, il entre dans les alliages, la galvanisation des pièces métalliques et dans la fabrication des pigments pour la teinture, sur la Figure n°53 on remarque que la valeur du zinc pour le p₂₆ puit AEP Berrihen dépasse la norme de potabilité qui est fixé à 3mg/l ceci est due à la dissolution des matériaux qui constituent l'équipement du puits.

**VI-4-4-3-Le Cuivre (Cu^{++}):**

Il est très employé dans les alliages (laiton, bronze....) l'industrie électrique, le traitement de surface, la galvanoplastie ainsi que dans les traitements agricoles; on voit sur la Figure n°54 que les teneurs ne dépassent pas la norme qui est fixé à 2mg/l.



VI-5-Les Eaux de Surfaces:

La qualité des eaux de surface a connue ces dernières années dans le monde une grande détérioration en raison du développement urbain et industriels, les rejets des agglomérations ainsi que celles des usines sont souvent rejetés directement au niveau des cours d'eaux; c'est le cas de l'oued El Kebir, Bounamoussa et la Seybouse ; c'est pour cette raison quand a essayé de faire une relation entre les débits rejetés et les différents paramètres analysés.

VI-5-1-Paramètres Physiques:

VI-5-1-1-Potentiel d'Hydrogène (pH):

La plupart ou presque la totalité des points d'eaux de surface et pendant les deux périodes ont des pH basiques a neutres sauf deux ou trois points qui ont des pH acides tel que p₄₀ oued El Eurg, p₄₄ canal vers la Seybouse et p₄₅ chaaba vers oued Kebir , donc pour le p₄₀ qui se localise dans l'oued El Eurg ce dernier ces bornes se constitue de sable d'où l'acidité de l'eau.

Pour le p₄₄ et P₄₅ à cause des rejets industrielles de la laiterie d'El Besbes et le concentré de tomate qui se trouve à Bouteldja (rejets acides).

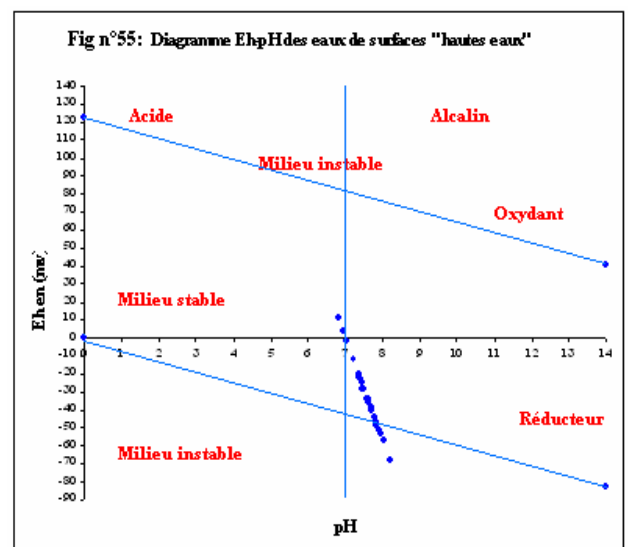
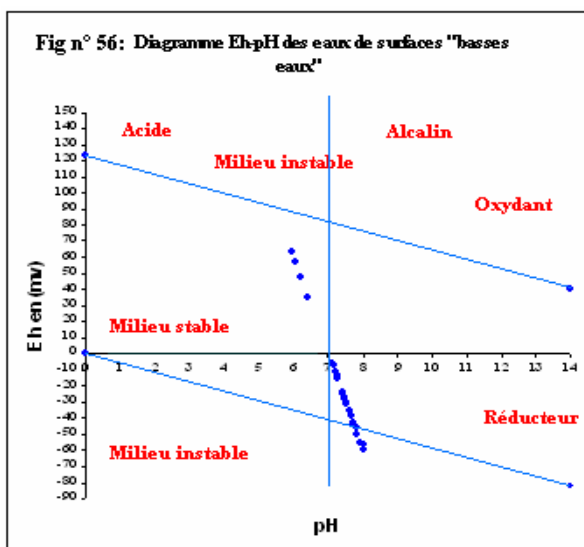
VI-5-1-2-Potentiel d'Oxydo-Réduction (Eh):

La majorité des points d'eaux prélevés ont des valeurs de Eh inférieurs à zéro ceci est liée aux rejets organiques (urbaines et industriels) qui font diminuer l'oxygénation de l'eau de l'oued en consommant l'oxygène (Debieche soumis aux journal science hydrologique).

VI-5-1-3-Relation entre Eh et pH:

La variation du potentiel d'oxydoréduction au niveau des eaux superficielles est très liée à l'effet des pluies.

Les valeurs sont élevées pendant la période des hautes eaux et basses pendant la période des basses eaux (Figures n° 55,56), aussi les valeurs sont inférieures à la valeur naturelle indiquant un milieu réduit.



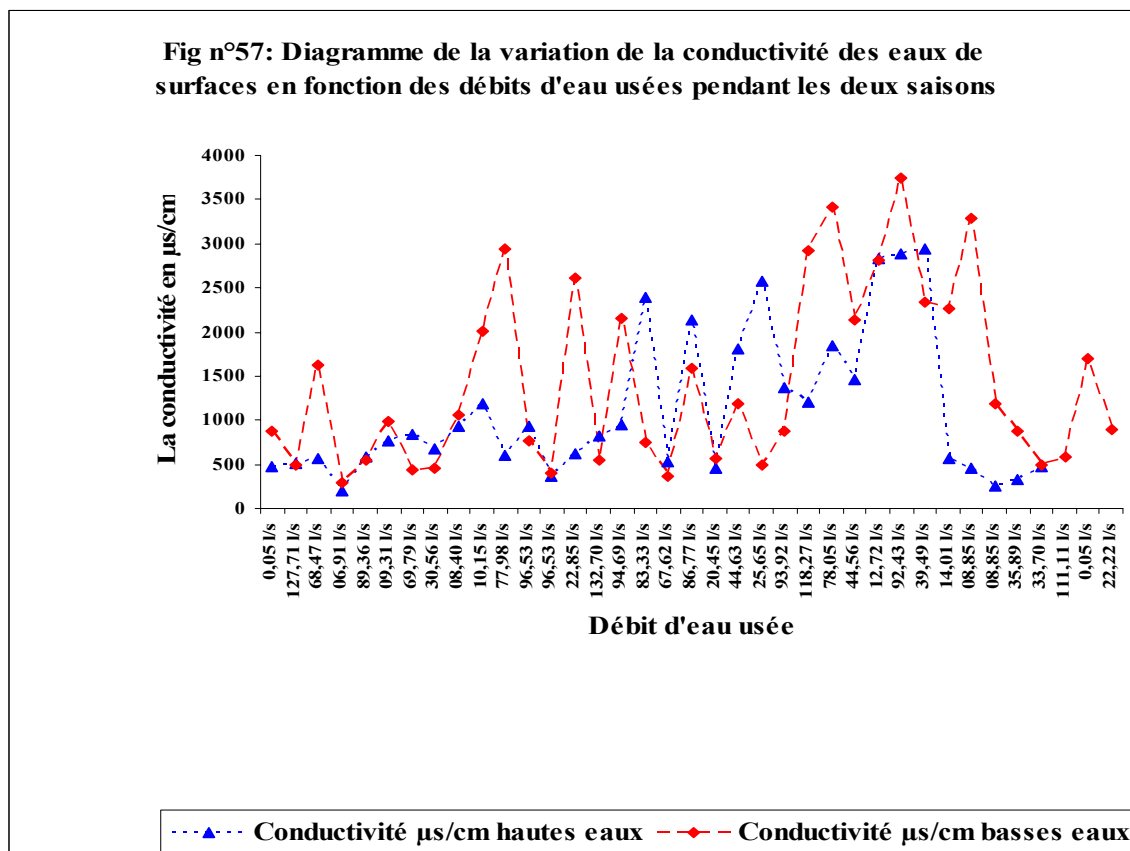
VI-5-1-4-Conductivité Elèctrique (CE):

Elle est liée à la présence des espèces ioniques en solution ; la Figure n°57 montre la variation de la conductivité en fonction des débits d'eaux usées, on remarque que pendant la période des hautes eaux la conductivité est un peut faible la comparant avec celle des basses eaux, cette faible valeur est due aux apports pluvieux qui diluent les concentrations.

P₂₂ oued Seybouse possède des valeurs en conductivité de 948µs/cm et 2160µs/cm en hautes et basses eaux, la première valeur est faible due aux apports pluvieux par contre la deuxième est un peut forte est due à la dissolution des évaporites à l'amont de l'oued.

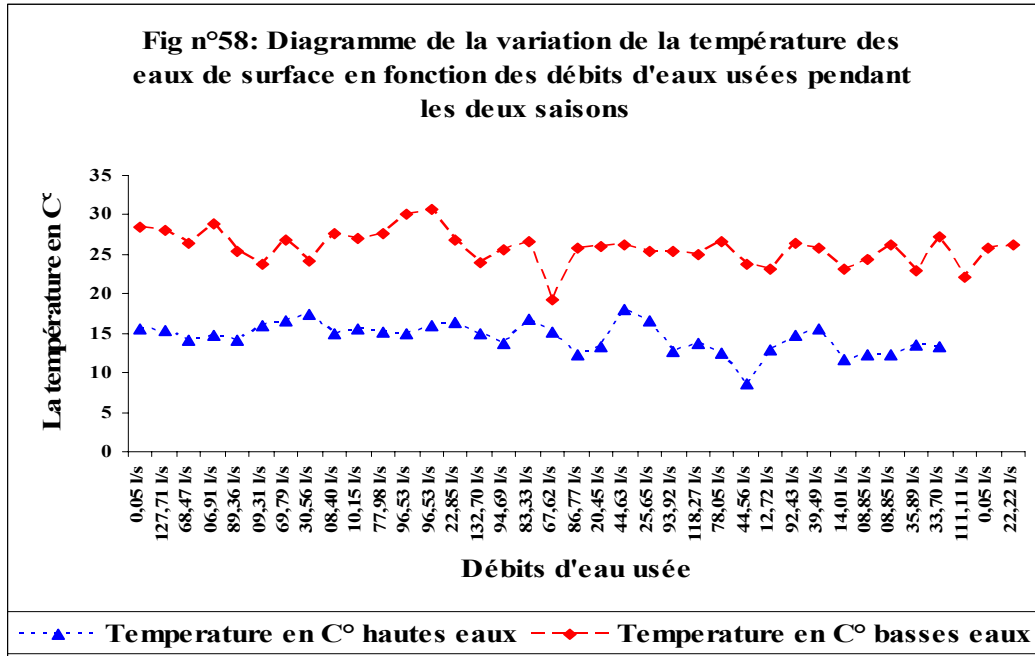
La majorité des points d'eaux prélevés présentent des conductivités supérieur à la norme cela est due à l'effet des rejets urbains et industriels qui se jettent directement dans l'oued.

L'augmentation de la conductivité est en fonction des débits d'eaux usées et du débit des cours d'eaux ; le p₄ oued Kebir le débit de rejet est de 127.21 l/s , la conductivité en hiver et en été est respectivement de 507 et 500 µs/cm ; par contre le p₁₈ chaaba Ain Karma le débit de rejet est de 22.85 l/s , la conductivité est de 620 et 2610 µs/cm en hiver et en été ; donc malgré le fort débit de rejet de p₄ on remarque qu'il y a faible valeur de CE par apport à p₁₈ donc le fort débit de l'oued joue un rôle dans la dilution des différents rejets.



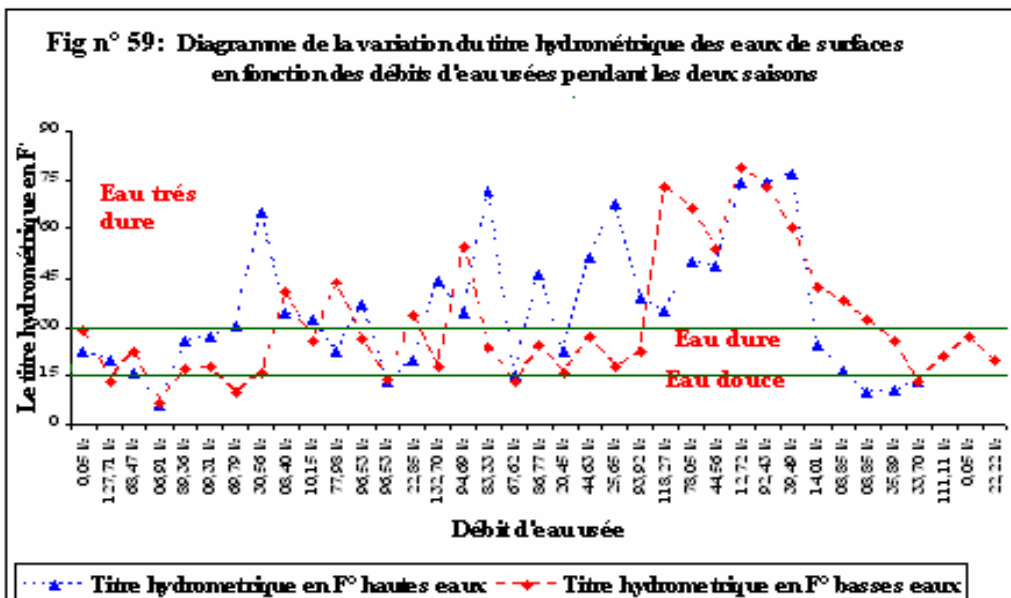
VI-5-1-5-La Température (T):

La variation de la température des eaux de surface est en fonction des facteurs climatiques, donc des facteurs extérieurs ; sur la Figure n°58 on remarque pendant les hautes eaux la température est un peu faible par rapport à celle des basses eaux.



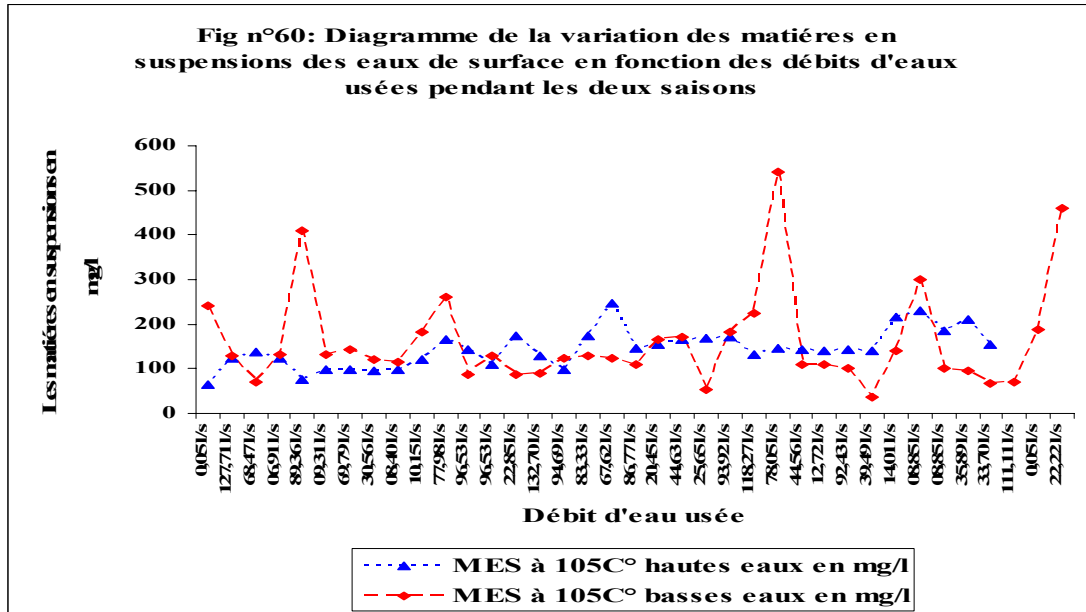
VI-5-1-6-Titre Hydrométrique (TH):

La plupart des eaux de surface sont des eaux dures et très dures sauf quelques points qui présentent certaines douceurs Figure n°59 ; le p₄ qui présente le prélèvement dans la retenue collinaire cette dernière se compose de sable ; pour le p₁₃ l'oued Bouhadjar ces bornes se composent de sable et les autres points présentent une dureté plus au moins élevée ceci est due d'un coté aux rejets des eaux usées et d'un autre coté à la composition du terrain (dissolution des roches encaissantes (alluvion)).



VI-5-1-7-Les Matières en Suspension (MES):

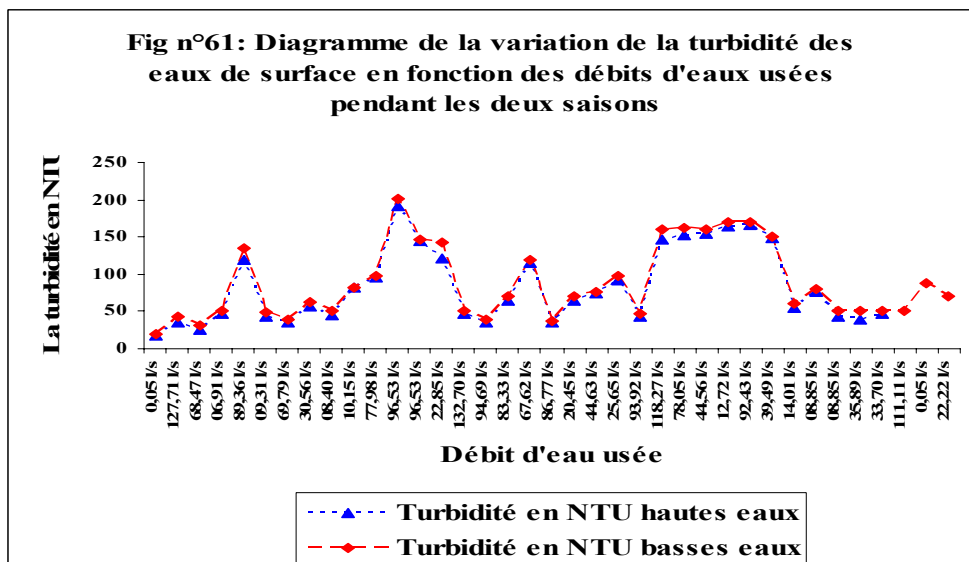
Pour les eaux de surface et pendant les deux périodes on remarque l'existence des MES pendant la période des hautes eaux ces matières sont faibles par rapport à la période des basses eaux ; ceci est due à la dilution des eaux des cours d'eaux ; sur la Figure n°60 on remarque que les valeurs des p₇ oued Kebir, p₃₂ chaaba vers Lala Mora et p₄₅ chaaba vers oued Kebir dépassent les 400 mg/l ceci est due au fort débit des rejets d'eaux usées ainsi que le faible débit des cours d'eaux (phénomène de dilution faible).



VI-5-1-8-La Turbidité:

La turbidité des eaux et en relation direct avec les MES, si les MES augmentent la turbidité augmente, aussi la turbidité augmente par l'augmentation des débits de rejet et aussi avec la diminution des débits des cours d'eaux.

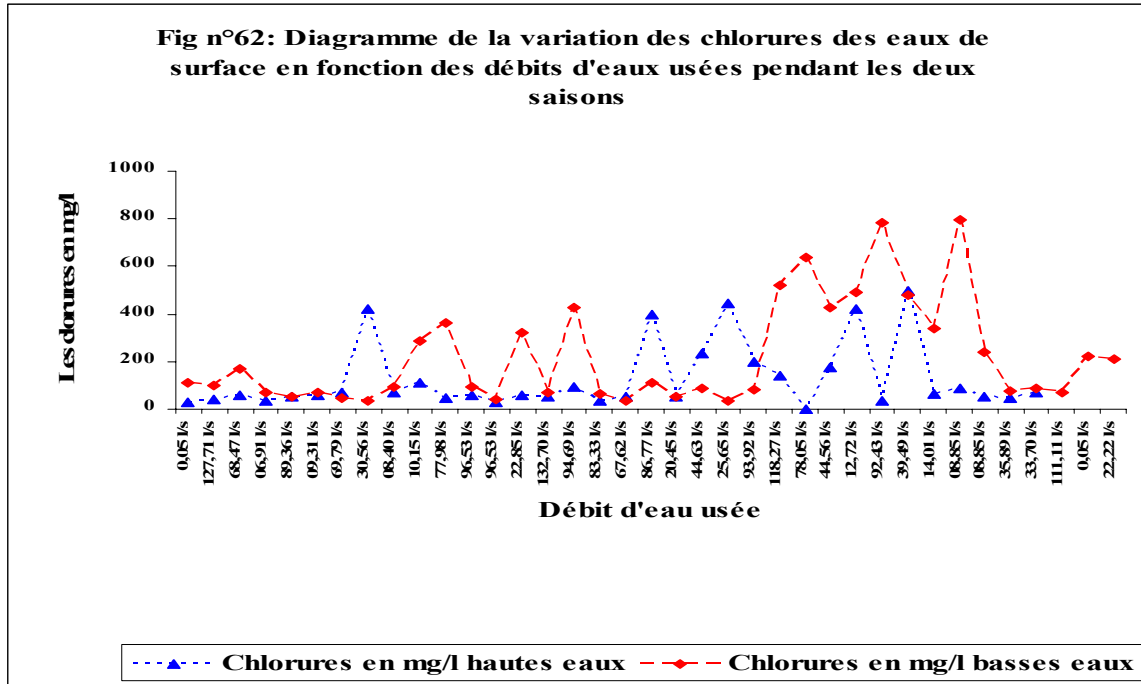
Sur la Figure n°61 on remarque que les valeurs de la turbidité sont fortes, elles sont dues a l'existence des MES.



VI-5-2-Paramètres Chimiques:

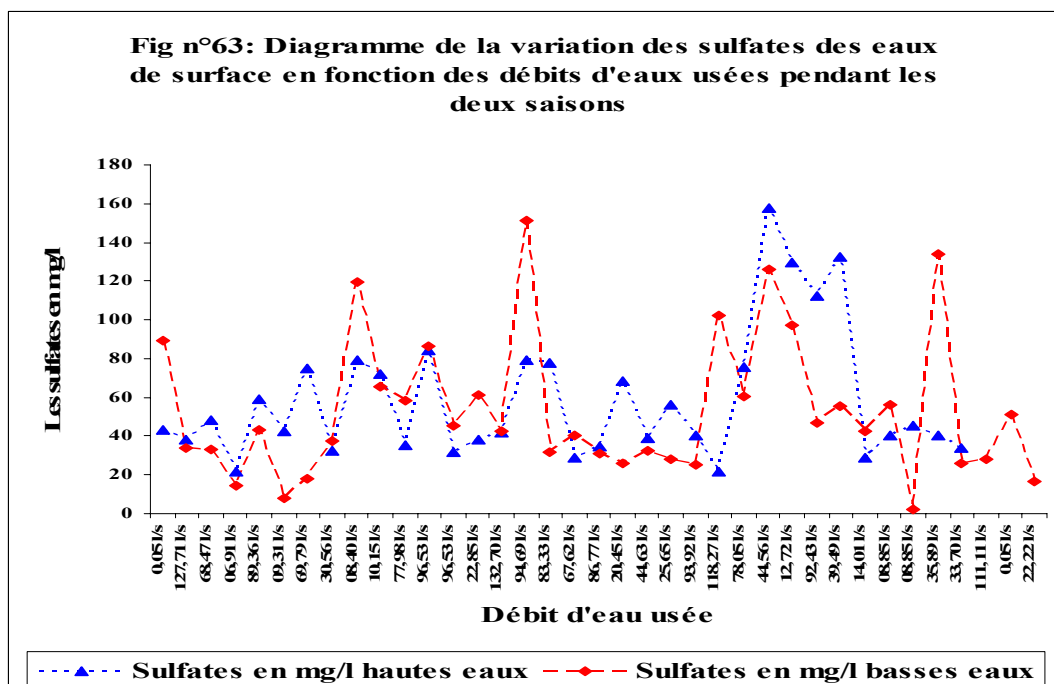
VI-5-2-1-Les Chlorures (Cl⁻):

Sur la Figure n°62 on remarque qu'il y a quelques points qui ont des valeurs supérieures à la norme 200 mg/l pendant les hautes eaux, ceci est due aux eaux de pluies ; par contre pendant les basses eaux les fortes valeurs sont dues à la forte minéralisation, à la géologie (présence de sable, grés et argile) et aussi aux rejets d'eaux usées.



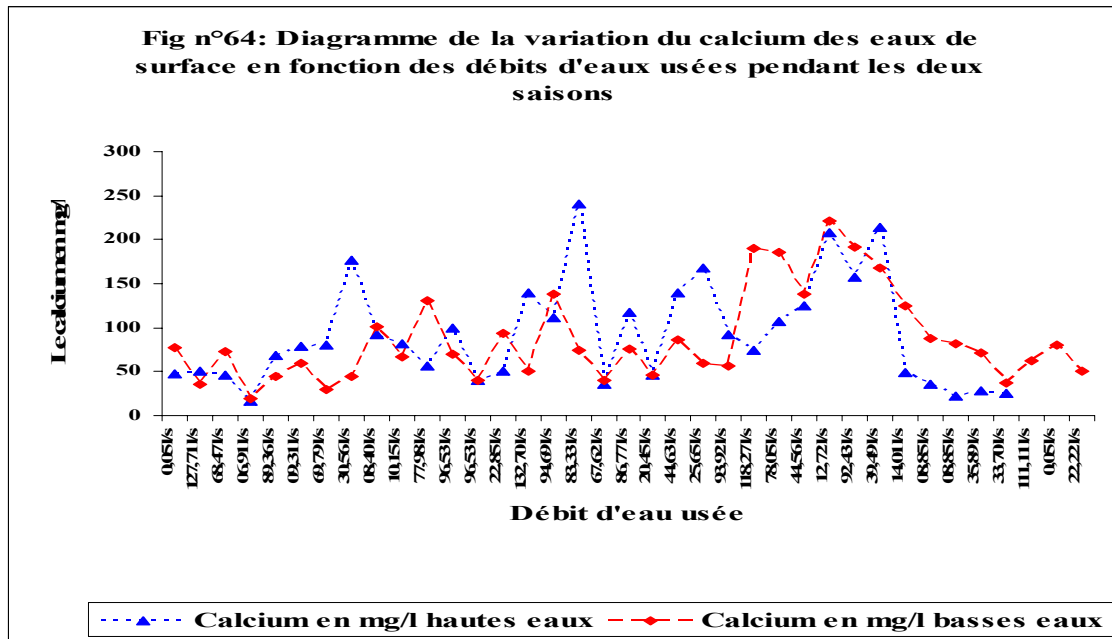
VI-5-2-2-Les Sulfates (SO₄⁻²):

La Figure n°63 montre que la totalité des points d'eaux de surface présentent des valeurs inférieures à la norme de potabilité 250 mg/l.



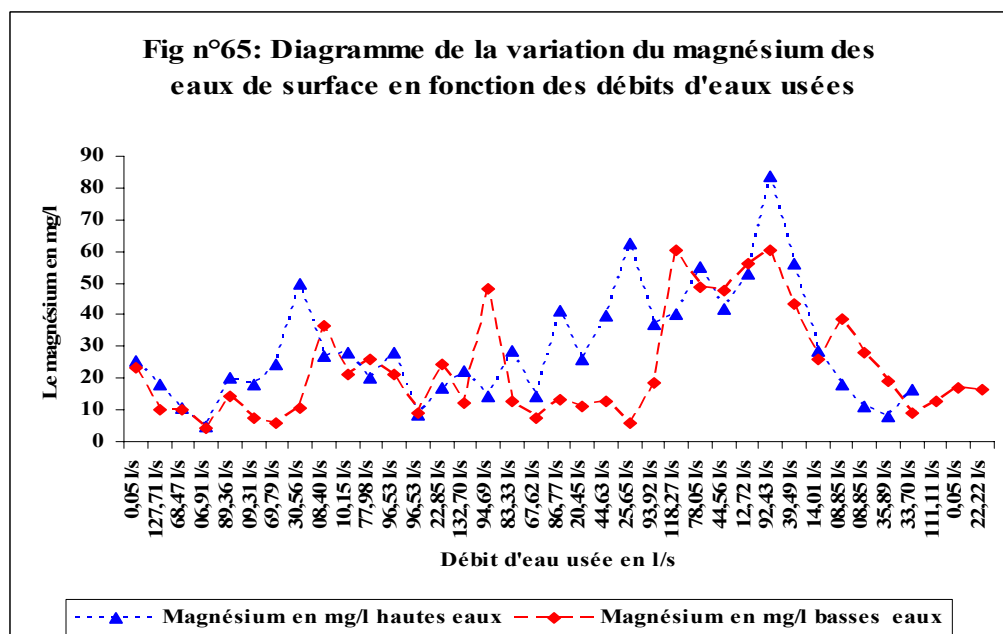
VI-5-2-3-Le Calcium (Ca⁺⁺):

Sur la Figure n°64 on remarque que la majorité des points d'eaux présentent des teneurs supérieures à la norme 100 mg/l, donc ces eaux sont dure et très dure se qui explique la forte teneurs en Ca⁺⁺ et ceci est due aux rejets d'eaux usées dans les cours d'eaux ; toujours on remarque que la teneur augmente avec le faible débit du cour d'eau et diminue avec le fort débit du cour d'eau.



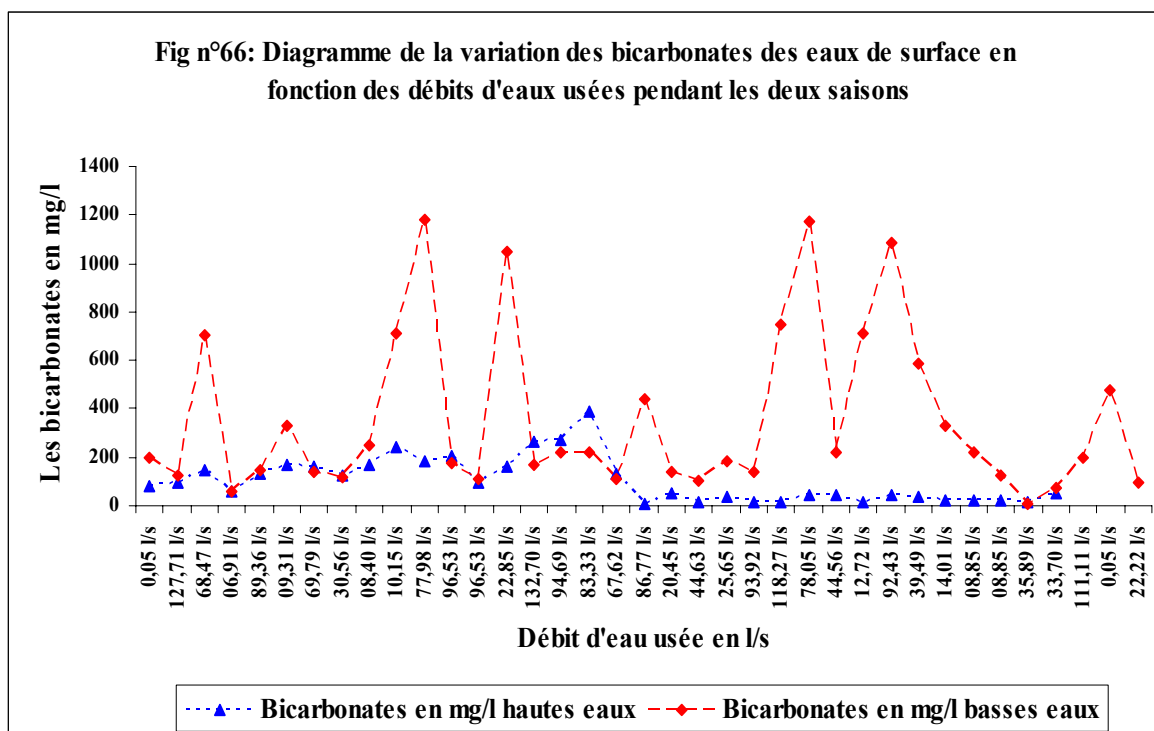
VI-5-2-4-Le Magnésium (Mg⁺⁺):

La majorité des points d'eaux présentent des valeurs inférieures à la norme 50 mg/l, sauf pour quelques points tel que le p₂₉ oued Boukamira, p₃₁ chaaba vers oued la Seybouse, p₃₂ chaaba vers Lala Mora, p₃₄ chaaba vers oued Seybouse, p₃₅ canal Boukriss, p₃₆ chaaba vers oued Seybouse au cour de la période hivernale présentent des teneurs élevées en Mg⁺⁺ ceci est due aux rejets d'eaux usées Figure n°65.



VI-5-2-5-Les Bicarbonates (HCO_3^-):

Sur la Figure n°66 on remarque que les teneurs des bicarbonates pendant l'hiver sont faibles par rapport à celles de l'été à cause des rejets d'eaux usées; ces eaux sont chargées de gaz carbonique qui va participer dans la dissolution des roches carbonatées (calcaires).



VI-5-3-Paramètres Biologiques:

VI-5-3-1-La Demande Biologique en Oxygène (DBO_5):

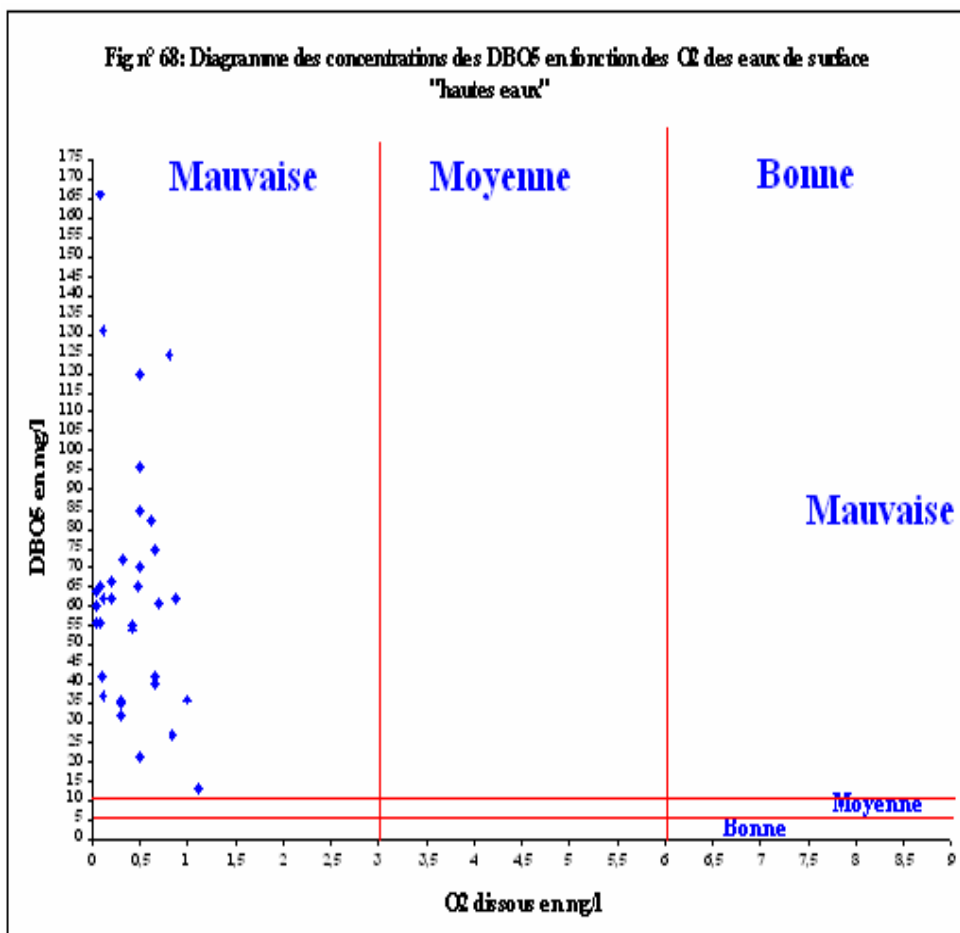
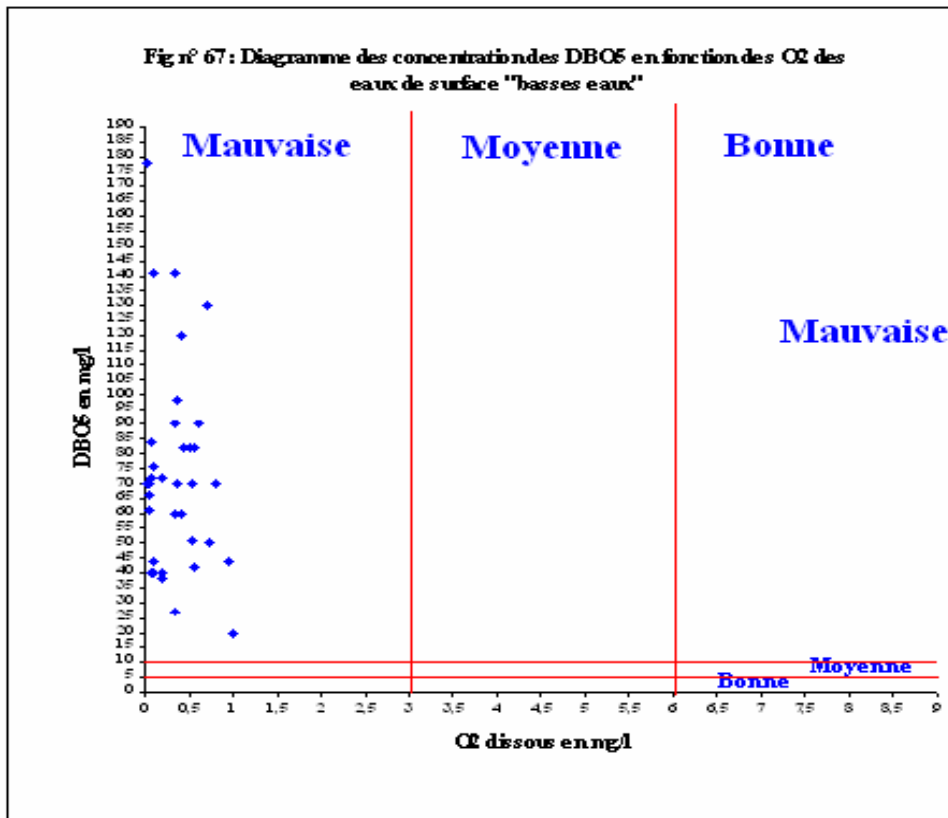
Pendant les deux saisons la valeur de la DBO_5 est supérieure à la norme qui est fixée à 6mg/l ce qui indique une forte teneur en matières organiques; cette forte teneur est issue des rejets d'eaux usées dans les cours d'eaux ce qui présente une pollution organique.

VI-5-3-2-L'Oxygène Dissous (O_2):

Les eaux usées contiennent des fortes teneurs en micro-organisme ces dernières vont consommer l'oxygène existant dans les eaux se qui explique la faible teneur en oxygène dans les eaux analysées.

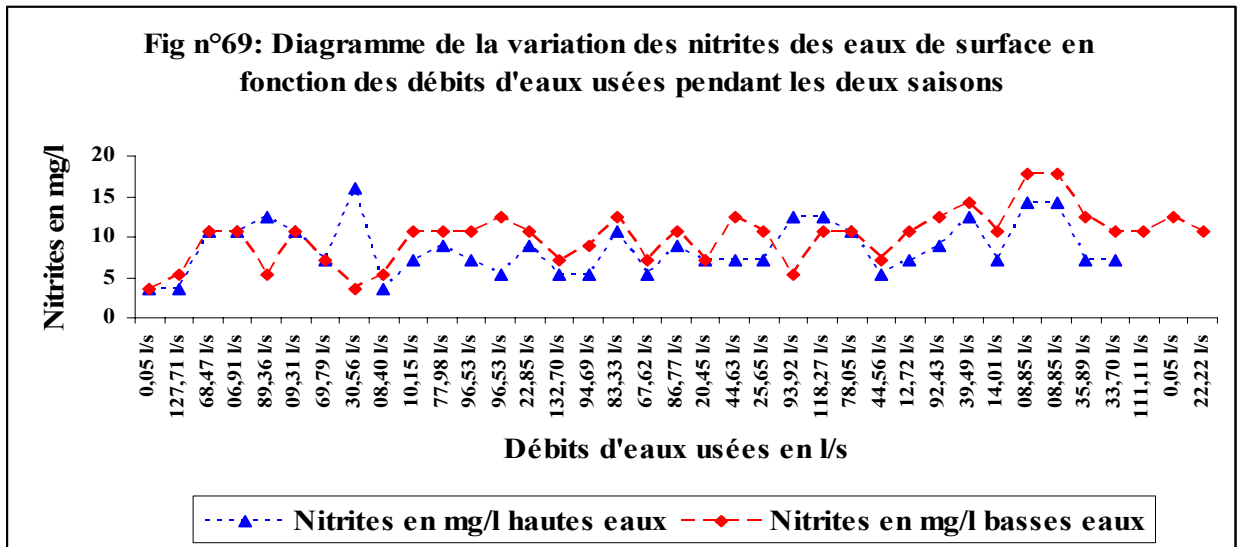
VI-5-3-3-Relation entre (DBO_5) et (O_2):

Les représentations graphiques n°67,68 montrent que la totalité des points d'eaux et pendant les deux périodes ont une mauvaise qualité de DBO_5 ainsi que d' O_2 ceci est due aux rejets d'eaux usées urbaines et industrielles dans les cours d'eaux, les teneurs en O_2 dissous sont très faibles par rapport a celles de la DBO_5 qui sont très élevées ce qui indique un milieu stable.



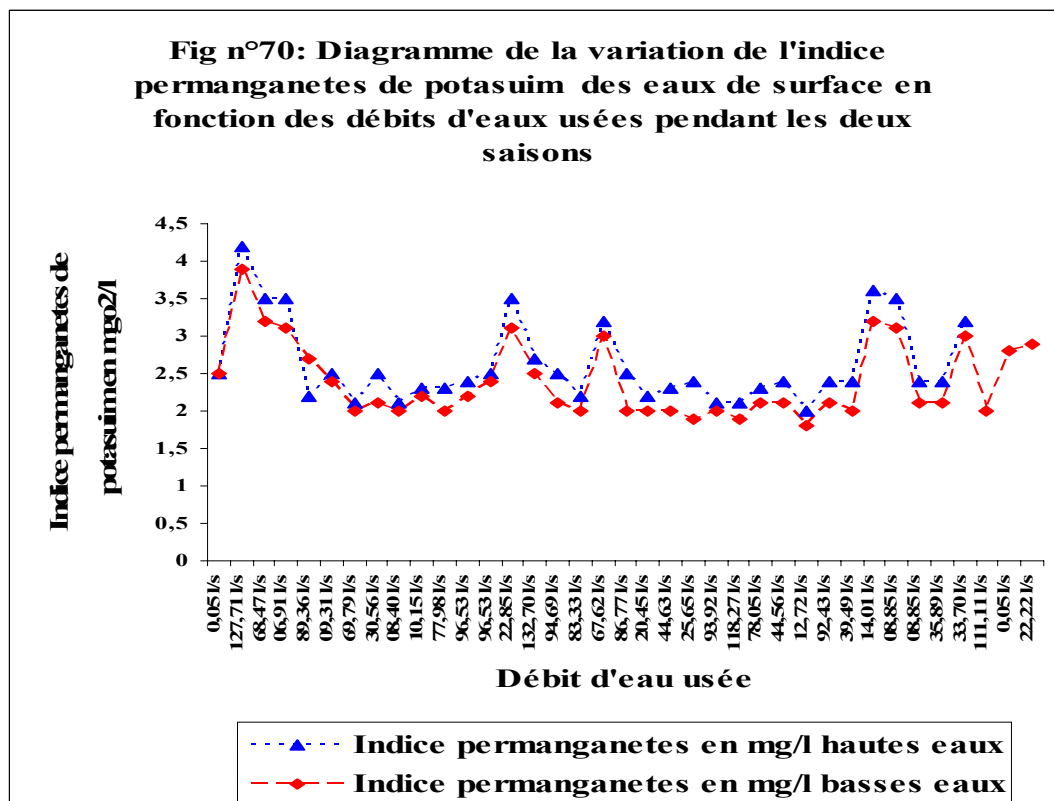
VI-5-3-4-Les Nitrites (NO₂⁻):

Sur la Figure n°69 et pendant les deux saisons la valeur des nitrites est toujours supérieur à la norme qui est fixée à 0,15 mg/l ceci est due aux rejets des eaux usées.



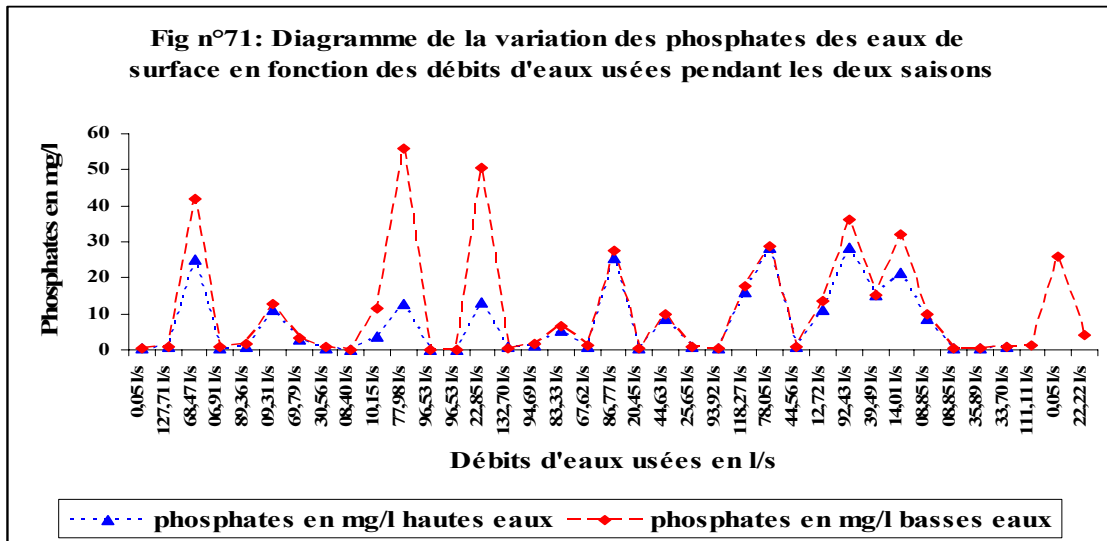
VI-5-3-5-L'Oxydabilité:

L'existence des matières organiques est déjà éprouvée par la forte valeur de la DBO₅ donc il y a oxydabilité, cette présentation est consignée sur la Figure n°70, ceci est dû à la forte pollution par les rejets d'eaux usées.



VI-5-3-6-Les Phosphates:

On remarque sur la Figure n°71 que les eaux de surface ont des valeurs supérieures à la norme ceci est due aux rejets des eaux usées urbaines et industrielles dans les différents cours d'eaux.



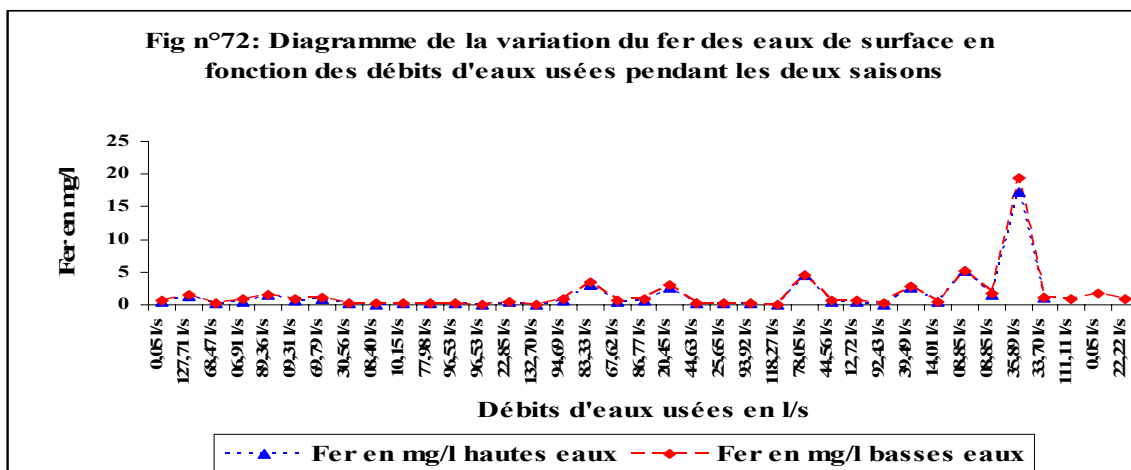
VI-5-4-Les Paramètres Toxiques:

Se sont des micros polluants dont le numéro atomique est élevé, parmi ceux qui sont rencontrés et qui sont souvent dangereux:

Le fer, le zinc et le cuivre ces paramètres ont été mesurés par absorption atomiques.

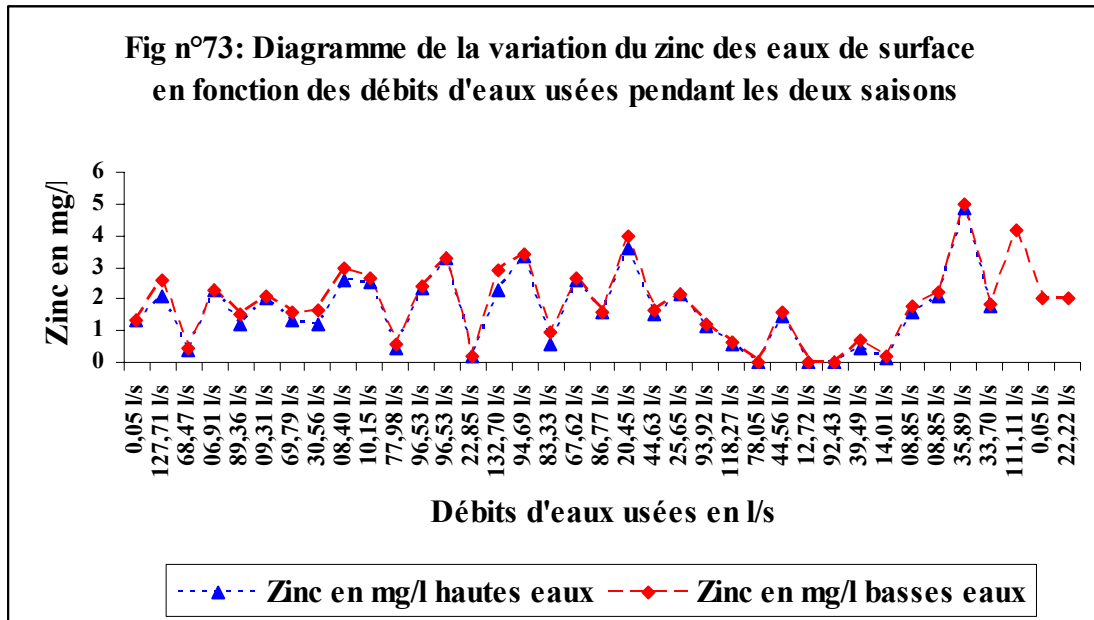
VI-5-4-1-Le Fer (Fe⁺⁺):

Pour les eaux de surfaces la Figure n°72 montre que les valeurs sont relativement faible par rapport à celles des eaux souterraines ceci est due aux lessivages des terrains argileux (la plupart des cours d'eaux leurs surfaces se composent d'argile) exemple p₂₇ Oued Kebir; p₃₈ Chaaba qui se compose d'argile dans sa formation; par contre pour le p₄₀ oued El Eurg qui est caractérisé par l'existence d'une vieille mine de Fer qui se localise à la sortie Est du village d'Oum Teboul, cette mine a été exploitée pendant quelques années d'où l'extraction des différents minéraux tels que le fer, le zinc et un faible pourcentage d'or, vers la fin des années 1970 la mine a été fermée en raison de son exploitation qui demande un budget énorme ; p₄₃ chaaba qui reçoit le rejet de l'usine de produit sudérurgique (tubes galvanisés).



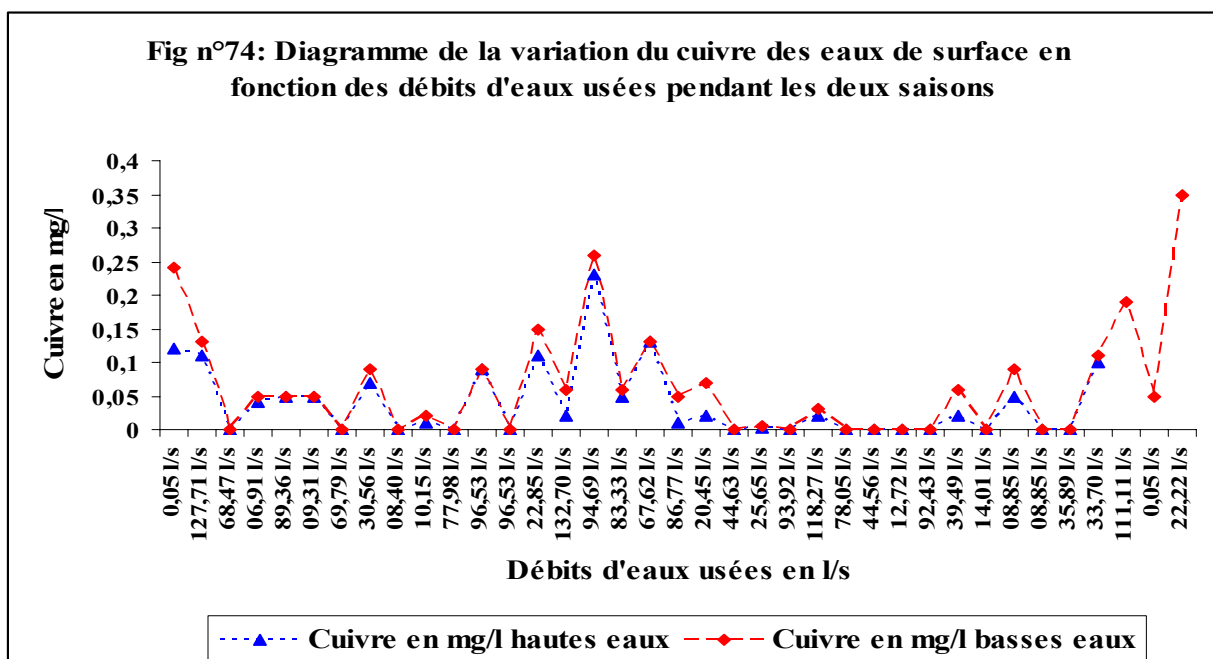
VI-5-4-2-Le Zinc (Zn^{++}):

Pour les eaux de surfaces la Figure n°73 montre que presque la totalité des points d'eaux présentent des valeurs qui dépassent la norme de potabilité qui est fixée à 3 mg/l ceci est due aux rejets des eaux usées urbaines et industrielles, pour le p₄₀ oued El Eurg l'augmentation de la teneur est due à l'existence de minerai du fer dans la région d'Oum Teboul (sortie Est du village).



VI-5-4-3-Le Cuivre (Cu^{++}):

Il est très employé dans les alliages (laiton, bronze....) l'industrie électrique, le traitement de surface, la galvanoplastie ainsi que dans les traitements agricoles; on voit sur la Figure n°74 que les teneurs ne dépassent pas la norme qui est fixé à 2 mg/l.



VI-6-ETABLISSEMENT DE LA CARTE DE L'INDICE DE LA POLLUTION ORGANIQUE DES EAUX NATURELLES DE LA REGION D'ETUDE:

VI-6-1-Définition :

L'établissement de la carte de pollution organique des eaux naturelles de la région d'El Tarf, nous renseigne sur la qualité et l'impact des rejets urbains et industriels des eaux.

VI-6-2-Classifications des Eléments Organiques par Classes d'Altération :

La classification des paramètres organiques se fait selon cinq classes de qualité correspondant aux couleurs généralement admises:

Pollution Nulle en Bleu
Pollution Faible en Vert
Pollution Modérée en Jaune
Pollution Forte en Orange
Pollution Très Forte en Rouge

VI-6-3-Calcul de l'Indice de la Pollution Organique Selon Différentes

Méthodes:

Pour le calcul de l'indice de la pollution organique il existe trois méthodes.

Pour l'établissement de la carte de l'indice de la pollution organique il a été choisi une des trois méthodes.

VI-6-3-1-Indice de Pollution Organique (IPO, Leclercq&Maquet, 1987):

Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes, de déterminer à partir de ses propres mesures, le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne (Tableau n°28).

Tab n°28 : Grille de la qualité (IPO)

Classes						
Paramètres	unité	5	4	3	2	1
DBO₅	mg-O₂/l	< 2	2 - 5	5,1 - 10	10,1 - 15	>15
Ammonium	mg-N/l	< 0,1	0,1 – 0,9	2,4	2,5 - 6	>6
Phosphates	µg-P/l	15	16 - 75	76 - 250	251 - 900	> 900
Nitrites	µg-N/l	5	6 - 10	11 - 50	51 - 150	>150

VI-6-3-1-1-Calcul de l'Indice de Pollution Organique (IPO) :

IPO= moyenne des numéros des classes des 04 paramètres:

IPO= 5,0 – 4,6 : pollution organique nulle.

IPO= 4,5 – 4,0 : pollution organique faible.

IPO= 3,9 – 3,0 : pollution organique modérée.

IPO= 2,9 – 2,0 : pollution organique forte.

IPO= 1,9 – 1,0 : pollution organique très forte.

On n'a pas la mesure de l'ammonium donc IPO se devise par trois et non par quatre.

Le Tableau n°29 indique les valeurs calculées des différents indices de la pollution organique.

Tab n°29: Indice de pollution organique (IPO)

Points de prélèvements	Région	Indice de pollution organique (IPO)
P1	Oued Kebir	1,33
P2	Forage Ain Khiair	1,33
P3	Puit AEP Ain Khiair	2,33
P4	Oued Kebir	1,33
P5	Oued Ben Arouss	01
P6	Retenue Ben Sebti	1,33
P7	Oued Kebir	01
P8	Khelige vers Oued El Kebir	01
P9	Forage Righia	2,33
P10	Khelige vers Oued El Kebir	01
P11	Lac des Oiseaux	1,33
P12	Puit d'irrigation Bouteldja	2,33
P13	Oued Zitoun	2,33
P14	Oued Beni Saleh	01
P15	Chabaa vers Oued Bouhadjar	01
P16	Oued Bouhadjar	2,33
P17	Barrage Cheffia	2,33
P18	Chabaa vers Oued Zitoun	01
P19	Oued Bounamoussa	1,33
P20	Oued Seybouse	01
P21	Chabaa vers Oued Seybouse	01
P22	Forage Zerizer	1,66
P23	Oued Bounamoussa	01
P24	Forage El Asfour	1,33
P25	Khelige vers Oued Bounamoussa	01
P26	Puit AEP Berrihene	1,66
P27	Oued Kebir	1,33
P28	Khelige vers Oued Boukmira	01
P29	Oued Boukmira	01
P30	Khelige vers Oued Bounamoussa	1,33
P31	Chaaba vers Oued Seybouse	01
P32	Chaaba vers Lala Mora	01
P33	Oued Seybouse	1,33
P34	Chabaa vers Oued Seybouse	01
P35	Canal Boukriss	01
P36	Chaaba vers la Seybouse	01
P37	Oued El Ben	01
P38	Chabaa vers Lac Tonga	01
P39	Lac Tonga	1,33
P40	Oued El Eurg	1,33
P41	Source El Kala	2,33
P42	Lac Oubaira	1,33
P43	Chabaa vers Oued Boukmira	01
P44	Chaaba vers Oued Besbes	01
P45	Chabaa vers Oued El Kebir	01

VI-6-3-2-Lisec-Index (Beckers& Steegmanz , 1979):

Le Principe est le même que celui de l'IPO mais on calcule la somme des valeurs de classe et non la moyenne.

ATTENTION: les classes sont numérotées en sens inverse de celles de l'IPO : ainsi, un indice élevé correspondra à une pollution importante (Tableau n°30).

Tab n°30 : Grille de la Qualité (Lisec-Index)

Classes Paramètres	unité	1	2	3	4	5
DBO₅	mg-O ₂ /l	3	3,1 – 6,0	6,1 – 9,0	9,1 – 15,0	> 15
Ammonium	mg-N/l	< 0,5	0,5 – 0,1	1,1 – 2,0	2,1 – 5,0	> 5
Phosphore Total	µg-P/l	50	51 - 249	250 - 899	900 - 1499	≥1500
Oxygène Dissous (saturation)	%	91 - 110	71 - 90	51 - 70	31 - 50	≤ 30

VI-6-3-2-1-Calcul de l'Indice de Pollution Organique (Lisec-Index):

Lisec-Index= somme des numéros des classes des 04 paramètres:

Lisec-Index= 4 – < 6 : très bon.

Lisec-Index= 6 – < 10 : bon.

Lisec-Index= 10 – < 14 : moyen.

Lisec-Index= 14 – < 18 : mauvais.

Lisec-Index= 18 – 20 : très mauvais.

On n'a pas la mesure de l'ammonium ni du phosphore donc le Lisec-Index sera la somme des numéros de classe des deux paramètres analysés multiplier par deux et non pas quatre paramètres.

Le Tableau n°31 indique les valeurs calculées des différents indices de Lisec-Index.

Tab n°31: Indice de pollution organique (Lisec-Index)

Points de prélèvements	Région	Indice de Lisec-Index
P1	Oued Kebir	12
P2	Forage Ain Khiair	06
P3	Puit AEP Ain Khiair	06
P4	Oued Kebir	12
P5	Oued Ben Arouss	14
P6	Retenue Ben Sebti	18
P7	Oued Kebir	18
P8	Khelige vers Oued El Kebir	20
P9	Forage Righia	06
P10	Khelige vers Oued El Kebir	20
P11	Lac des Oiseaux	18
P12	Puit d'irrigation Bouteldja	08
P13	Oued Zitoun	20
P14	Oued Beni Saleh	20
P15	Chabaa vers Oued Bouhadjar	18
P16	Oued Bouhadjar	18
P17	Barrage Cheffia	20
P18	Chabaa vers Oued Zitoun	14
P19	Oued Bounamoussa	16
P20	Oued Seybouse	16
P21	Chabaa vers Oued Seybouse	14
P22	Forage Zerizer	12
P23	Oued Bounamoussa	20
P24	Forage El Asfour	12
P25	Khelige vers Oued Bounamoussa	20
P26	Puit AEP Berrihene	06
P27	Oued Kebir	20
P28	Khelige vers Oued Boukmira	20
P29	Oued Boukmira	18
P30	Khelige vers Oued Bounamoussa	20
P31	Chaaba vers Oued Seybouse	16
P32	Chaaba vers Lala Mora	18
P33	Oued Seybouse	20
P34	Chabaa vers Oued Seybouse	18
P35	Canal Boukriss	20
P36	Chaaba vers la Seybouse	16
P37	Oued El Ben	18
P38	Chabaa vers Lac Tonga	20
P39	Lac Tonga	16
P40	Oued El Eurg	20
P41	Source El Kala	10
P42	Lac Oubaira	20
P43	Chabaa vers Oued Boukmira	20
P44	Chaaba vers Oued Besbes	20
P45	Chabaa vers Oued El Kebir	20

VI-6-3-3-Classification des Paramètres (Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, 1986):

C'est la même méthode que l'IPO (répartition des valeurs en 5 classes) ; mais il s'agit d'autres paramètres et d'autres classes (Tableau n°32).

Tab n°32: Grille de la Qualité (IHE)

Classes Paramètres	unité	5	4	3	2	1
DBO ₅	mg-O ₂ /l	≤1,0	1,1 – 3,0	3,1 – 5,0	5,1 – 10,0	> 10
Ammonium	mg-N/l	≤ 0,05	0,06 – 0,5	0,51 – 1,0	1,01 – 2,0	> 2
Phosphore Total	µg-P/l	≤50	51 - 100	101 - 200	201 - 400	> 400
Oxygène Dissous (saturation)	%	90 - 110	70 - 89	50 - 69	30 - 49	< 30
Phosphates	µg-P/l	≤50	51 - 100	101 - 200	201 - 400	>400
DCO	mg-O ₂ /l	≤5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 20,0	20,1 – 50,0	>50,0

VI-6-3-2-1-Calcul de l'Indice de Pollution Organique (IHE):

IHE= moyenne des numéros des classes des 06 paramètres:

IHE= 5,0 – 4,6 : pollution organique nulle.

IHE= 4,5 – 4,0 : pollution organique faible.

IHE= 3,9 – 3,0 : pollution organique modérée.

IHE= 2,9 – 2,0 : pollution organique forte.

IHE= 1,9 – 1,0 : pollution organique très forte.

On n'a pas la mesure de l'ammonium, de la DCO et du phosphore donc le IHE sera la moyenne des numéros de classe des trois paramètres analysés et non six paramètres.

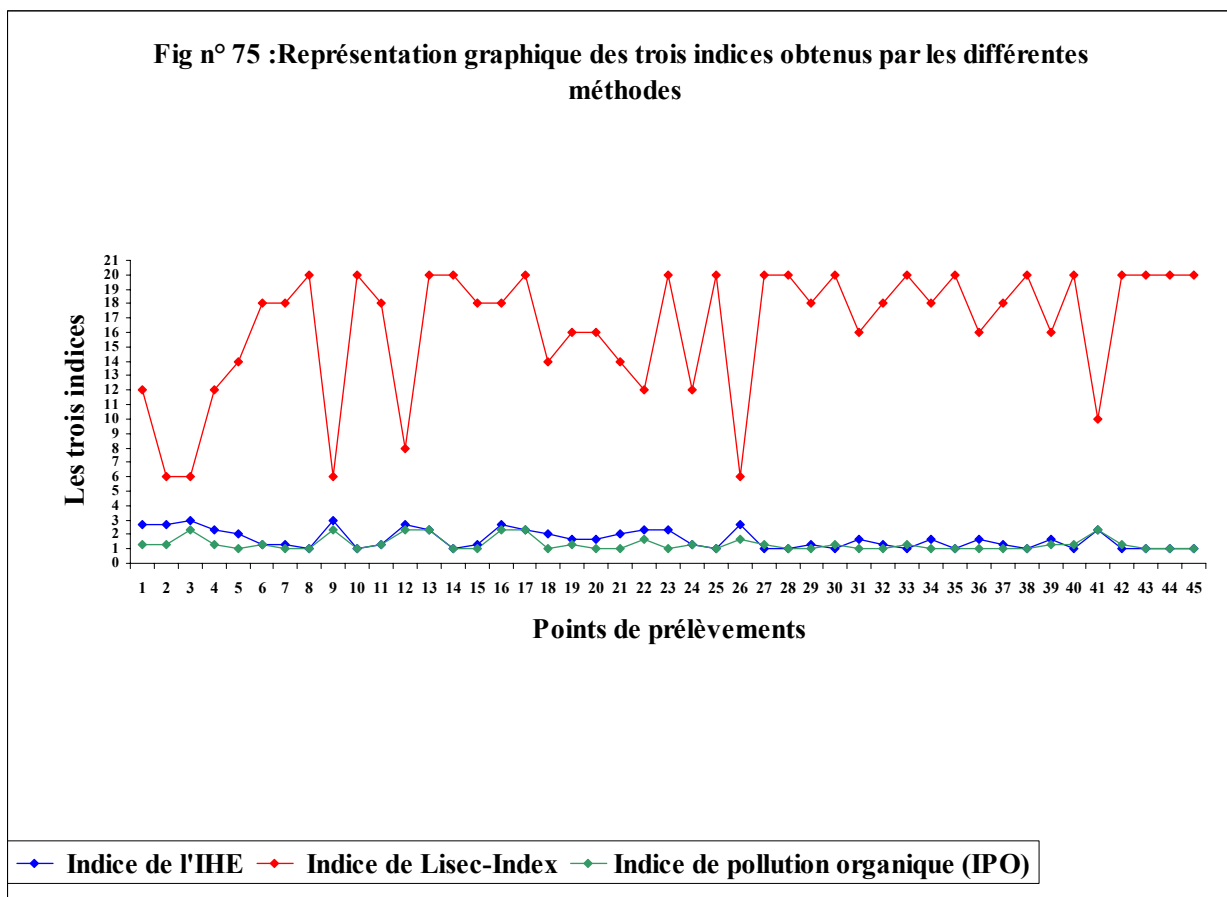
Le Tableau n°33 indique les valeurs calculées des différents indices de L'IHE.

Tab n°33: Indice de pollution organique (IHE)

Points de prélèvements	Région	Indice de l'IHE
P1	Oued Kebir	2,66
P2	Forage Ain Khia	2,66
P3	Puit AEP Ain Khia	03
P4	Oued Kebir	2,33
P5	Oued Ben Arouss	02
P6	Retenue Ben Sebti	1,33
P7	Oued Kebir	1,33
P8	Khelige vers Oued El Kebir	01
P9	Forage Righia	03
P10	Khelige vers Oued El Kebir	01
P11	Lac des Oiseaux	1,33
P12	Puit d'irrigation Bouteldja	2,66
P13	Oued Zitoun	2,33
P14	Oued Beni Saleh	01
P15	Chabaa vers Oued Bouhadjar	1,33
P16	Oued Bouhadjar	2,66
P17	Barrage Cheffia	2,33
P18	Chabaa vers Oued Zitoun	02
P19	Oued Bounamoussa	1,66
P20	Oued Seybouse	1,66
P21	Chabaa vers Oued Seybouse	02
P22	Forage Zerizer	2,33
P23	Oued Bounamoussa	2,33
P24	Forage El Asfour	1,33
P25	Khelige vers Oued Bounamoussa	01
P26	Puit AEP Berrihene	2,66
P27	Oued Kebir	01
P28	Khelige vers Oued Boukmira	01
P29	Oued Boukmira	1,33
P30	Khelige vers Oued Bounamoussa	01
P31	Chaaba vers Oued Seybouse	1,66
P32	Chaaba vers Lala Mora	1,33
P33	Oued Seybouse	01
P34	Chabaa vers Oued Seybouse	1,66
P35	Canal Boukriss	01
P36	Chaaba vers la Seybouse	1,66
P37	Oued El Ben	1,33
P38	Chabaa vers Lac Tonga	01
P39	Lac Tonga	1,66
P40	Oued El Eurg	01
P41	Source El Kala	2,33
P42	Lac Oubaira	01
P43	Chabaa vers Oued Boukmira	01
P44	Chaaba vers Oued Besbes	01
P45	Chabaa vers Oued El Kebir	01

VI-6-4- Représentation Graphique des Trois Indices Obtenus par les Différentes Méthodes:

Les trois indices de pollution obtenus par les différentes méthodes sont représentés graphiquement (Figure n°75).



D'après le graphe on remarque que les deux indices de pollution organique l'IPO et l'IHE sont identiques par contre l'indice de pollution organique est différent de ceux sus cités (indice élevé).

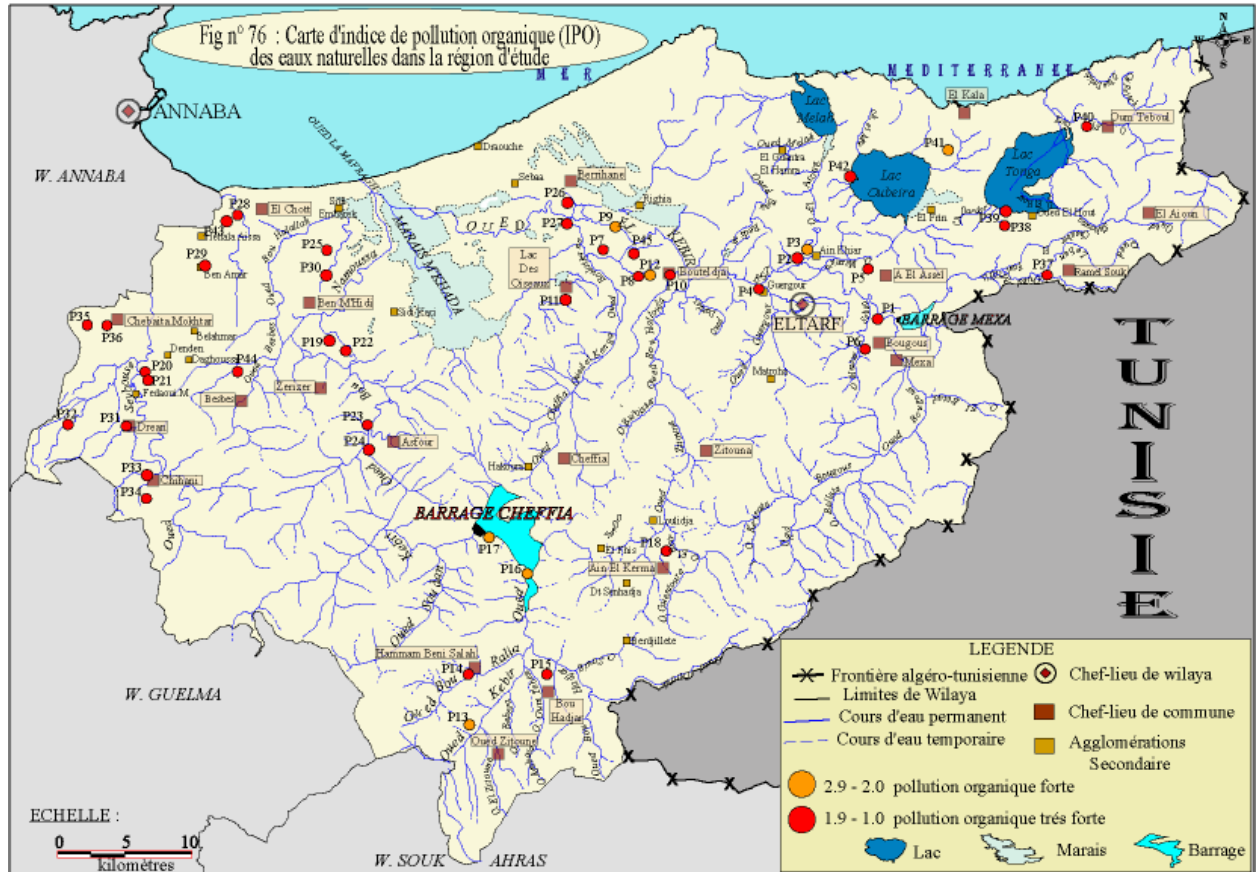
VI-6-5- Etablissement de la Carte de Pollution Organique (IPO) des Eaux Naturelles :

La méthode des indices de pollution organique (IPO) a été retenue pour l'établissement de la carte de la pollution organique des eaux naturelles dans la région d'étude.

Ceci nous permettra de connaître la qualité et l'état actuel des eaux en vue de leur éventuelle exploitation pour les différents usages (ménagère, irrigation, industrie).

VI-6-6- Interprétation de la Carte d'Indice de Pollution Organique (IPO) :

La figure n°76 indique que les différentes eaux naturelles dans la région d'El Tarf passe d'une qualité à une autre (pollution organique forte à pollution organique très forte).



Tout le long de l'oued Kebir Est ainsi que ces affluents la pollution organique apparaît très forte, ceci est due aux forts débits d'eaux usées des différentes agglomérations situées à proximité de l'oued.

Pour l'oued Bouhadjar situé au sud de la région d'étude ces valeurs sont très fortes sauf pour p13 oued Zitoun, p16 oued Bouhadjar, p17 barrage Cheffia qui ont une pollution médiocre (forte) ceci est due au fort débit de l'oued (phénomène de dilution).

Pour ce qui est des oueds Bounamoussa et la Seybouse il a été relevé la même pollution existante dans l'oued Kebir Est.

Les points p41 source El Kala, p3 puit AEP Ain Khiar, p12 puit d'irrigation Bouteldja sont des eaux souterraines avec une pollution forte, le degré de la pollution des dites eaux est moindre par apport aux eaux de surface à cause des faibles valeurs de la DBO₅ d'où cette dernière est très forte dans les eaux de surface.

Les quantités excessives des Nitrites, Phosphates, DBO₅ dans les eaux des oueds El Kebir, Bounamoussa et la Seybouse sont la cause d'une telle pollution, mais ils semblent avoir une source beaucoup plus urbaine; les eaux usées en particulier contenant de grandes quantités de substances nutritives comme les matières organiques favorisent par leur diversité la croissance rapide et continue d'algues et de plantes aquatiques (cas de l'oued Seybouse).

Les algues ont une période de vie très courte et se décomposent rapidement, cette décomposition organique se traduit par une forte demande en oxygène crée des conditions dont les premières conséquences sont la formation d'hydrogène sulfuré, d'ammoniac et de matière organique et minérale qui colmatent progressivement le lit de l'oued dans lequel sont rejetées les eaux.

On observe alors la disparition de la faune aquatique d'une part et d'autre par l'utilisation du plan d'eau pour divers activités devient interdite.

VI-7-CONCLUSION:

La qualité des eaux souterraines et superficielles prélevés dans la région d'étude est fonction de plusieurs paramètres physiques, chimiques, toxiques et biologiques.

Pour les eaux souterraines la variation des différents paramètres est en fonction de plusieurs facteurs tels que la lithologie du terrain, facteurs extérieurs (température) par contre les eaux superficielles les valeurs excessives des différents paramètres est due aux rejets d'eaux usées urbaines et industrielles dans les cours d'eaux.

Pour connaître l'état actuel des eaux naturelles dans la région d'El Tarf une méthode des indices de pollution organique a été retenue pour l'établissement de la carte de la pollution organique, d'où cette dernière a montré que les différentes eaux de la région d'étude passent d'une qualité à une autre (pollution organique forte à très forte), on observe alors que l'utilisation du plan d'eau pour diverses activités devient interdite.

Pour remédier aux problèmes posés une proposition d'une station d'épuration est souhaitable.

L'oued Kebir Est qui représente un cours d'eau principal dans le bassin de la Mafragh reçoit la totalité des rejets du centre de la ville d'El Tarf, d'où une pollution importante ; cette dernière nous a emmenés à choisir ce centre comme exemple de dimensionnement.

CHAPITRE VI

LA STATION D'ÉPURATION

VII-1-INTRODUCTION :

Pour la détermination de la capacité de la station d'épuration et l'estimation de la composition des eaux usées, on tiendra compte des données actuelles sur :

La population

Les industries

Le réseau d'assainissement

La consommation en eau, et l'évaluation de tous ces paramètres dans les années à venir.

Les données des analyses des eaux usées, nous donneront une idée approximative sur la composition des eaux usées et nous renseigneront sur la biodégradabilité de l'effluent à traiter.

L'objectif de l'étude est de faire le dimensionnement en considérant deux horizons.

1^{er} horizon : une installation satisfaisant les besoins des moyen terme correspondant à l'horizon 2014.

2^{ème} horizon : une extension de l'installation initiale pour répondre aux besoins de l'année 2031.

VII-2-DETRMINATION DE LA CAPACITE DE LA STATION :**VII-2-1-Données de Base :****VII-2-1-1-Localité d'El Tarf :****VII-2-1-1-1-Estimation de la Population Future :**

La ville d'El Tarf présente une population de 7847 habitants en 1998, suivant les indications de la direction de planification et d'aménagement du territoire d'El Tarf avec un taux d'accroissement de 3,39 %.

L'estimation de la population future dans le centre d'El Tarf, suit un modèle exponentiel défini par la relation suivante :

$$P_n = P_0 (1+T)^n$$

P_n : La population future après n années.

P_0 : La population actuelle.

T : Le taux d'accroissement démographique $T= 3,39 \%$.

n : Nombre d'années séparant l'année de référence de l'année considérée.

Nous obtenons le tableau suivant :

Tab n°34 : Evolution de la population aux différents horizons.

Centre	Population a l'horizon		
	2006	2014	2031
El Tarf	10245	13377	23577

VII-2-1-1-2-Estimation des Besoins en Eau aux Différents Horizons :**VII-2-1-1-2-1-Besoins en Eau Domestique :**

Selon les renseignements fournis par les services de la subdivision de l'hydraulique d'El Tarf la dotation en eau potable est de 135 l/j/hab en 2006, 250 l/j/hab en 2014 et 400 l/j/hab en 2031.

Tab n°35 : Besoins en eau domestique

Horizons	Population	Dotation l/j/hab	Débit moyen journalier en m ³ /j
2006	10245	135	1383,07
2014	13377	250	3344,25
2031	23577	400	9430,8

VII-2-1-1-2-2-Les Pertes :

Les pertes en eau sont inéluctables dans les réseaux d'alimentation en eau potable.

Elles sont diverses et sont exprimées en fonction du coefficient des pertes K_f , qui est le rapport entre le volume annuel facturé et le volume annuel produit.

Dans un réseau bien entretenu ; les pertes atteignent couramment jusqu'à 25 % de la consommation et de 25 % à 30 % pour un réseau moyennement entretenu ; elles peuvent atteindre voir même dépassé 50 % pour des réseaux mal entretenus.

Le débit des pertes s'exprime par la relation suivante :

$$Q_f = K_f \times Q_{\text{moyj}}$$

VII-2-1-1-2-3-Besoins Récapitulatifs de la Ville d'El Tarf :

Les besoins en eau de toute la ville d'El Tarf avec majoration de 30 % de pertes sont indiqués au tableau suivant :

Tab n°36 : Besoins en eau de la ville d'El Tarf

Horizons	2006	2014	2031
Besoins domestiques (m ³ /j)	1383,07	3344,25	9430,8
Pertes (30%)	404,92	1003,27	2829,24
Besoins en eau (m ³ /j)	1798	4347,52	12260,04

VII-2-1-1-2-4-Estimation du Débit des Eaux Usées :

Pour l'estimation du débit des eaux usées qui sera traitée à la station d'épuration il faut prendre en considération le taux de raccordement de la population au réseau des eaux usées et le taux de réduction des ces dernières.

En se basant sur les nouvelles réalisations de canalisation et sur la base des renseignements fournis, on se basera sur les valeurs suivantes :

* Taux de raccordement :

Selon les renseignements fournis par la direction de l'hydraulique d'El Tarf le taux de raccordement au réseau d'assainissement urbain est de 96 %.

* Taux de réduction :

R = 80 %.

Ainsi les volumes journaliers des rejets aux horizons définis dans l'objectif de notre mémoire à savoir 2014 et 2031 sont indiqués au tableau suivant :

Tab n°37 : Estimation des débits d'eaux usées.

Horizons	2006	2014	2031
Débits des eaux usées (m ³ /j)	1438,4	3478,02	9808,03

VII-2-1-1-3-Estimation de la Composition des Eaux Usées :

Pour déterminer la composition des effluents qui peuvent être retrouvés en tête de la station , il faut disposer de données spécifiques permettant une approche de la connaissance de la composition des eaux usées.

La charge polluante est évaluée par deux paramètres de pollution la DBO et les matières en suspension (MES).

Le réseau d'assainissement de la ville d'El Tarf est de type séparatif, pour cette raison on à retenu les normes suivantes :

Demande biochimique en oxygène (DBO₅) : 54 g/hab/j.

Matières en suspension (MES) : 70 g/hab/j.

La charge polluante susceptible d'être retrouvée dans les rejets est évaluée dans le tableau suivant :

Tab n°38 : Estimation de la charge polluante.

Désignation / horizon	2006	2014	2031
DBO₅			
Charge journalière (kg/j)	553,23	722,35	1273,15
Concentration de l'effluent (mg/l)	384,61	207,69	129,81
MES			
Charge journalière (kg/j)	717,15	936,39	1650,39
Concentration de l'effluent (mg/l)	498,57	269,23	168,27

L'élaboration de toutes ces données recueillies ou estimées, permet de dimensionner la station d'épuration à partir de 2014, dont les caractéristiques sont mentionnées au tableau suivant :

Tab n°39 : Caractéristique de la station d'épuration de la ville d'El Tarf.

Désignation / Année	2006	2014	2031
Type de réseau	Séparatif		
Nombre d'équivalent habitants	10245	13377	23577
Charge hydraulique			
Consommation en eau potable (m³/j)	1383,07	3344,25	9430,8
Coefficient de rejet	80 %	80 %	80 %
Volume des eaux usées (m³/j)	1438,4	3478,02	9808,03
Débit moyen horaire par temps sec (m³/h)	59,93	144,92	408,67
Coefficient de pointe	2,04	1,85	1,71
Débit de pointe horaire par temps sec (m³/h)	122,25	268,10	698,83
Charge polluante			
Charge journalière en DBO₅ (kg/j)	553,23	722,35	1273,15
Concentration de l'effluent en DBO₅ (mg/l)	384,61	207,69	129,81
Charge journalière en MES (kg/j)	717,15	936,39	1650,39
Concentration de l'effluent en MES (mg/l)	498,57	269,23	168,27

VII-3-QUALITE DES EAUX USEES EPURES :

La qualité des eaux traitées doit être appréciable pour être déversée dans l'Oued Kebir Est sans aucune dégradation du milieu récepteur.

La station devra fournir une eau épurée de concentration en matières polluantes conforme aux normes suivantes :

VII-3-1-Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅) :

L'eau ne doit pas absorber en 05 jours à 20C° plus de 40 mg/l d'oxygène dissous en pleine charge sans dépasser 30 mg/l en moyenne sur 24 heures.

VII-3-2-Matières en Suspension Totale (MES) :

Inférieur ou égale à 40 mg/l.

VII-4-DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION :

La station de la ville d'El Tarf est conçue pour épurer les eaux usées à l'horizon 2014.

VII-4-1-Ouvrage de Prétraitement :

VII-4-1-1-Le Dégrillage :

Le dégrillage a pour but d'arrêter les matières volumineuses susceptibles d'obstruer les différentes unités de l'installation.

Les valeurs demandées et les conditions à respecter dans le calcul sont :

- Vitesse maximale dans la grille : $0,7 \leq V_g \leq 1,0$ m/s.
- L'espacement des barreaux de la grille : $b \geq 16$ mm (Annexe Tab n°09).

VII-4-1-1-1-Nombre d'E spacements entre les Barreaux :

Il est donné par la formule :

$$\eta = Q_{\max} / Z \cdot V_g \cdot b \cdot h$$

Q_{\max} : Le débit maximal $Q_{\max} = 0,1941$ m³/s.

Z : Nombre de grilles ($Z \geq 1$). On prend une grille.

V_g : Vitesse maximale dans la grille ($V_g = 1$ m/s).

b : Espacement des barreaux ($b = 16$ mm).

h : Hauteur d'eau égale à 0,6 m.

Application numérique donne $\eta = 21$.

VII-4-1-1-2-Calcul de la Largeur de la Grille :

La largeur de la grille est donnée par la formule :

$$B_g = n \cdot b + (n - 1) \cdot S$$

Avec :

S : épaisseur des barreaux, en prenant S = 10 mm l'application numérique donne

$$B_g = 0,53 \text{ m.}$$

VII-4-1-1-3-Calcul des Pertes de Charge dans la Grille :

Les pertes de charge dans la grille sont données par la formule :

$$\Delta H = K \cdot [V_g^2 / 2 \cdot g]$$

ΔH : pertes de charges dans la grille (m).

K : coefficient des pertes de charge, donné par la formule

Suivante :

$$K = B \cdot [S/b]^{4/3} \cdot \sin \alpha$$

α : inclinaison de la grille, elle est comprise entre (60° - 80°),

$$(\alpha = 60^\circ).$$

B : coefficient de forme des barreaux, il est de 2.42 pour une section rectangulaire.

S et b : sont respectivement l'épaisseur et l'espacement entre les barreaux (S = 10 mm, b = 16 mm).

Application numérique : K = 1,11, $\Delta H = 0,056$, $V_g = 1$ m/s.

VII-4-1-1-4-Calcul du Volume des Détritus dans la Grille :

Il est donné par la formule :

$$W = P \cdot N / 365 \cdot 10^3 \text{ [m}^3\text{/j]}$$

P : norme de déchets retenus, on la déduit en fonction de l'espacement des barreaux de la grille à partir du tableau (Annexe Tab n°09)

Pour b = 16 mm, P = 8 L/an/hab.

Application numérique : W = 0,52 m³/j.

W > 0,1 m³/j → la grille doit être nettoyer mécaniquement, et ses caractéristiques se résument comme suit :

- Hauteur maximal de l'eau = 0,6 m.
- Nombre d'espacement entre les barreaux = 21.
- Largeur de grille = 0,53 m.
- Epaisseur des barreaux = 10 mm.
- Espacement des barreaux = 16 mm.

VII-4-1-2-Le Déssablage :

Le déssablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules plus au moins fines, de façon à éviter les dépôts intempestifs dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitement ultérieurs.

Le domaine usuel du déssablage porte sur les particules dont la granulométrie est supérieure à 0,2 mm.

On distingue plusieurs types de déssableurs suivant la géométrie des bassins ou la circulation de l'eau.

-Les principaux types sont :

-Les déssableurs couloirs à section rectangulaire.

-Les déssableurs circulaires alimenté tangentiellement.

Le problème est beaucoup plus difficile à résoudre du fait de l'hétérogénéité du milieu.

Les déssableurs se calculent d'une manière que uniquement les graviers, sables et particules minérales plus au moins fines sédimentent mais non pas de matières organique.

Pour cela, la vitesse de passage d'eau doit être comprise entre 0,15-0,3 m/s.

On désire en effet séparer les sables des matières présentes dans les eaux et en particulier des matières organiques.

En effet les sables extraits contiennent toujours une certaine proposition de matières organiques qui sédimentent en même temps.

VII-4-1-2-1-Calcul de la Longueur du Déssableur :

Calcul de la longueur du déssableur pour un diamètre de sable à retenir 0,20 mm.

$$\text{Longueur utile du déssableur : } L_u = 1000 \times K_s \times h_1 \times V_s / U_0$$

K_s : Coefficient empirique = 1,7 (Annexe Tab n°10)

h_1 : Hauteur d'eau (théorique) = 0,5 m. $0,5 \text{ m} \leq h_1 \leq 2 \text{ m}$

V_s : Vitesse de passage d'eau = 0,3 m/s.

U_0 : Vitesse de sédimentation de la petite particule à retenir = 18,7 mm/s(Annexe Tab n°10).

Application numérique : $L_u = 13,63 \text{ m} = 14 \text{ m}$.

VII-4-1-2-2-Volume du Sable Sédimenté (W_1) :

Le volume du sable sédimenté est donné par :

$$W_1 = N.P.T / 1000 \text{ (m}^3\text{)}$$

Ou :

N : nombre d'habitants égale à 23577.

P : quantité du sable retenu l/h/j, P = 0,02 l/h/j (Annexe Tab n°11)

T : nombre de jours entre deux ; lavages du déssableur, pour éviter toute sorte de dégradation de matières organiques $T \leq 2$ jours.

$$T = 2 \text{ jours donc } W_1 = 0,94 \text{ m}^3$$

VII-4-1-2-3-Calcul du Lit de Séchage :

Avant la construction du lit de séchage, les sables doivent être lavés à l'eau propre puis stocker et évacuer pour utilisation ultérieure vers la décharge publique.

❖ Calcul de la Surface du Lit de Séchage (f).

$$f = W_s / q \text{ (m}^2\text{)}$$

Ou :

q : charge annuelle du sable à sécher, $q = 3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ an}$.

W_s : volume annuel du sable extrait qui se calcule de la manière suivante :

$$W_s = PN / 1000$$

$$W_s = 0,47 \text{ m}^3 / \text{j} = 171,55 \text{ m}^3 / \text{an} \text{ donc } f = 57,18 \text{ m}^2$$

VII-4-2-Traitement Biologique :

Les eaux dégrillées et dessablées sont acheminées vers les bassins d'aération où elles subissent une épuration biologique suivant le procédé des boues activées à faible charge.

VII-4-2-1-Bassin d'Aération :

Le bassin d'aération alimenté en eau à épurer doit être brassé et aéré :

-Le brassage permet d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des floes bactériens de l'eau usée.

-L'aération a pour but de dissoudre l'oxygène dans la liqueur afin de satisfaire les besoins des bactéries aérobies en oxygène.

L'aération peut être réalisée par de très nombreux dispositifs dont les principaux types sont :

-Le système à insufflation d'air,

-Les aérateurs mécaniques de surface. On peut distinguer :

-l'aérateur à axe vertical,

-L'aérateur à axe horizontal (brosses).

-Système d'aération combiné : système à turbine avec mobile d'agitation immergé sous lequel est injecté de l'air.

Le volume du bassin d'aération se calcule à partir du débit moyen journalier qui pour l'horizon 2014 égales à 3478,02 m³/j et pour 2031 est de 9808,03 m³/j.

-Pollution entrée journalière 722,35 Kg DBO₅ /j en 2014 et 1273,15 Kg DBO₅ /j en 2031.

Nous rappelons les limites de charge considérées dont les résultats sont mentionnés dans le tableau ci dessous :

Tab n°40 : Charge volumique et massique des différents procédés.

Charge	Charge massique Cm Kg/DBO ₅ /Kg boues/j	Charge volumique Cv Kg/DBO ₅ /m ³ /j
Très faible	< 0,07	< 0,35
Faible	0,07 < Cm < 0,2	0,35 < Cv < 0,6
Moyenne	0,2 < Cm < 0,5	0,6 < Cv < 1,5
Forte	> 0,5	> 1,5

-Charge volumique Cv = 0,270 Kg DBO₅ / m³/j.

-Charge massique **Cm = Cv / C boues.**

a_r: concentration des boues activées (g/l).

R_i: taux de recirculation des boues activées qui sera déterminé par :

$$R_i = a_b / 1000 / j_i - a_b$$

Ou :

a_b: concentration des boues dans le bassin d'activation, variable entre 1,5 g/l et 2,5 g/l.

j_i: indice des boues qui varie entre 70 et 130 cm³/g.

Pour **a_b** = 2g/l et **j_i** = 100 cm³/g.

La valeur de **R_i** sera égale à 0,20 g/l.

La concentration des boues activées est déterminée par la formule :

$$a_r = a_b [1/2R_i + 1]$$

D'où l'application numérique donne **a_r** = 7 g/l donc 0,270/ 7= 0,038 Kg DBO₅/Kg boue/j

Le volume du bassin = **pollution entrée / charge volumique.**

$$= 722,35 / 0,27 = 2675,37 \text{ m}^3 \text{ en 2014 et } 4715,37 \text{ m}^3 \text{ en 2031.}$$

Selon les calculs effectués il faut en 2014 un bassin d'aération d'une dimension unitaire suivante.

Les caractéristiques du bassin sont :

- Type de l'ouvrage : carré.
- Longueur du bassin : 25 m.
- Largeur du bassin : 25 m.
- Hauteur d'eau du bassin : 4,3 m.
- Volume unitaire : 2687,5 m³.

Et un autre en plus en 2031 avec un volume totale des deux bassins de 5375 m³.

Le temps de séjour dans le bassin d'aération en 2014 est :

- Pour le débit moyen par temps sec : 18,54 h.
- Pour le débit de pointe par temps sec : 10,02 h.

Le temps de séjour dans les bassins d'aération en 2031 est :

- Pour le débit moyen par temps sec : 13,15 h.
- Pour le débit de pointe par temps sec : 7,69 h.

VII-4-2-1-1-Besoin en Oxygène :

Les bactéries étant aérobies utilisent l'oxygène pour la respiration endogène et pour l'assimilation du substrat.

En première approximation ces deux termes peuvent s'écrire :

$$B_{O_2} = a' L_e + b' S_a$$

B_{O₂} : Besoin théorique journalière en oxygène exprimé Kg O₂/j.

L_e : Pollution à éliminer en DBO₅/j (pour les raisons de sécurité, nous avons assimilé cette valeur à la DBO₅ entrante).

S_a : Les quantités des boues présentes dans le bassin d'aération en Kg égale à **Vx C** égale à 18812,5 Kg en 2014 et 37625 Kg en 2031.

a' b' : Coefficient de respiration déterminées en fonction de la charge massique : a' = 0,54 , b' = 0,04 .

Les besoins théoriques de pointe et donnés par la relation suivante :

$$P_{O_2} = a' L_e / 14 + b' S_a / 24$$

Ces besoins théoriques doivent être majorée d'un coefficient de transfert global 0,65 pour avoir les besoins réels.

- Besoins total théorique /jour : 1142,57 Kg O₂/j en 2014 et 2192,50 Kg O₂/j en 2031.
- Besoins total réel/jour : 742,67 Kg O₂/j en 2014 et 1425,13 Kg O₂/j en 2031.
- Besoins de pointe théorique : 59,22 Kg O₂/h en 2014 et 111,82 Kg O₂/h en 2031.
- Besoins de pointe réels : 38,49 Kg O₂/h en 2014 et 72,68 Kg O₂/h en 2031.

VII-4-2-1-2-Calcul de Temps de Séjour :

En 2014 :

- Temps de séjour au débit moyen par temps sec : 18,54 h.
- Temps de séjour au débit de pointe par temps sec : 10,02 h.

En 2031 :

- Temps de séjour au débit moyen par temps sec : 13,15 h.
- Temps de séjour au débit de pointe par temps sec : 7,69 h.

VII-4-2-1-3-Age des Boues :

L'âge des boues est égale au rapport : boues dans le bassin / boues produites.

Les boues produites sont de l'ordre de 69,3 % de la DBO₅ a l'entrée du bassin.

- DBO éliminé : $722,35 \times 0,9 = 650,12$ Kg/j en 2014 et 1145,84 Kg/j en 2031.
- Production de boues : $722,35 \times 0,693 = 500,59$ Kg/j en 2014 et 882,29 Kg/j en 2031.
- Boues dans le bassin : 18812,5 Kg en 2014 et 37625 Kg en 2031.
- L'âge des boues : 37,58 jours en 2014 et 42,64 jours en 2031.

VII-4-2-1-4-Choix des Aérateurs de Surface :

Il faut en 2014 un aérateur de surface dans le bassin, l'aérateur doit délivrer au moins 38,5 Kg O₂/J et deux aérateurs en 2031 dont un dans chaque bassin ; chaque aérateur doit délivrer au moins 36,5 Kg O₂/J.

VII-4-2-2-Décantation Secondaire :

Après aération, les eaux sont dirigées vers les décanteurs secondaires pour une élimination des floccs formés (boues inertes).

Une partie des boues dans les bassins d'aération pour la régénération des bactéries épuratrices.

L'ouvrage de la décantation secondaire est de type circulaire raclé en béton armé de caractéristiques suivantes :

- Surface totale pour le débit moyen : 72,46 m² en 2014 et 204,34 m² en 2031.
- Surface totale pour le débit de pointe : 134,05 m² en 2014 et 349,42 m² en 2031.
- Surface unitaire : 254,34 m².

D'après l'Annexe Tab n°12 on Prendras un décanteur circulaire en 2014 et en 2031 de :

- Diamètre : 18 m.
- Profondeur : 3,7 m.
- Volume de la zone de décantation est de 788 m³ et le volume de la zone de boue est de 160 m³.
- Temps de séjour au débit de pointe : 8,82 h en 2014 et 3,38 h en 2031.
- Temps de séjour au débit moyen par temps sec : 16,31 h en 2014 et 5,78 h en 2031.

VII-4-2-2-1-Bilan des Boues :

La quantité des boues produites par les décanteurs secondaires peut être déterminée par la relation suivante :

$$S = S_m + 0,25 S_0 + 0,25 a_m L_e - S_{eff}$$

S_m : Quantité des matières minérales nom éliminées par le traitement ; elle représente 30 % des matières en suspension.

S_0 : Quantité des matières sèches nom biodégradable ; elle représente 70 % des matières en suspension.

a_m : Coefficient de rendement cellulaire, $a_m = 0,55$.

L_e : Pollution dégradée.

S_{eff} : Quantité des MES rejetée dans le milieu récepteur avec l'effluent épuré.

Donc S égale à 534,18 Kg/j en 2014 et 941,5 Kg/j en 2031.

VII-4-2-2-2-Age des Boues :

$$A = X \cdot t / S_i$$

X : Volume du bassin d'aération.

T : Concentration en boue.

S_i : boue produite en excès par le décanteur secondaire pour la phase i.

A : 38 jours en 2014 et 43 jours en 2031.

L'age des boues est élevé, ce qui indique qu'une minéralisation très poussée des boues sera obtenu.

VII-4-2-2-3-Recirculation des Boues :

Les débits de recirculation des boues sont fonction essentiellement de :

- La concentration en matières sèches dans le bassin.
- La concentration des boues après décantation.

VII-4-2-2-4-Taux de Recirculation :

$$R = I^{-1} / C$$

C : Le taux des MES dans les boues recirculées : $C = X_r / X_0$

X_r : Concentration des boues recirculées.

X_0 : Concentration en matières sèches dans le bassin.

I : Indice de MOHLMAN, pour un indice de MOHLMAN ; $I = 150$ mg/l c'est-à-dire on aura une bonne décantation, la concentration serait de 10 mg/l.

$I = 1200 / X_r$; $X_r = 8$, $X_0 = 5$ g/l.

Après application numérique on obtient $R = 1,66$.

Les débit de recirculation correspondants serait de :

-Au débit moyen $Q_r = 87,30$ m³/h en 2014 et 246,19 m³/h en 2031.

-Au débit de pointe $Q_r = 161,51$ m³/h en 2014 et 420,98 m³/h en 2031.

VII-4-3-Traitement des Boues :

Le traitement consiste à stabiliser les boues, dont le principe du fonctionnement est le même que celui du décanteur ou la décantation est de longue durée.

VII-4-3-1-Epaississement des Boues :

Les boues en excès sont refoulées vers l'ouvrage d'épaississement, les caractéristiques de cet ouvrage sont :

Production journalière des boues en excès : 534,18 Kg/j en 2014 et 941,5 Kg/j en 2031 (Il nous faut un épaisseur en 2014 et en 2031).

-Teneur en matière sèches : 12 g/l.

-Volume de boues à épaisseur : 44,52 m³/j en 2014 et 78,46 m³/j en 2031.

-Type d'ouvrage d'épaississement : circulaire –raclé.

-Diamètre : 10 m.

-Surface : 78,5 m².

-Charge massique : 3,40 Kg/m³ en 2014 et 5,99 Kg/m³ en 2031.

-Hauteur d'épaississement : 02 m.

-Volume utile de l'ouvrage : 157 m³.

-Concentration des boues à l'extraction : 40 g/l.

-Volume des boues envoyé vers les lits de séchage : 13,35 m³/j en 2014 et 23,54 m³/j en 2031.

VII-4-3-2-Lits de Séchage :

Les boues sont extraites de l'épaisseur et acheminées vers les lits de séchage dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Production annuelle en boues : 194975,7 Kg/an en 2014 et 343647,5 Kg/an en 2031.
- Teneur en matières sèches : 40 g/l.
- Volume correspondant : 4874,39 m³/an en 2014 et 8591,19 m³/an en 2031.

VII-5-CONCLUSION :

L'épuration des eaux usées dans la station d'épuration s'effectue par combinaison de plusieurs traitements élémentaires dont les bases peuvent être physiques, chimiques ou biologiques, d'où les différentes étapes de traitements sont :

- Traitement primaire.
- Traitement biologique.
- Traitement des boues.

Le choix de l'emplacement de la station d'épuration est fonction des données topographiques et les vents dominants, elle sera placée au point bas de la zone d'assainissement, à l'écart des zones d'habitations actuelles et futures.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La région d'El Tarf se situe à l'extrême Nord –Est de l'Algérie, s'étend sur une superficie d'environ 2891Km² avec une population de 420246 habitants répartie sur 24 communes et 07 daïras selon la vocation des zones (touristique, agricole, industrielle...etc.).

L'activité de la pêche sportive et touristique est très prisée dans cette région (littoral marin, espaces lacustres, oueds, barrages...etc.), le patrimoine forestier s'étend sur une superficie totale de 166 311 ha.

La région d'étude est un important pôle agricole dans l'Est algérien mais malheureusement elle souffre d'une menace réelle sur le milieu naturel qui se distingue par des déchets solides urbains, rejets d'eaux usées urbaines et industrielles, utilisation des épandages d'engrais et de pesticides d'où l'existence d'une pollution urbaine, industrielle, et agricole.

La région d'étude est alimentée par des ressources hydriques souterraines et superficielles; malgré toute ces richesses naturelles on remarque toujours une insuffisance et un déficit accru en la matière.

Géomorphologiquement existent plusieurs formes qui se présentent comme suit :

Les Marais de la Mekrada, les Grabbens, les Horests, les Massifs Rocheux et le Massif Dunaire, les Terrasses, et les différentes Plaines et Lacs d'eaux.

L'étude stratigraphique de la zone d'étude montre deux ensembles de terrains lithologiquement d'âges différents :

-un ensemble constitué d'affleurements de bordure caractérisé par les formations allant du crétacé supérieure au tertiaire.

-un ensemble constitué par des formations dunaires et alluvionnaires d'âge généralement quaternaire.

La région est affectée par un réseau de failles de direction Sud-Est, Nord-Ouest à la région d'El Kala et de Cap Rosa.

On remarque que les graviers, galets, sables argileux (Miopliocène) ainsi que les terrasses alluvionnaires (Quaternaire Ancien) et les sables littoraux des dunes (Quaternaire Récent) présentent d'importants réservoirs d'eau non négligeable.

L'étude climatique à montrée que le climat de la région se caractérise par des précipitations annuelles élevées augmentant de l'Ouest vers l'Est et d'après le diagramme pluvio-thermique P=2T on remarque deux périodes pour les deux stations: saison humide et l'autre sèche ; les eaux stagnantes jouent un rôle prépondérant dans l'hydrologie de la région, elles forment en effet de nombreux marais temporaires ou permanentes, les véritables lacs, les retenues collinaires, les barrages...etc.

L'aperçu hydrogéologique de la zone étudiée montre que les systèmes aquifères sont :

La nappe superficielle plus la nappe des graviers (confondues), la nappe du massif dunaire , la nappe superficielle plus la nappe captive (superposée), la nappe superficielle et semi captive d'Oum Teboul, la nappe du cordon dunaire, la nappe des terrasses, la nappe des graviers.

L'objectif principal de l'hydrochimie est la détermination de l'impact des rejets d'eaux usées urbaines et industrielles sur les eaux de surface en priorité et à un degré moindre sur les eaux souterraines.

Les différents rejets retenus pour étude on été choisi en raison de leurs implantations accessibles pour des prélèvements, quarante cinq points de prélèvement ont été échantillonnés dans la région d'étude pendant les hautes et les basses eaux, les analyses de ces points d'eaux montrent que les différentes eaux naturelles de la région d'étude passe d'une qualité a une autre, d'une pollution organique forte a une pollution organique très forte avec une valeur d'IPO de 01 à 2,33 ceci est due aux rejets d'eaux usées dans les cours d'eaux .

A cause de ces rejets on observe la disparition de la faune aquatique d'une part et d'autre part l'utilisation du plan d'eau pour diverses activités devenant interdite.

L'installation d'autres stations d'épurations est très souhaitable car un exemple de dimensionnement d'une station d'épuration a été effectué au niveau de la ville d'El Tarf d'où l'épuration des eaux usées dans la station s'effectue par combinaison de plusieurs traitements élémentaires dont les bases peuvent être physiques, chimiques ou biologiques, d'où les différentes étapes de traitements sont : traitement primaire, traitement biologique, traitement des boues.

Le choix de l'emplacement de la station d'épuration est fonction des données topographiques et les vents dominants, elle sera placée au point bas de la zone d'assainissement, à l'écart des zones d'habitations actuelles et futures.

AMAZON

Tab n°01:TABLEAU DES VARITIONS MENSUELLES DES PRECIPITATIONS
Station El Kala Période(1974/75-2003/04)

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
74/75	91,00	200,00	190,00	98,00	85,00	137,00	88,30	20,00	45,50	0,50	0,00	51,00	1006,30
75/76	2,50	37,00	200,00	75,00	66,00	104,00	126,00	43,00	36,00	28,00	23,00	49,00	789,50
76/77	43,00	253,00	255,00	55,00	110,00	86,00	12,50	78,10	31,00	23,50	0,00	27,00	974,10
77/78	20,00	10,50	204,40	50,50	189,00	134,00	94,00	93,40	33,80	3,10	0,00	0,00	832,70
78/79	12,50	99,60	164,10	35,50	104,20	178,30	93,80	161,00	13,00	15,50	0,00	1,10	878,60
79/80	44,50	42,00	229,60	31,00	49,30	20,50	128,10	91,30	58,50	0,00	0,00	8,00	702,80
80/81	45,00	97,00	148,00	200,00	140,00	90,00	70,00	50,00	50,00	30,00	14,50	7,00	941,50
81/82	6,50	45,00	56,10	150,00	186,00	6,00	113,00	84,00	36,00	0,00	0,00	45,00	727,60
82/83	54,50	110,30	157,70	213,60	7,00	35,40	91,80	5,40	14,70	2,50	0,00	0,00	692,90
83/84	80,50	108,40	127,70	130,00	142,10	86,60	112,90	48,20	8,10	4,70	0,50	4,00	853,70
84/85	85,50	172,30	66,00	287,50	223,00	82,20	76,70	21,20	41,10	0,00	0,00	0,00	1055,50
85/86	15,60	80,90	58,20	59,50	146,10	102,50	53,40	39,70	0,80	4,10	6,90	0,60	568,30
86/87	44,10	99,60	134,40	189,60	131,20	126,60	110,20	46,60	77,40	0,30	2,80	0,00	962,80
87/88	62,80	28,30	133,40	42,70	99,80	99,90	60,70	22,80	15,90	27,30	0,00	2,60	596,20
88/89	70,40	19,40	119,70	124,80	39,00	54,70	25,70	118,80	11,50	21,50	0,20	1,90	607,60
89/90	20,50	132,60	73,70	75,00	113,70	14,20	51,40	60,00	55,30	11,70	1,80	2,00	611,90
90/91	0,70	49,30	86,20	61,10	72,60	68,40	48,00	20,80	3,50	0,00	0,00	2,10	412,70
91/92	59,70	168,40	107,00	10,20	0,00	102,50	68,80	99,00	110,70	6,50	14,20	0,40	747,40
92/93	0,20	98,40	198,30	237,70	92,80	63,00	45,40	51,50	50,90	0,00	0,00	0,50	838,70
93/94	26,10	83,30	48,40	125,6	106,60	97,90	0,00	66,90	5,60	0,00	0,00	0,00	560,40
94/95	29,10	107,90	24,20	161,30	141,00	4,20	94,20	44,50	0,30	25,60	0,00	8,90	641,20
95/96	13,24	56,40	109,90	126,80	84,30	245,10	51,90	84,50	112,60	44,00	0,00	0,90	929,64
96/97	25,40	88,60	43,20	57,80	111,80	39,00	20,70	53,00	110,00	12,20	0,00	0,90	562,60
97/98	82,70	155,30	199,00	136,80	97,20	101,20	41,50	83,40	56,80	1,30	0,00	4,10	959,30
98/99	44,80	35,00	108,40	122,60	133,40	60,20	54,60	46,40	7,60	7,70	14,30	53,70	688,70
99/00	87,90	164,70	56,40	107,60	93,90	76,50	100,90	56,90	60,80	2,00	1,00	1,80	810,40
00/01	17,80	100,60	42,00	150,20	124,00	121,30	103,60	67,60	64,00	5,40	5,10	0,30	801,90
01/02	18,00	4,00	151,00	112,00	40,00	36,00	42,00	60,00	8,00	0,30	12,00	69,00	552,30
02/03	62,00	80,00	215,00	0,00	238,00	104,00	42,00	115,00	38,00	0,80	0,00	0,00	894,80
03/04	115,00	23	78,00	192,00	148,00	18,00	81,00	64,00	45,00	36,00	0,60	3,00	803,60
Moyenne Mensuelle	42,72	91,69	126,17	117,80	110,83	91,90	70,10	63,23	40,08	11,38	3,24	11,42	780,61

Tab n°02: TABLEAU DES VARITIONS MENSUELLES DES PRECIPITATIONS
Station Les Salines Période(1975/76-2004/05)

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
75/76	2,20	11,90	117,30	54,10	43,30	59,50	70,80	33,90	47,50	18,50	18,50	19,10	496,60
76/77	5,60	176,20	172,10	37,90	71,40	11,90	11,80	108,50	48,90	31,70	0,80	26,30	703,10
77/78	30,20	16,70	125,90	17,20	168,80	66,40	61,70	41,70	33,30	7,60	0,60	3,80	573,90
78/79	5,50	52,30	61,40	16,60	63,50	116,20	106,60	175,50	17,80	29,10	4,30	5,30	654,10
79/80	58,50	45,60	130,10	20,00	53,10	39,20	69,70	72,50	62,20	0,00	0,00	1,70	552,60
80/81	11,20	53,00	74,20	175,10	105,90	76,70	49,60	38,70	14,00	37,10	0,00	7,40	642,90
81/82	21,00	30,80	39,40	131,30	127,60	146,30	125,60	68,10	33,20	3,80	0,00	14,50	741,60
82/83	24,50	165,10	132,30	127,70	33,00	21,90	72,70	10,80	20,20	12,90	1,30	1,00	623,40
83/84	81,80	58,50	172,90	85,40	226,70	161,60	77,50	41,70	13,50	7,50	1,70	5,80	934,60
84/85	19,90	271,20	67,50	230,00	101,10	48,90	130,10	43,30	48,30	0,40	0,00	0,50	961,20
85/86	30,70	37,80	42,70	66,30	117,60	72,30	104,50	37,70	3,70	15,20	3,40	2,30	534,20
86/87	16,10	127,00	147,10	180,60	124,40	127,00	73,70	37,00	68,50	3,40	9,90	4,10	918,80
87/88	20,00	28,20	70,00	14,00	87,90	86,50	47,30	19,40	30,00	3,10	3,10	0,00	409,50
88/89	51,80	6,50	81,90	138,30	37,50	53,20	42,20	100,20	19,00	14,40	3,00	5,80	553,80
89/90	21,70	78,70	55,90	105,60	130,50	6,20	43,70	36,70	30,20	18,60	0,00	6,40	534,20
90/91	1,60	30,00	106,50	180,70	91,50	73,20	95,80	23,60	60,70	13,80	0,30	8,60	686,30
91/92	52,20	99,50	66,60	29,00	69,00	80,50	65,10	111,50	83,10	14,90	10,80	0,60	682,80
92/93	2,20	36,40	126,20	143,20	83,70	42,00	81,00	58,70	66,20	3,10	0,00	4,30	647,00
93/94	29,10	54,80	22,00	159,60	83,80	86,50	5,10	79,20	16,70	13,20	0,10	0,40	550,50
94/95	17,30	46,80	19,40	109,90	180,00	20,10	74,10	37,00	10,10	28,60	0,10	4,10	547,50
95/96	74,60	10,10	79,80	65,80	91,50	208,50	70,90	105,70	65,30	15,60	5,50	10,70	804,00
96/97	54,30	58,60	65,60	82,50	89,70	92,60	81,90	52,90	30,60	15,20	3,10	0,00	627,00
97/98	28,30	76,50	72,30	76,50	73,20	80,30	77,30	60,80	45,60	11,50	0,00	2,40	604,70
98/99	22,60	88,30	85,60	75,60	90,30	43,20	79,60	58,60	28,40	10,30	2,10	8,30	592,90
99/00	16,40	42,60	70,30	98,50	98,30	90,20	85,30	77,50	45,80	15,60	4,10	6,80	651,40
00/01	22,50	89,90	106,50	156,00	126,50	65,40	40,20	28,30	22,40	17,50	3,90	13,22	692,32
01/02	57,60	4,10	63,00	79,20	29,10	48,60	32,00	62,50	14,60	0,30	13,00	67,00	471,00
02/03	24,50	72,80	188,30	146,80	195,40	87,80	21,00	91,70	26,00	0,00	0,00	0,00	854,30
03/04	64,90	39,20	21,00	168,30	110,00	23,00	69,00	97,00	75,00	32,00	2,00	3,00	704,40
04/05	81,00	21,00	185,00	185,00	136,00	180,00	61,00	123,20	10,00	3,40	1,00	7,00	993,60
Moyenne Mensuelle	36,56	64,10	100,80	113,03	104,61	76,83	61,42	63,96	38,45	13,85	3,07	9,93	686,71

Tab n°03:TABLEAU DES VARITIONS MENSUELLES DES TEMPERATURES**Station El Kala Période(1974/75-2003/04)**

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
74/75	21,32	13,46	15,92	13,50	9,89	11,93	13,00	14,75	18,85	20,81	25,55	26,43	17,12
75/76	25,36	19,80	15,57	13,91	11,88	12,32	12,82	15,25	18,51	21,45	23,85	25,50	18,02
76/77	23,43	19,80	14,45	14,31	13,75	14,29	15,38	16,83	19,25	21,21	22,29	23,81	18,23
77/78	21,15	21,96	16,37	13,92	11,06	14,45	13,75	14,26	17,66	21,69	22,81	24,29	17,78
78/79	22,51	18,16	14,52	15,78	16,55	13,81	14,15	14,03	18,08	22,81	24,94	24,81	18,35
79/80	22,11	20,92	14,66	13,79	12,50	13,30	13,50	14,00	17,10	20,90	23,10	25,00	17,57
80/81	23,50	19,00	16,80	10,90	9,42	11,30	14,70	12,20	17,23	20,99	23,30	23,90	16,94
81/82	23,80	20,40	16,50	14,60	14,10	12,60	13,60	15,80	18,10	23,00	27,80	25,10	18,78
82/83	24,20	13,70	16,80	12,60	12,20	12,10	13,70	17,20	19,40	22,80	27,60	25,80	18,18
83/84	25,00	19,10	17,80	14,30	12,60	11,70	13,40	15,08	18,55	21,15	25,50	22,05	18,02
84/85	22,40	19,10	17,75	13,15	11,00	14,50	12,60	16,40	18,00	22,10	25,40	25,10	18,13
85/86	23,10	20,50	17,10	14,00	12,00	12,45	13,45	15,70	20,35	21,05	24,20	26,40	18,36
86/87	23,70	22,00	16,40	12,35	12,10	12,65	12,80	16,45	17,35	21,60	25,80	25,50	18,23
87/88	25,85	23,70	16,75	15,10	14,25	12,30	13,60	15,95	19,17	22,44	25,60	26,25	19,25
88/89	22,80	22,85	16,65	12,05	11,70	12,40	15,35	16,10	18,15	21,39	25,65	26,50	18,47
89/90	24,05	19,80	17,65	16,45	12,90	14,30	14,20	15,40	18,80	23,00	24,90	24,70	18,85
90/91	25,60	22,80	17,10	11,70	11,60	11,55	14,40	15,55	15,90	21,00	24,15	25,25	18,05
91/92	24,15	20,50	15,25	11,65	11,28	11,40	13,40	14,20	21,37	21,69	23,70	25,40	17,83
92/93	24,20	21,40	16,10	13,10	11,80	11,60	12,90	15,60	18,30	21,10	25,50	25,80	18,12
93/94	25,80	20,90	17,40	13,70	12,80	12,80	15,30	14,30	20,20	23,30	25,90	28,70	19,26
94/95	22,40	18,80	17,20	12,90	11,70	11,20	12,70	14,50	17,30	19,90	25,30	24,10	17,33
95/96	22,70	18,90	16,9,	15,00	14,50	12,10	14,60	16,30	19,30	22,50	25,50	27,00	18,95
96/97	24,18	20,92	14,69	13,79	12,50	13,30	13,50	14,00	17,10	20,90	23,10	26,00	17,83
97/98	23,50	19,22	16,80	10,90	9,42	11,30	14,80	13,90	17,23	20,79	23,30	24,90	17,17
98/99	23,80	20,40	16,50	14,60	12,10	11,40	12,60	15,80	19,60	23,00	27,30	25,10	18,52
99/00	24,20	17,25	16,60	13,20	12,20	12,10	13,20	17,20	19,80	22,32	26,60	27,40	18,51
00/01	24,30	19,28	17,30	14,30	12,60	11,70	13,40	15,08	19,45	21,15	25,50	23,30	18,11
01/02	24,10	23,25	17,05	12,85	12,10	13,30	15,05	17,05	19,45	23,70	25,50	25,30	19,06
02/03	23,75	21,70	17,65	0,00	12,95	11,75	14,65	17,60	19,60	25,80	27,85	29,45	18,56
03/04	24,60	22,85	17,70	13,25	12,75	14,00	14,70	15,85	17,90	22,10	25,50	27,65	19,07
Moyenne Mensuelle	23,710	20,080	16,530	13,500	12,270	12,530	13,840	15,410	18,560	21,920	25,090	25,540	18,240

Tab n°04: TABLEAU DES VARIATIONS MENSUELLES DES TEMPERATURES**Station Les Salines Période(1975/76-2004/05)**

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
75/76	23,86	17,98	13,86	11,74	10,47	10,66	11,36	13,92	17,49	21,08	23,82	24,52	16,73
76/77	22,17	17,77	12,82	12,23	12,25	13,03	13,30	15,11	17,99	10,88	24,04	23,59	16,27
77/78	21,07	20,10	15,46	12,12	9,68	13,02	12,75	13,85	17,28	21,04	23,26	24,40	17,00
78/79	22,25	17,13	12,68	13,92	12,60	12,44	12,72	13,01	17,53	21,92	24,02	24,49	17,06
79/80	21,29	19,11	13,16	12,05	10,53	11,55	12,37	13,07	16,66	20,78	22,70	24,78	16,50
80/81	23,00	18,21	15,32	9,94	9,78	10,76	14,11	15,90	18,11	21,64	23,27	24,00	17,00
81/82	23,54	20,45	14,61	13,72	12,22	11,54	12,55	14,66	18,23	23,80	27,43	25,53	18,19
82/83	23,42	19,89	15,43	11,28	10,27	10,16	12,63	15,69	18,69	21,97	26,70	25,41	17,63
83/84	23,58	19,44	16,63	12,44	11,01	10,69	11,59	14,48	17,43	20,93	24,97	24,02	17,27
84/85	21,99	17,84	16,21	11,76	10,09	13,20	11,62	15,87	17,62	21,94	25,32	24,59	17,34
85/86	22,68	19,43	16,44	12,49	11,14	11,19	12,74	14,92	19,67	21,04	14,25	25,68	16,81
86/87	23,25	20,78	15,41	11,52	10,84	11,85	12,17	14,30	16,99	21,62	25,12	25,81	17,47
87/88	25,21	22,17	15,46	13,75	12,54	10,83	13,43	15,69	19,33	22,50	25,38	26,19	18,54
88/89	22,28	12,34	14,97	11,20	10,03	11,19	14,28	15,20	17,95	21,37	25,23	26,44	16,87
89/90	23,65	19,12	16,07	14,83	11,67	13,49	13,70	15,16	18,81	22,41	24,97	24,75	18,22
90/91	25,48	21,46	16,11	10,73	10,25	10,73	14,85	13,68	15,68	21,30	24,80	25,63	17,56
91/92	24,71	19,88	14,24	10,81	9,79	10,76	12,87	14,74	17,74	21,24	23,31	25,56	17,14
92/93	24,30	20,23	16,41	12,72	10,65	10,65	12,20	15,00	18,85	21,80	24,60	25,93	17,78
93/94	23,40	20,85	15,16	12,85	12,35	12,35	13,80	14,20	19,60	21,90	28,20	28,70	18,61
94/95	26,00	20,80	17,70	13,43	11,70	11,70	12,70	14,30	19,30	21,65	24,75	26,30	18,36
95/96	23,40	20,30	16,80	14,70	12,92	12,92	13,85	15,65	18,20	21,50	24,30	25,90	18,37
96/97	21,90	19,40	16,50	14,40	13,50	13,50	12,80	15,40	19,15	23,70	25,50	26,00	18,48
97/98	22,45	21,15	16,60	14,20	12,50	12,50	13,95	16,45	18,40	23,60	24,70	25,20	18,48
98/99	22,80	19,00	16,30	13,00	11,00	13,00	12,90	16,00	18,50	24,50	20,70	24,50	17,68
99/00	22,80	19,30	16,60	10,80	11,80	11,80	13,50	15,30	18,70	22,50	19,60	24,70	17,28
00/01	24,00	18,90	15,40	12,10	13,10	11,50	12,50	14,40	16,50	23,50	21,40	25,60	17,41
01/02	22,90	21,90	15,30	11,30	9,90	11,50	13,70	15,20	18,70	22,70	24,70	24,90	17,73
02/03	22,60	19,60	16,30	13,50	11,50	10,60	13,30	16,10	18,50	24,80	27,50	28,20	18,54
03/04	23,50	21,20	16,10	11,70	11,50	12,10	12,70	14,40	17,20	20,80	24,50	26,20	17,66
04/05	23,00	21,00	13,90	12,20	9,20	9,20	12,40	15,30	18,90	23,40	25,80	25,00	17,44
Moyenne Mensuelle	23,480	19,970	15,450	12,670	11,250	11,650	12,780	15,010	18,320	22,010	24,840	25,630	17,760

Tab n°05:TABLEAU DES VARITIONS MENSUELLES D'HUMIDITE
Station El Kala Période(1984/85-2003/04)

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
84/85	50,00	59,00	46,00	58,00	50,70	49,00	56,00	54,00	58,00	54,00	55,00	57,00	53,89
85/86	64,00	57,00	59,00	53,00	56,00	52,00	59,00	52,00	55,00	60,00	58,00	59,00	57,00
86/87	54,00	54,00	60,00	62,00	54,00	58,00	64,00	57,00	65,00	58,00	62,00	57,00	58,75
87/88	57,00	47,00	54,00	63,00	51,00	64,00	54,00	62,00	63,00	65,70	64,00	65,00	59,14
88/89	58,00	52,00	69,00	70,40	70,00	63,00	59,00	48,00	64,00	66,70	57,60	68,00	62,14
89/90	63,00	68,00	57,00	61,00	69,00	69,00	71,00	65,00	69,00	85,80	71,00	68,00	68,07
90/91	62,00	64,00	62,00	79,80	80,70	83,70	78,00	76,00	68,20	71,80	71,70	74,30	72,68
91/92	73,00	68,30	73,50	/	/	75,20	72,40	73,40	81,40	73,80	80,30	76,10	74,74
92/93	70,70	72,50	76,90	73,60	/	/	74,30	72,90	76,50	70,70	68,70	72,50	72,93
93/94	70,50	71,40	72,00	78,00	77,50	78,00	81,70	81,10	71,00	73,00	70,50	/	74,97
94/95	66,00	75,90	79,00	75,20	/	/	/	/	/	/	/	57,10	70,64
95/96	55,10	59,70	59,90	60,20	59,90	66,40	81,70	/	/	77,00	64,40	71,90	65,62
96/97	71,10	69,80	65,60	64,90	69,10	80,20	77,20	59,00	57,70	62,40	65,60	56,30	66,58
97/98	62,00	60,70	61,80	63,10	69,00	74,50	72,40	61,40	63,30	55,00	69,10	72,50	65,40
98/99	73,80	78,10	75,70	77,60	81,50	89,30	73,03	70,50	74,10	71,00	72,50	71,00	75,68
99/00	69,04	58,70	70,00	69,00	76,30	54,60	73,20	63,00	71,30	73,70	45,20	42,00	63,84
00/01	67,00	53,00	47,20	53,50	61,20	58,90	49,20	61,80	65,20	53,10	53,80	75,10	58,25
01/02	72,90	58,70	58,60	61,60	56,00	62,40	58,90	56,40	54,90	52,30	56,40	58,30	58,95
02/03	74,90	54,10	52,80	/	76,70	59,40	57,40	62,40	57,30	61,80	53,20	49,90	59,99
03/04	73,00	69,80	72,70	74,90	74,70	70,31	71,70	73,35	72,18	72,53	70,18	67,48	71,90
Moyenne Mensuelle	65,500	62,800	63,900	67,500	66,400	66,700	67,200	63,700	65,600	65,300	62,500	64,100	65,060

Tab n°06: TABLEAU DES VARITIONS MENSUELLES D'HUMIDITE**Station Les Salines Période(1975/76-2004/05)**

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
75/76	70,40	71,31	79,40	82,00	80,30	82,60	80,80	76,40	80,80	75,10	75,40	72,90	77,284
76/77	71,80	81,30	82,00	78,80	81,80	79,60	75,40	71,40	73,20	72,30	73,00	70,90	75,958
77/78	74,40	68,70	76,30	77,60	72,66	71,42	73,19	77,02	74,12	69,60	67,01	70,61	72,719
78/79	69,13	76,40	76,22	69,70	71,93	74,62	77,40	76,30	74,00	75,40	67,80	71,60	73,375
79/80	78,60	77,30	75,10	74,07	73,50	76,60	74,70	72,57	75,17	70,30	68,46	70,33	73,892
80/81	71,91	70,90	76,65	77,99	72,60	80,43	80,59	79,54	73,80	72,30	70,54	72,79	75,003
81/82	71,10	71,88	77,29	72,38	76,85	82,82	76,33	79,21	79,48	71,01	65,60	73,46	74,784
82/83	72,73	69,16	78,20	79,49	76,77	75,05	75,73	71,22	69,56	68,64	61,31	72,05	72,493
83/84	69,82	75,62	81,74	74,10	82,00	78,00	77,00	77,00	69,00	72,00	69,00	80,00	75,440
84/85	76,00	79,00	73,00	79,00	80,00	76,00	79,00	76,00	80,00	77,00	75,00	73,00	76,917
85/86	79,00	75,00	73,00	78,00	77,00	73,00	78,00	72,00	74,00	75,00	70,00	73,00	74,750
86/87	71,00	80,00	80,00	80,00	78,00	73,00	70,00	68,00	73,00	72,00	67,00	71,00	73,583
87/88	69,00	77,00	75,00	77,00	78,00	73,00	70,00	68,00	73,00	72,00	67,00	71,00	72,500
88/89	69,00	77,00	75,00	77,00	78,00	73,00	70,00	68,00	73,00	72,00	67,00	71,00	72,500
89/90	73,00	77,00	77,00	77,00	83,00	78,00	75,00	78,00	77,00	75,00	69,00	71,00	75,833
90/91	73,00	75,00	76,00	82,00	98,00	77,00	75,00	77,00	72,00	75,00	72,00	74,00	77,167
91/92	80,00	75,00	79,00	73,00	79,00	77,00	76,00	75,00	78,00	71,00	76,00	73,00	76,000
92/93	73,00	73,00	81,00	81,00	83,00	81,00	78,00	77,00	77,00	78,00	72,00	76,00	77,500
93/94	72,00	72,00	73,00	81,00	79,00	72,00	78,00	75,00	75,00	74,00	69,00	65,00	73,750
94/95	51,00	77,00	75,00	79,00	76,00	76,00	73,00	75,00	70,00	78,00	76,00	73,00	73,250
95/96	74,00	76,00	69,00	76,00	74,00	77,00	73,00	76,00	76,00	74,00	69,00	73,00	73,917
96/97	70,00	72,00	66,00	68,00	72,00	78,00	75,00	71,00	69,00	72,00	70,00	69,00	71,000
97/98	80,00	76,00	83,00	79,00	77,00	80,00	72,00	70,00	76,00	66,00	71,00	73,00	75,250
98/99	69,00	74,00	81,00	78,00	81,00	79,00	71,00	73,00	75,00	71,00	69,00	71,00	74,333
99/00	72,00	67,00	78,00	78,00	80,00	75,00	75,00	69,00	80,00	76,00	69,00	68,00	73,917
00/01	70,00	76,00	73,00	75,00	75,00	75,00	71,00	74,00	78,00	69,00	71,00	73,00	73,333
01/02	74,00	76,00	74,00	76,00	76,00	79,00	75,00	76,00	68,00	70,00	71,00	74,00	74,083
02/03	74,00	74,00	74,00	77,00	78,00	77,00	76,00	79,00	79,00	72,00	69,00	67,00	74,667
03/04	77,00	74,00	75,00	76,00	78,60	77,40	80,80	80,40	78,90	77,00	73,60	70,10	76,567
04/05	74,00	72,90	82,70	81,00	84,00	79,50	82,50	80,00	78,20	75,10	71,40	71,50	77,733
Moyenne Mensuelle	72,320	74,582	76,520	77,150	78,434	74,280	75,481	74,602	74,974	72,925	70,071	71,390	74,470

Tab n°07:TABLEAU DES VARITIONS MENSUELLES DES VENTS
Station El Kala Période(1984/85-2001/02)

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
84/85	2,10	2,10	2,10	2,50	2,50	2,50	2,80	2,50	2,30	2,00	1,60	1,80	2,23
85/86	2,00	1,60	2,10	2,70	2,70	2,40	2,10	2,30	1,40	1,50	1,30	1,90	2,00
86/87	1,90	2,30	2,50	2,50	2,50	2,90	3,10	2,50	1,80	1,40	1,70	1,80	2,24
87/88	2,90	2,40	2,20	3,00	3,00	3,00	2,70	1,90	1,80	2,00	1,30	1,20	2,28
88/89	1,70	1,40	1,90	1,40	1,40	2,50	2,10	2,40	1,50	1,50	1,50	1,40	1,73
89/90	1,80	1,80	1,40	1,70	1,70	2,10	1,70	2,30	1,60	1,90	1,50	1,00	1,71
90/91	1,50	1,80	2,20	1,60	1,60	/	1,70	2,20	2,10	2,10	2,00	1,60	1,85
91/92	2,10	2,80	2,10	/	/	2,40	2,80	3,30	2,40	2,30	1,40	2,50	2,41
92/93	1,50	3,00	3,00	/	/	/	2,70	1,70	2,20	0,80	3,10	1,80	2,20
93/94	2,70	2,40	2,40	3,10	3,10	3,00	2,20	2,60	2,30	2,30	1,10	/	2,47
94/95	2,80	2,60	2,00	/	/	/	/	/	/	/	/	2,40	2,45
95/96	2,80	1,60	3,30	/	/	/	/	/	/	/	/	/	2,57
96/97	/	/	/	/	/	/	/	2,50	3,30	3,10	2,70	3,00	2,92
97/98	2,20	3,40	3,50	4,00	4,00	2,60	3,60	2,80	4,30	2,70	2,00	2,50	3,13
98/99	3,60	2,10	2,30	2,30	2,30	3,50	2,80	2,30	3,00	2,00	2,50	2,70	2,62
99/00	3,50	1,50	3,80	2,10	2,10	2,60	2,90	1,35	2,50	2,30	2,30	1,50	2,37
00/01	1,30	1,40	1,60	2,10	2,10	2,00	1,60	1,60	1,20	1,20	1,30	1,00	1,53
01/02	1,00	1,20	1,60	1,20	1,20	1,60	1,40	1,60	1,30	1,30	1,70	1,30	1,37
Moyenne Mensuelle	2,210	2,000	2,353	2,360	2,323	2,546	2,413	2,241	2,200	1,900	1,813	1,400	2,100

Tab n°08:TBLEAU DES VARITIONS MENSUELLES DES VENTS
Station Les Salines Période(1975/76-2004/05)

Mois Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moyenne Annuelles
75/76	1,50	3,60	1,50	2,20	2,80	1,80	1,50	1,30	1,60	1,40	1,20	1,60	1,83
76/77	1,70	2,00	1,90	2,40	2,70	1,50	2,20	2,40	1,30	1,70	1,50	1,50	1,90
77/78	1,50	1,30	1,60	1,50	1,80	1,90	1,70	1,90	1,50	1,10	1,10	1,30	1,52
78/79	1,10	1,30	1,70	2,10	1,40	1,80	1,30	1,20	1,10	1,10	1,40	1,50	1,42
79/80	1,60	1,30	1,70	2,00	1,60	1,30	2,00	1,30	1,40	1,50	1,20	1,30	1,52
80/81	1,10	1,40	1,60	2,00	3,60	2,70	2,10	1,50	1,30	1,50	1,50	1,60	1,83
81/82	1,70	1,40	1,70	2,30	1,50	1,70	2,20	1,60	1,40	1,30	1,40	1,80	1,67
82/83	1,80	2,30	2,40	2,00	1,80	1,60	1,80	1,00	1,10	1,40	2,00	2,00	1,77
83/84	1,90	1,70	1,70	2,80	2,70	3,40	3,60	3,00	2,80	2,50	2,00	3,60	2,64
84/85	3,10	1,70	1,90	4,70	3,20	3,10	4,30	3,50	3,30	3,10	2,10	3,20	3,10
85/86	3,00	2,50	2,70	2,40	3,40	3,10	2,60	3,60	3,60	4,40	4,70	4,40	3,37
86/87	4,20	4,20	4,10	4,50	5,10	4,10	4,00	4,00	3,40	4,00	4,10	3,90	4,13
87/88	3,60	3,70	4,70	2,90	4,70	4,40	5,00	3,80	4,10	3,80	4,10	3,80	4,05
88/89	3,60	2,70	2,90	4,20	2,90	3,70	4,20	4,50	3,70	3,60	4,40	4,00	3,70
89/90	3,90	3,50	2,80	2,90	3,20	3,90	3,50	3,90	4,00	3,80	4,30	3,10	3,57
90/91	3,70	3,50	4,00	4,80	3,70	3,50	4,40	3,70	4,10	2,90	3,90	3,50	3,81
91/92	3,50	3,50	3,10	3,70	2,70	3,00	3,30	4,10	3,40	3,10	3,60	3,40	3,37
92/93	3,60	3,40	3,40	4,00	3,30	3,80	3,80	3,90	3,60	3,80	4,10	3,70	3,70
93/94	3,60	3,30	3,40	3,70	4,40	4,20	2,90	4,30	3,70	4,40	3,80	3,60	3,78
94/95	3,40	2,80	3,20	3,90	4,90	3,80	4,30	4,30	4,00	3,80	4,10	4,20	3,89
95/96	4,30	3,70	2,60	3,90	3,10	4,80	3,40	3,20	3,50	3,80	3,90	3,90	3,68
96/97	3,70	3,90	3,90	3,90	3,00	3,40	3,80	4,40	3,90	3,90	4,50	3,90	3,85
97/98	3,00	3,80	3,70	3,90	3,20	3,20	3,90	3,80	3,60	4,00	4,40	4,00	3,71
98/99	4,10	3,90	4,00	4,10	3,60	4,90	4,30	4,00	3,70	4,50	4,70	4,50	4,19
99/00	4,60	3,50	4,00	5,00	3,60	4,10	4,00	3,90	3,20	3,60	3,40	3,60	3,88
00/01	3,70	3,70	4,00	3,90	4,10	4,00	3,80	4,10	3,50	3,60	4,00	3,60	3,83
01/02	3,10	2,80	3,90	4,00	3,60	3,70	3,80	3,60	4,10	3,70	3,80	3,40	3,63
02/03	3,40	3,60	4,90	4,50	4,90	3,90	3,50	3,90	3,50	3,80	4,00	3,90	3,98
03/04	4,20	3,90	3,90	4,80	4,70	3,60	3,50	3,70	3,80	4,00	4,00	3,80	3,99
04/05	3,80	2,80	3,90	3,90	3,80	4,60	3,00	3,00	2,60	1,70	1,50	1,50	3,01
Moyenne Mensuelle	3,010	2,840	3,070	3,400	3,300	3,280	3,250	3,200	2,980	3,040	3,170	3,100	3,100

Tab n°09: Degrilleur

Espacement entre les Barreaux	Quantité de Déchets (L/hab/an)
16-20	8
25-35	3
40-50	2.3
60-80	1.8

Tab n°10:Déssableur

Diamètre (mm)	U (mm/s)	Kr Déssableur Horizontal
0.1	2.12	-
0.15	13.20	-
0.20	18.70	1.7
0.25	24.20	1.3

Tab n°11:Déssableur

Type de Déssableur	U(mm/s)	Vmin (m/s)	Vmax (m/s)	H (m)	Sable Retour en I/hab.jour
Horizontal	18,7 à 24,2	0.15	0.30	0.5 à 2	0.02

Tab n°12: Décanteurs circulaires.

	Diamètre(m)	Profondeure(m)	Volume de la Zone	
			De Décantation	De Boue
Décanteur Primaire	18	3.4	788	130
Décanteur Secondaire	18	3.7	788	160
Décanteur Primaire	24	3.4	1400	210
Décanteur Secondaire	24	3.7	1400	280
Décanteur Primaire	30	3.4	2190	340
Décanteur Secondaire	30	3.7	2190	440
Décanteur Primaire	40	4.0	4580	710
Décanteur Secondaire	40	4.35	4580	915

- A & Abdiouene** (1999) Oued El Kebir dans la région d'El Kala : Description succincte (station I.N.R.H d'El Kala) -4p.
- Amron & Abdelaziz, Bouzata & Djamel** (1997) Vulnérabilité a la pollution des eaux naturelles dans la région d'El Tarf, Mémoire d'ingénieur d'état U. Annaba -71p.
- Bahroun & Sofia, Beramdane & Sandra** (2001) Assainissement d'El Kala, diagnostique et solution, Mémoire d'ingénieur d'état U. Annaba –p59...p80.
- Bouakba & Riad, Sakher & Kamel** (2003) Etude, vérification du système d'épuration des eaux usées et valorisation des déchets de la station d'épuration de la ville de Chelghoum Laid, Mémoire d'ingénieur d'état U. Annaba -74p.
- Bourrier & Régis, Satin & Marc, Selmi & Béchir** (2000) Guide technique de l'assainissement -680p.
- Daradji & el Fadhel** (2004) Identification quantitative et qualitative des ressources en eau de la région d'Annaba- El Tarf (Nord-Est de l'Algérie), Thèse de doctorat d'état 3^{ème} cycle U. Annaba -200p.
- Debieche & Taha Hocine** (2002) évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle ; Application à la basse plaine de la Seybouse "Nord-Est Algérien", Thèse de doctorat U. Constantine -179p.
- Direction de l'hydraulique d'El Tarf** (Janvier 2004) situation du secteur hydraulique -13p.
- Direction de l'hydraulique d'El Tarf** (Juin 2005) situation du secteur hydraulique -21p.
- Direction de l'hydraulique d'El Tarf** (Mai 2006) alimentation en eau potable et assainissement des agglomération -15p.
- Direction des forêts El Tarf** (2004), Atlas (IV) des zones humides Algériennes d'importance internationale-p16...p21.
- Direction des forêts El Tarf** (2002), Atlas des 26 zones humides Algériennes d'importance internationale-p56...p87.
- Direction des forêts El Tarf** (2004), Réunion nationale sur les peuplements porte graines El Tarf 21p.
- Direction du tourisme et de l'artisanat de la wilaya d'El Tarf** (1998), La wilaya d'El Tarf vous invite à découvrir ses sites merveilleux -5p.
- Direction du tourisme et de l'artisanat de la wilaya d'El Tarf** (1998), Potentialités touristiques, thermales et artisanales de la wilaya d'El Tarf -14p.
- Djidel & Mohamed** (2004) Etude hydro- chimique des nappes côtières cas des nappes du littorale de Annaba- El Kala (Nord-Est Algérien), Mémoire de magistère U. Annaba -108p.

- Gilbert & Castany** (1982) Ouvrage Principes et méthodes de l'hydrologie –p222...p233.
- Harami & Rima, Med Boutebene & Hind** (2003) L'impact des conserveries (Tomate) sur la qualité des eaux (superficielles-souterraines) région d'El Tarf, Mémoire d'ingénieur d'état U. Annaba -80p.
- Kaghouché & N, Senai & H** (2006) Dimensionnement d'une station d'épuration cas de la ville d'El Eulma, Mémoire de DEA U. Annaba -103p.
- Labar & Soufiane** (2004) Contribution à l'identification des aires inondables et qualité physico-chimique des eaux stagnantes temporaires dans la vallée de la Mafraghe (Extrême Nord-Est Algérien), Mémoire de magistère U. Annaba -111p.
- Les cahiers de l'agence** (2001), Le bassin versant Medjerda-Mellegue –p23...p24.
- Les cahiers de l'agence** (2000), Les 04 bassins des côtiers constantinois –p56...p75.
- Mouchara & Nabil** (2004) L'hydrogéologie du massif dunaire de Bouteldja et les possibilités de réalimentation artificielles de la nappe, Mémoire d'ingénieur d'état U. Annaba -59p.

Sits internet :

<http://www.google.fr/>.

<http://www.editionsdumoniteur.com/>.

<http://www.abh.dz/>.

<http://www.eau.fr/>.