



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt

Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Filière : **Ecologie et environnement**

Spécialité : **Protection des écosystèmes**

Présentée par : **SEDDAR YAGOUB Basma**

LAGRID Chaima

Thème

L'indice de qualité de l'eau pour l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux du parc national de Theniet El Had - Tissemsilt

Soutenu le 23, 06/2022

Devant le Jury :

Mr. MELIANI -K	Président	M.A. A	Univ-Tissemsilt
Mr. ARDJANE T.E- A	Encadrant	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
Mr. ZEMOUR -H	Co-Encadrant	Doctorant	Univ-Tiaret
Mr. : MAIRIF .M	Examineur	M.A.A.	Univ-Tissemsilt

2021/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

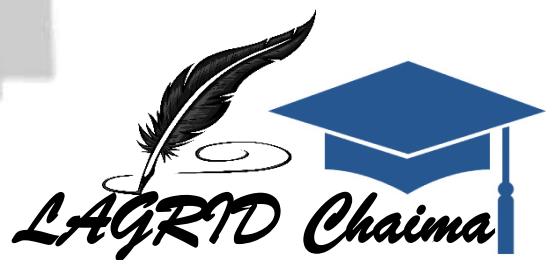
Tout d'abord, je remercie 'ALLAH' qui m'a donné la force, Le courage et la volonté.

Je dédie ce travail à :

A ma mère pour son amour ses sacrifices A mon père pour son soutien son affection est la confiance qu'il m'accordée

A Ma grande mère qui je souhaite une bonne santé

A tous les membres de ma famille, A tous mes amis de 2 eme année master protection des écosystèmes



Dédicace

Je dédie ce modeste travail du fond du cœur à toutes les personnes que j'aime :

***A mes chers parents** pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse,
leur soutien, et leur*

Prière tout au long de mes études.

*A mon frère **Mohamed Islam** et mes sœurs **Wafaa, Naima**, pour leurs
encouragements permanents et leur soutien moral.*

*A mes chers oncles **Taher, Rachid, Lakhdar, Ali et Tayab**.*

*A ma chère amie **LAGRID Chaima** et toute sa famille que je lui souhaite tous le
bonheur et le succès.*

*Et toutes mes amies **SEFRANI Noura, SAADI Fadila, MALIANIE
Zoulikha, TALOULE Zohra, YAKAR Abd El kader** et **BOULBANE Karim**.*

*A toute ma promotion de Protection des Ecosystèmes 2021/2022. Que ce travail
soit l'accomplissement de nos vœux tant allégués, Merci d'être toujours là pour
moi.*



SEDDAR YAGHUB Basma

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir guidés tout au long de notre vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, et qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

*Tout d'abord, nous remercions notre encadrant **Mr ARDJANE Tedj Eddine Adda** et Co-Encadrant **Mr ZEMOUR Hafidh***

*Qui a accepté de nous encadrer, pour nous avoir toujours soutenues, conseillée et guidée. Nous remercions également **Mr MAIRIF .Mr. MELIANI K** qui ont accepté présider ce jury. Et, d'avoir accepté examiner ce travail. Nous remercierons également tous les ingénieurs en particulier **Mme Linda, Mr DJATI Houari** du laboratoire d'ADE Tissemsilt, et **Mr LAFER** du laboratoire de l'université. On tient aussi à remercier **Mr ZEMOUR Kamel**. Nous tenons à remercier chaleureusement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

Sommaire :

La liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Chapitre I : Généralités sur les eaux

I.1.Définition de l'eau.....	03
I.1.2.Cycle de l'eau	03
I.2.Historique de du traitement des eaux.....	05
I.3. Importance des eaux	06
I.3.1. Eau dans l'organisme humain.....	06
I.3.2. Eau dans les aliments	06
I.3.3. Usage de l'eau.....	06
I.4. Qualités générales des eaux issues de diverse sources d'approvisionnement.....	07
I.4.1.Eaux de surface.....	07
I.4.2. Eaux de pluie	08
I.5. Eaux de souterraines.....	09
I.5.1. Eaux de mer	09
I.5.2. Eaux des sources	11
I.6. Paramètres organoleptiques.....	12
I.6.1. Couleur	12
I.6.2. Gouts et odeur.....	12
I.7. Paramètres physico-chimique	12
I.7.1 La température	12
I.7.2 Potentiel d'hydrogène PH	13
I.7.3 Conductivité électrique	13
I.7.4 Turbidité	13
I.7.5 Oxygène dissous (OD) et % De saturation en oxygène	13
I.7.6 Alcalinité TA et TAC	13
I.7.7 Les matières en suspension (MES).....	13
I.7.8 Résidus secs	14
I.7.9 Minéralisation globale	14

I.7.10 Calcium Ca ²⁺	14
I.7.11 Manganèse Mg ²⁺	14
I.7.12 Sodium Na ⁺	14
I.7.13 Potassium K ⁺	14
I.7.14 Chlorures Cl ⁻	15
I.7.15 Les sulfate SO ₄ ²⁻ -	15
I.8. Paramètres indésirable	15
I.8.1 Le fer	15
I.8.2 Aluminium	15
I.9. Traitement physique et chimique de d'eau	15
I.9.1 La coagulation	16
I.9.2 La floculation	16
I.9.3 La décantation – flottaison	16
I.9.4 Filtration	17
I.9.6 L'oxydation	17
I.9.7 La désinfection	18

Chapitre II : Présentation du site d'étude

II.1. Présentation générale	24
II.2. Historique	24
II.3. Présentation générale sur le parc national de Theniet el Had	25
II.3.1. Situation géographique du parc de Theniet El Had	25
II.4. Etude climatique	27
II.4.1. Les précipitations	27
II.4.1.1. Précipitations mensuelles	27
II.4.1.2. Précipitations saisonnières	28
II.4.2. Les températures	29
II.4.3. Les vents	30
II.4.4. L'humidité relative	30
II.4.5. L'enneigement	31
II.4.6. Synthèse climatique	31
II.4.6.1. Diagramme ombrothermique	31
II.4.6.2. Climagramme d'Emberger :	32
II.5. Etude du milieu physique	33

II.5.1. Présentation du relief	33
II.5.2. Altitude	33
II.5.3. Pente	34
II.5.4. Substrat géologique	34
II.5.5. Géomorphologie	34
II.6. Caractéristiques édaphiques	35
II.6.1. Pédologie	35
II.6.1.1. Les sols minéraux bruts d'érosion	35
II.6.1.2. Les sols brunifiés lessivés	35
II.6.1.3. Les sols peu évolués d'apport colluvial	35
II.6.2. Les Roches	36
II.6.3. Le réseau routier	37
II.7. L'érosion	38
II.8. Hydrologie	38
A. Les oueds	38
B. Les sources	38
C. Les étangs	39
II.9. La végétation	39
II.9.1. Les types végétaux	39
II.9.1.1. Strate arborée	39
II.9.1.2. La strate herbacée	41
II.9.1.3. La strate arbustive	41

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Introduction.....	44
2. Mode de prélèvement :	44
3. Matériels et méthodes :	47
3.1. Les paramètres physico chimiques mesurés :	48
3.1.1 Les paramètres physiques :	49
4. Etude hydrochimie	64
4.1 Calcul de l'Indice de qualité de l'eau (IQE).....	64
4.2 Diagramme de piper	73
4.3 Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF	74
4.4. Diagramme de Wilcox	77

4.5. L'interprétation du diagramme de Gibbs.....	78
4.6 Application de l'ACP.....	79
5. Conclusion Général.....	85
6. Références Bibliographie	
7. Les annexes	

Liste des abréviations

MES : Matière en suspension

(Mg/L) mg/L : Milligramme par litre.

Mg : Milligramme.

TH : Titre hydrotimétrique (mg/L).

TA : Titre alcalimétrique (mg/L).

TAC : Titre alcalimétrique complet (mg/L).

NTU : Unité Néphélométrique de Turbidité.

µS/cm : Micro Siemens par centimètre.

RS : Résidu sec (mg/L) .

PH : Potentiel d'hydrogène.

% : Pourcentage.

°C : Degré Celsius.

ADE : Algérienne des Eaux.

CE : Conductivité électrique .

L : Litres.

MO : Matière oxydable.

NH4 -: Ammonium.

NO2 -: Nitrites.

NO3 -: Nitrates.

PH : Potentiel d'hydrogène.

PO4 - : Ortho Phosphate.

T : Température.

V : Volume.

µm: Micro mètre.

PNTH :Parc national de Theniet el Had.

ONA : Office national d'assainissement.

F : Facteur de correction du titre d'AgNO₃.

°F : Degré français.

N : Normalité.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

S : source.

EDTA : acide éthylène diamine tétra-acétique.

BBT : bleu bromothymol.

Listes des figures

- Figure 01** : Molécule d'eau et quelques propriétés de l'eau.
- Figure 02** : conceptualisation du cycle de l'eau.
- Figure 03** : la situation du parc national de Theniet El Had.
- Figure 04** : les cantons du PNTEH.
- Figure 05** : Température mensuelles du PNTEN.
- Figure 06** : Précipitations mensuelles du PNTEH.
- Figure 07** : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN du PNTEH.
- Figure 08** : Climato grammed'EMBERGER du PNTEH.
- Figure 09** : Carte du réseau routier PNTEH.
- Figure 10** : les habitats naturels du PNTEH.
- Figure 11** : le prélèvement des échantillons dans la zone d'étude.
- Figure 12** : les analyses accomplies en laboratoire d'ADETissemsilt.
- Figure 13** : les analyses accomplies en laboratoire d'université.
- Figure 14** : PH Mètre.
- Figure 15** : Conductivité Mètre.
- Figure 16** : Numéro d'équipement.
- Figure 17** : Etuve.
- Figure 18** : spectrophotomètre.
- Figure 19** : Les capsules.
- Figure 20** : Résultats de calcium.
- Figure 21** : Résultats de Magnésium.
- Figure 22** : Floume photomètre.
- Figure 23** : Résultats de Chlore.
- Figure 24** : carte de l'indice de qualité des eaux
- Figure 25** : Diagramme de piper
- Figure 26** : Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF

Figure 27 : Digramme de Wilcox

Figure 28 : Diagramme de GIBBS

Figure 29 : Valeurs propres de la matrice de corrélation des paramètres physico-chimique des sources

Figure 30 : L'ACP des paramètres physico-chimiques des variables de sources sur les plans factoriels (F1-F2)

Figure 31 : L'ACP des paramètres physico-chimiques des sources sur les plans factoriels (F1-F2)

Listes des tableaux

Tableau 01 : Salinité des principales eaux mer.

Tableau 02 : Concentration des différents ions eau de mer.

Tableau 03 : Paramètres bactériologiques pour l'eau potable selon l'OMS.

Tableau 04 : Paramètres physico-chimique pour l'eau potable selon l'OMS et la norme algérienne.

Tableau 05 : Répartition mensuelle et annuelle de la pluviosité de 1913 – 1938.

Tableau 06 : Les données pluviométrique de PNTEH.

Tableau 07 : Répartition saisonnière de précipitations.

Tableau 08 : Les données thermique de la station PNTEH.

Tableau 07 : Les données thermique du PNTEH obtenues par extrapolation à partir de TEH.

Tableau 09 : Direction des vents de PNTEH.

Tableau 10 : Répartition de l'humidité relative dans la PNTEH.

Tableau 11 : Extrapolation des données de précipitations mensuelles et annuelles à partir de TEH pour Djebel El Madded.

Tableau 12 : Répartition mensuelle et annuelle des températures pour le PNTEH aux altitudes 853 et 1.787 m.

Tableau 13 : Valeur du quotient pluviométrique dans les 07 stations.

Tableau 14 : Données sue quelques étangs.

Tableau 15 : Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude.

Tableau 16 : Résultats des analyses chimique et physique des eaux des sources de PNTEH.

Tableau 17 : Classification et usage possible de l'eau selon l'IQE

Tableau 18 : Poids des paramètre physico-chimique et norme algérienne de qualité des eaux

Tableau 19 : Valeurs de l'indice IQE et classe de qualité des sources du PNTEH

Tableau 20 : Diagramme de GIBBS

Tableau 21 : Matrice de corrélation (ACP) entre les variables

RESUME

L'eau destinée à la consommation humaine nécessite une excellente qualité physico-chimique en répondant aux exigences des normes de potabilité. L'étude réalisée au cours de ce présent travail consiste à évaluer la qualité de l'eau de Parc National Theniet El Had. Tissemsilt vérifiant sa potabilité. Pour ce faire, des analyses physico-chimique (Température, PH, Conductivité, Chlorure, Sodium, Potassium, Calcium, Magnésium, Phosphate, Nitrate) ont été menées sur des échantillons d'eau brute collectés le mois mars et mai suivie d'une comparaison des résultats obtenus avec la norme algérienne.

Mots clés : Eau de source, Qualité physico-chimique, Etude hydrochimique, Le fer , Parc national de Theniet El Had.

تتطلب المياه المخصصة للاستهلاك البشري جودة فيزيائية-كيميائية ممتازة من خلال تلبية متطلبات معايير مياه الشرب. الدراسة التي أجريت خلال هذا العمل تتمثل في تقييم نوعية المياه في الحظيرة الوطنية لثنية الحد - تيسمسيلت والتحقق من صلاحيتها للشرب. للقيام بذلك، تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والتوصيل، والكلوريد، والصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والفوسفات، والنترات) على عينات من المياه الخام والمعالجة التي تم جمعها في مارس ومايو متبوعة بمقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها بالمعيار الجزائري.

الكلمات المفتاحية:

الحظيرة الوطنية لثنية الحد الجودة الفيزيائية والكيميائية، الدراسة الهيدروكيميائية، الحديد، مياه الينابيع،

Water intended for human consumption requires excellent physico-chemical quality by meeting the requirements of drinking water standards. The study carried out during this present work consists in evaluating the quality of the water of Theniet El Had National Park. Tissemsilt verifying its potability. to do this, physico-chemical analyzes (temperature, ph, conductivity, chloride, sodium, potassium, calcium, magnesium, phosphate, nitrate) were carried out on samples of raw and treated water collected in March and May followed by a comparison of the results obtained with the Algerian standard.

Keywords: Spring water, physico-chemical quality, hydro chemical study, Iron , The National Barn of Theniet El Had

Introduction

Introduction Générale

L'eau est la base de toute forme de vie. Elle est à la fois habitat, aliment, moyen de production, de transport et de loisir. Par ce qu'elle s'écoule partout, on a tendance à oublier que l'eau est un bien précieux sur Terre après l'oxygène. Donc, l'eau est le deuxième besoin vital pour notre organisme, or dans notre planète dont 97% des réserves d'eau sont salées et seulement 3% sont des eaux douces. En outre, l'eau est liée à d'autres ressources naturelles interconnectées à savoir la végétation, les êtres vivants et l'air.

L'eau est à la fois internationale, nationale, régionale et locale, elle occupe des échelles de temps et d'espace variées. Ce réseau complexe ne facilite pas la mise en place de mesures de gestion appropriées. A vrai dire, la pénurie de l'eau dans le monde, et la gestion des ressources en eau constituent l'un des problèmes les plus cruciaux du 21ème siècle.

Nous sommes maintenant devant la nécessité d'utiliser, de gérer, et de protéger l'eau de façon durable. Tout comme l'air que nous respirons, l'eau de qualité et en quantité suffisante est un trésor collectif indispensable et irremplaçable qui est en train de devenir un objet de conflits et de guerres ainsi que de commerce et de profits étonnants. Au moment même où l'humanité fait face à une sérieuse pénurie d'eau potable et donc à une crise grave qui menace la survie des humains sur Terre, des gouvernements et des institutions internationales tentent de s'épargner l'eau en finançant tout projet d'exploration de l'eau soit en surface ou en profondeur.

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique des sources d'eau de parc National Theniet EL Had-Tissemsilt.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons traité la thématique à travers les trois chapitres suivants :

✚ Dans le premier chapitre, est consacrée pour l'étude bibliographique qui est composée de : Importance des eaux, Historique de du traitement des eaux.

✚ Dans le deuxième chapitre, intitulé matériel et méthodes, est essentiellement consacrée à la présentation des caractéristiques générales de la zone d'étude et représente la démarche pour analyser la qualité de différents échantillons d'eau.

✚ Dans le troisième chapitre, La présentation et la discussion des résultats obtenus, ont fait. Enfin, nous tirons une conclusion générale.

Chapitre I :

Généralités sur l'eau

1. Définition de l'eau :

Signification pour l'eau L'appellation chimique pour l'eau H_2O lequel donné sur structure une résolution aqueuse diluée L'eau d'inventaire fluide masséter seul personnage indispensable aux préservations pour la passion et pour chacun les organismes connus Il existe sur 3 formes fluide stable soit gazeuse Cependant la généralité pour éventualité oriental présentée sur structure fluide puisque c'est la structure d'eau l'a encore répandue dans glèbe.

Dans conséquence l'eau couvre 71% pour la superficie pour la Glèbe soit 97% d'eau salée et 3% d'eau douce fin dans pour différents réservoirs Il se découvre sur structure fluide sur les océans les rivières soit les ruisseaux Mers lagunes étangs ruisseaux canaux fossés soit zones interstitielles lequel sont aussi incontinent sols d'eau fluide (**BERTRAND,2008**).

La molécule d'eau est constituée d'un édifice électronique stable, qualitativement

- Semblable au néon Le mot "eau" vient du latin *qua* c'est un composé chimique ubiquitaire
- Sur la terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. Il se trouve en général dans son état liquide. L'eau est quelque fois désignée sous le nom de solvant universel. Près de 70 de la face de la terre est recouverte d'eau (97d'eau salée et 3d'eau douce), essentiellement sous forme d'océans (**Lounnas, 2009**).

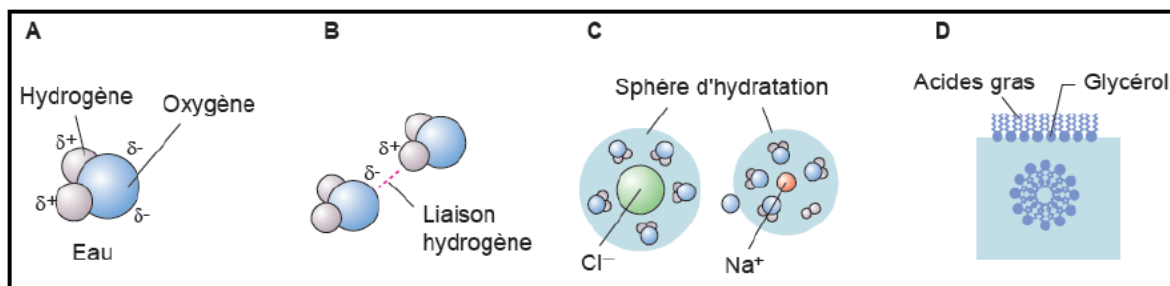


Figure01 :Molécule d'eau et quelques propriétés de l'eau (**Danie, 2012**).

1.2. cycle de l'eau :

Quelqu'un peut spécifier les mouvements pour l'eau dans la Glèbe contrairement incontinent influx sur seul principe de parcours arrêté soit les pertes sur l'espace et les apports dès le cellule de la Glèbe sont négligeables de l'échelle pour la culture humaine Une figuration simplet pour ce parcours implique incontinent mouvements d'eau incontinent masses océaniques sur l'atmosphère pour l'atmosphère sur les masses continentales puis incontinent masses continentales sur les océans Cette nature périodique oriental de l'origine du vocable généralissime attribué de ces mouvements d'eau formation pour l'eau La vérité oriental encore

implexe toutefois puisque la formation pour l'eau boisson comprend moult options pour cheminement. . (Nicolas Lauzon ,2012).

Les principaux cheminement pour l'eau présentés de la représentation figure 1 .sont l'eau produit pour l'apport fortifiant due propagation astral et tellurique et pour l'accélération gravitationnelle Dans l'eau l'évaporation stockée essentiellement sur les océans et l'évaporation de repartir pour ceux-ci résidence fréquemment identifiée contrairement le moment de Embarquement due formation pour l'eau L'évaporation oriental causée dans le adoucissement pour la calotte pour superficie incontinent océans dans le propagation astral ce lequel entraine ainsi pour la fumée d'eau sur l'exosphère Cette fumée se évacué puis au sens des mouvements incontinent masses d'oxygène dans incontinent phénomènes pour subsidence et d'advection Soumise de incontinent conditions favorables la fumée d'eau se concentration à constituer les nuages et provoquer incontinent précipitations sur structure pour enneigé soit pour averse. . (Nicolas Lauzon ,2012).

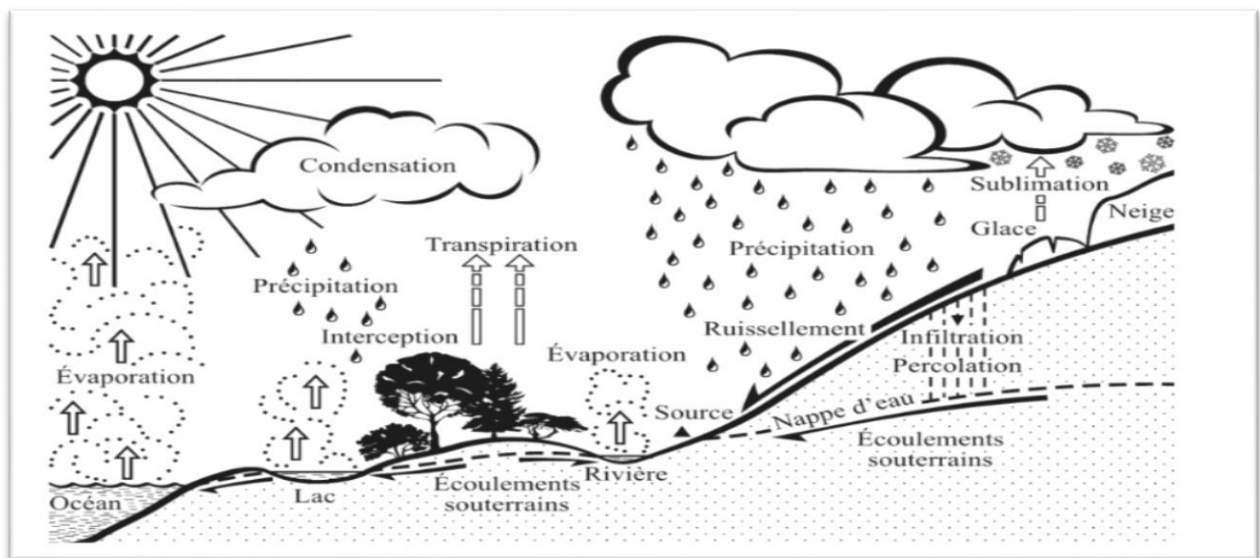


Figure 2 : Conceptualisation du cycle de l'eau. (Nicolas Lauzon ,2012).

Les cheminement pour l'eau se diversifient aux précipitations lequel atteignent les continents L'interception oriental la portion incontinent précipitations captée dans le couvert plante soit contrainte sur incontinent dépressions de superficie lequel retournera éventuellement sur l'atmosphère dans dissipation Une dissemblable portion incontinent précipitations s'accumule Sur les régions nordiques soit montagneuses sur structure pour enneigé et pour

glaçon Ces réserves d'eau stable absolument contrairement les rivières et les océans perdent une portion pour leur chargement de considération pour l'atmosphère dans poursuite d seul bouleversement pour étape pour l'état stable de l'état piquant seul mécanisme susnommé purification Finalement les pluies touchante plancher s'infiltrer de perçant dans les interstices de superficie et s'écoulent ensuite dans pesanteur sur le plancher rien sur chargé percolation) à rallier les nappes d'eau profondes Au même incontinent pentes es nappes peuvent revivre de superficie et former une résurgence approvisionnée dans les écoulements souterrains Ces écoulements Confluent ultimo sur les rivières et les océans et le parcours pour l'eau Jusqu' aux océans se poursuit de superficie Non le plancher oriental envahi soit non les précipitations dépassent la puissance d pénétration il se structure cependant seul écoulement de surface lequel achalandé immédiatement et promptement rivières et océans. . (Nicolas Lauzon ,2012)

L'eau libérée dans la fonderie pour la neige et pour la glace orientale équivalente de une pluie différée lequel entraînera pénétration et écoulement La biomasse de superficie de la Glèbe orientale régulièrement intégrée par la propagation pour l'eau sur la hydrosphère Les plantes extraient l'eau incontinent sols puis la libèrent sur structure pour fumée d'eau par Sudation sur l'atmosphère De encore pour la sudation les apports boisson vers l'atmosphère incluent l'évaporation par repartir pour la superficie incontinent sols incontinent rivières et autres plans d boisson pareillement pourquoi la purification pour la neige et incontinent glaces propagation astral. Pareillement une portion importante incontinent précipitations dans les continents tourne de l'atmosphère sous structure pour fumée d'eau vraiment préalablement pour s'écouler dans pesanteur jusqu'aux océans. (Nicolas Lauzon ,2012)

3.Historiques de du traitement des eaux :

L'une des références encore anciennes au conditionnement marin incontinent à utiliser est un document thérapeutique sanskrit datant de 2000 av. Dans la Rome laïque, les aqueducs transportaient immédiatement des mers de qualités diverses, quelqu'un consommait les meilleures d'entre elles, tandis que les médiocres étaient réservés aux bains et piscines et les pires au spectacle marin.

Dès 1852, à Londres, quelqu'un vota une loi-cadre qui stipulait que toute boisson destinée à l'usage humain devait rester filtrée. Avant 1870 les réels développements de la microbiologie permettaient d'isoler de nombreuses bactéries et de démontrer par peur absolue pourquoi l'eau pouvait transporter ces bactéries et de même faciliter la dissémination de diverses maladies.

Depuis le tournant du siècle. La désinfection continue de l'eau est désormais monnaie courante. Certaines évolutions dans les domaines de la décantation et de la filtration ont conduit à la réduction de la taille des équipements. De plus, l'adoption de techniques de laboratoire permet de mesurer avec une plus grande précision les concentrations des différentes substances contenues dans l'eau.

La tâche actuelle d'un expert en traitement de l'eau ne se limite pas à appliquer des principes bien connus, étant donné que la croissance démographique et l'industrialisation ont augmenté la quantité et la diversité des déchets rejetés dans les rivières et les lacs, entraînant l'émergence de nouveaux problèmes. Virus, métaux lourds, micropolluants et trihalométhanes posent tous des problèmes que le spécialiste doit résoudre tant techniquement qu'économiquement. **(Raymond Desjardins, 1997)**

4.1 Importance des eaux :

L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort. Elle constitue d'un autre côté le vecteur de nombreuses maladies à transmission hydrique comme la brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, pour ne citer que ces quelques maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde **(OUAHDI, 1995)**.

4.2 Eau dans l'organisme humain :

Elle constitue chez l'homme 71-73% de masse corporelle, l'eau représente le milieu essentiel de solution et d'inhibition de la substance organique elle indispensable au fonctionnement des protéines et à la manifestation des processus métabolique **(ENCARTA, 2006)**.

4.3 Eau dans les aliments :

L'eau représente également le constituant le plus abondant dans la plupart de nos aliments à l'état naturel, grains exceptés, le rôle essentiel que joue l'eau pour la structurer les autres caractères des denrées végétales et animales dont nous nous nourrissons caractères recherchés en raison de leur contribution à l'appétence des aliments **(CHEFTEL, 1978)**

4.4 Usage de l'eau :

L'eau est nécessaire pour de nombreux usages qui dépendent de sa quantité et sa qualité. Mais certains usages peuvent avoir un impact sur la ressource et compromettre à la fois le bon fonctionnement du milieu naturel et les autres usages qui en dépendent. Préserver l'eau, tout en conciliant l'ensemble des usages avec les besoins du milieu naturel, est donc un enjeu

d'intérêt général. Pour la préserver, nous devons la gérer ensemble à l'échelle du bassin versant.

On classe les usages de l'eau de la manière la plus classique en :

Alimentation en eau potable.

- Irrigation.
- Eau industrielle (C.G.E.D.D,2017)

5. Qualités générales des eaux issues de diverses sources d'approvisionnement :

N'importe qui peut trouver quatre principales sources d'eau brute. La mer pour l'averion, la mer pour la surface, la mer pour le souterrain et la mer pour l'océan. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction entre l'eau et le milieu environnant.

5.1 Eaux de surface

N'importe qui peut utiliser la mer à diverses fins, y compris mer pour le débit (partie amont), mer pour le débit (partie aval) et mer pour le L'âpreté est modéré pour toutes les mers orientales.

5.1.1 Eaux de rivière (partie amont)

Il s'agit de la circonférence du flanc est de la nation faiblarde et de la quasi - absence d'industries. Les propriétés les plus importantes de ces matériaux sont indiquées ci- dessous.

a) Haute turbidité En raison de la nature torrentielle des rivières, les mers transportent de grandes quantités de matériaux provoquant des interruptions.

a) Contagion bactérienne Faiblard La gêne humaine causée par l'industrialisation orientale est pratiquement inexistante.

c) température froide Ces eaux sont utilisées à la fois pour l'eau de source et pour la fondation des neiges et des glaciers incontinents.

d) Indicateur de teint Faiblard Ces sirènes n'ont pas eu l'occasion de séparer les principales sources de pigments botaniques.(**Raymond Desjardins 1997**)

5.1.2 Eaux de rivière (partie aval)

Laval d'un fleuve oriental de généralissime sis sur une province soit la nation est touffu d'agriculture développée ct les industries encore soit minimum nombreuses. Les mers y sont

alors ordinairement pour minimum bobonne perfection et encore difficiles de traiter qu'en départ Les principales caractéristiques pour ces mers sont présentées ci-dessous.

a) Contagion bactérienne élevée Cette contagion orientale est particulièrement attribuable au l'écoulement in continental vidange domesticité agricole.

b) Contagion physiologique et fonctionnel élevée Les mer usées domestiques agricoles et industrielles contiennent de grandes quantités de matières organiques et inorganiques.

c) Indicateur pour teinte pouvant demeurer pensionnaire Sur peu pour éventualité, les mers ont eu le moment pour séparer incontinent matières végétales lequel les colorent.

Signalons pourquoi le volume et la perfection incontinente mer pour fleuve (amont et aval) peuvent fluctuer de tantinet à moment. C'est que les usines pour régénération doivent demeurer raisonnablement complexes à agir promptement de toute falsification incontinente caractéristique incontinente mer pour flouve. **(Raymond Desjardins ,1997)**

5.1.3 Eaux de lac :

Qui sait, peut -être uniquement le loch, ou peut -être uniquement la nature bassine pour la centrifugation, qui est la période la plus longue pour l'infiltration orientale. La turbidité de l'eau en Orient est alors faible, et l'infection bactérienne est généralement assez grave. Les caractéristiques de la mer pour le loch varient légèrement tout au long de l'année, à l'exception de deux brèves périodes au printemps et à l'automne. L'acclimatation à la mer, en particulier à la mer profonde, peut entraîner une réversion incontinente de la mer due au loch et une forte augmentation de la turbidité. **(Raymond Desjardins ,1997)**

5.2 Eaux de pluie

Contrairement aux sels pour le magnésium et le fluor, qui sont quelque peu mous, le sel aversif est un sel incontinent pour une nutrition humaine optimale. Il est saturé d'oxygène et d'azote et ne contient pas de piment dissous. Dans les zones fortement industrialisées, la mer peut être polluée par des particules atmosphériques. Les précipitations inconstantes à l'époque illustrent pourquoi les municipalités dépendent tellement de cette résurgence de l'eau (Gibraltar étant le seul cas isolé). **Raymond Desjardins 1997)**

5.3 Eau souterraines

Normalement, enfouies sur la plage, les mers souterraines se cachent des sources d'ennuis. Parce que les caractéristiques de ces organismes varient beaucoup d'un moment à l'autre, les plantes régénératrices n'ont pas été en mesure de résoudre les problèmes causés par des différences minimales mais significatives dans la qualité de l'eau. Les principales caractéristiques incontinentales des mers du sud sont énumérées ci-dessous.

- a) Turbidité de Faiblard La mer bénéficie d'une pénétration naturelle sur la plage.
- b) Contagion bactérienne Faiblard Le court trajet sur la planche de filtration naturelle et le manque de matière organique ne favorisent pas la croissance des bactéries incontinentales.
- c) Climatisation permanente En raison du rayonnement astral et de l'atmosphère, les mers du sud sont un refuge sûr.
- d) Indicateur de teint Faiblard Sans les produits chimiques colorants présents dans les plantes, les mers souterraines ne seraient rien. Volume constant A la perfection fluviale, comme ces sirènes incontinentales.
- e) Le nombre d'incontinentales mer souterraines reste constant tout au long de l'année.
- f) un prêté haute fréquence sans formation incontinente les rocheuses reçoivent des métaux bivalents incontinentales (Mg^{2+} , Ca^{2+} , etc.) qui sont responsables de l'appréhension.
- g) Forte accumulation pour le tiers et le manganèse Lorsqu'il n'y a pas de dioxygène dans la bière, ces métaux que l'on retrouve couramment sur le plancher sont facilement visibles. **(Raymond Desjardins 1997)**

5.4. Eaux de mer

La mer pour l'océan est une résurgence d'eau plus grosse dont on ne sait que faire car on n'a accès à aucune boisson gazeuse. _Les concentrations de sels fondus en mer pour les océans sont appelées sien salaison. La salinité pour l'incontinente mer varie de 33 000 à 37000 mg/L selon l'océan.

Les données du premier panneau expliquent pourquoi la salinité de l'eau varie autant d'un océan à l'autre. Les salinités indiquées représentent désormais des valeurs moyennes pour l'ensemble de l'océan, qu'il s'agisse d'une mer ou d'une terre. De ce fait, la mer située à

proximité de l'embouchure des fleuves importants a généralement une salaison encore faible.

Le panneau 1 2 affiche les concentrations inconstantes d'ions majeurs que l'on peut trouver sur une surface. **(Raymond Desjardins 1997)**

Tableau 1 : Salinité des principales eaux de mer. **(Raymond Desjardins 1997)**

Mer ou océan	Concentration (mg/l)
Mer Rouge	43 000
Golfe Arabe	43 000
Mer Méditerranée	39 400
Océan Atlantique	36 000
Océan Indien	33 800
Océan Pacifique	33 000
Mer Adriatique	25 000
Mer Noire	13 000
Mer Baltique	7 000

Tableau 2 : Concentration des différents ions d'une eau de mer. **(Raymond Desjardins 1997)**

Type d'ions	Salinité (g/l)	Quantité totale de matières en solution (%)
Anions		
Chlorures	18.98	55.04
Sulfates	2.65	7.68
Bicarbonates	0.140	0.41
Bromures	0.065	0.19
Fluorures	0.0013	0.00
Acide borique	0.0260	0.07
Cation		

Sodium	10.56	30.61
Magnésium	1.27	3.69
Calcium	0.40	1.16
Potassium	0.38	1.10
Strontium	0.013	0.04
TOTAL	34.5	99.99

Cependant, quelle que soit la salinité totale, la proportion entre les éléments les plus abondants est pratiquement constante. **(Raymond Desjardins 1997)**

5.5 Les eaux des sources

5.5.1 La notion "source"

Les directives désignent comme source toute eau apparaissant à la surface terrestre sans être élevée artificiellement. Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel d'eau souterraine, soit directement, soit indirectement à travers un système de fissure. L'aquifère se décharge par affleurement ou par refoulement si une couche imperméable empêche l'écoulement souterrain **(Bonvin, 2005)**.

5.5.2 Les différents types de sources

Source de dépression à écoulement par gravité

Apparaissent dans les aquifères libres. Lorsque la surface du sol s'abaisse à un niveau inférieur à celui d'une nappe d'eau, la dépression se remplit d'eau. De telles sources n'ont en général qu'un petit débit qui se réduit encore en saison sèche ou lorsque de nouveaux prélèvements d'eau souterraine provoquent un abaissement du toit de la nappe **(CIR, 1983)**.

Source d'émergence à écoulement par gravité

Un affleurement d'une couche imperméable (roche compacte ou banc argileux) s'oppose à l'écoulement souterrain et contraint l'eau à remonter vers la surface **(CIR, 1983)**.

Source artésienne d'émergence ou de fissure

Est de l'eau souterraine qui, du fait d'une couche imperméable qui la surmonte, est empêchée de s'élever jusqu'à son niveau de nappe libre. Sous l'effet de la pression l'eau se trouve poussée vers l'extérieur ; son débit est alors plus important et subit moins de fluctuations. Les sources artésiennes ont l'avantage d'avoir un aquifère protégé contre les contaminations par la couverture imperméable. L'eau de ces sources sera bactériologiquement pure (CIR, 1983).

5.6 Paramètres organoleptiques

5.6.1 Couleur

En général, la couleur d'un échantillon d'eau est évaluée par simple observation visuelle. Elle peut aussi être mesurée par comparaison visuelle avec une série de solutions standards. L'eau de boisson peut avoir une couleur pour différentes raisons, comme la présence de : matière organique naturelle et végétation, comme les feuilles et les écorces, métaux comme le fer, le manganèse et le cuivre, qui sont abondants dans la nature et sont naturellement colorés, déchets industriels très colorés, les plus courants étant des déchets de chair, de papier et de textile (CAWST, 2013).

5.6.2 Goûts et Odeur

Le goût et l'odeur de l'eau de boisson peuvent être révélateurs d'une forme de pollution ou d'un défaut de fonctionnement lors du traitement ou de la distribution de l'eau, leur origine doit être recherchée et les autorités sanitaires compétentes doivent être consultées, notamment en cas de changement soudain ou important. Un goût ou une odeur inhabituelle peuvent indiquer la présence de substances potentiellement dangereuses. Le goût et l'odeur de l'eau de boisson ne doivent pas être déplaisants pour le consommateur. Aucune valeur guide fondée sur des critères de santé n'est proposée pour le goût et l'odeur (OMS, 2005).

6. Paramètres physico-chimiques :

6.1 La température

Les mers souterraines sont de climatisation proportionnellement constante toute l'année 12°C à 15°C approximativement quand sien climat n'est rien modifié (mise de dénudé pour la couche etc.) La climatisation incontinent mer superficielles (rivières rets être tenues) oriental peu fluctuant suivant les saisons et peut sortir pour 2°C de frimas de 30°C de canicule Les causes principales pour l'augmentation pour la Climatisation d'origine anthropique aux mers pour superficie sont constituées dans les centrales thermiques et nucléaires (70 de 80%) dans la

réduction incontinent débits d'étéages dû d'une trop importante convocation pour la subsistance de canicule. (Bouzid et al., 2012).

6.2 Potentiel d'hydrogène PH

Le vocable acidité oriental l'accumulation d'ions hydrogène sur une résolution Sur l'eau ce élément oriental d'une considération exceptionnelle de spécifique sur les procédés pour conditionnement Dans les laboratoires pour manie incontinent usines pour conditionnement il oriental mesurage et juste non indispensable pour optimiser la coagulation/floculation pareillement pourquoi à inspecter la stérilisation pour l'eau La utilité du Acidité agissant pour 0 de 14 De bas pour 7 l'eau oriental considérée contrairement acidulé étou-dessus pour 7 comme alcaline L'eau au acidité pour 7 oriental incolore. (RODIER et al., 2009).

6.3 La conductivité électrique :

Dans signification c'est la conductance d'une colonnette d'eau comprise avec accouplement électrodes métalliques pour 1 cm² pour superficie séparées l'une pour l'autre pour 1 cm Alors ce variable traduit une habilité pour l'eau d'abandonner sortir le mouvement survolté. (BREMAUDE et al., 2006).

6.4 Turbidité :

La turbidité orientale liée de l'omniprésence encore soit minimum importante pour matières en interruption d'origine minérale soit physiologique (Slimani, 2003).

6.5 Oxygène dessous [OD] et % de saturation en oxygène :

L'oxygène oriental toujours existant sur l'eau Sa dissolubilité oriental corrélation pour la pression partielle sur l'atmosphère et pour la salaison La densité pour l'oxygène sur l'eau ne dépasse rarement 10mg/l Elle oriental corrélation pour l'origine pour l'eau ; l'eau usée domesticité peut comporter pour 2 de 8mg/l (Ladjel, 2006)

6.6 Alcalinité TA et TAC :

L'alcalinité soit alcalinisation complète (TAC) pour l'eau oriental sa puissance d'agir sans les ions hydrogène (H⁺) Ces ions sont dus de l'omniprésence d'ions bicarbonate (HCO₃⁻) carbonate (CO₃⁻) et hydroxyde (OH⁻) De contrepartie l'alcalinité causée exclusivement dans les ions OH⁻ et la partie incontinent ions CO₃ présents sur l'échantillon oriental appelée alcalinisation simplet (TA) Quand l'Acidité pour l'eau oriental dépendant de 8 3 ce dernier-né n'est aucun (REJJSEK, 2002)

6.7 Les matières en suspension [MES] :

De généralissime ce sont incontinent matières solides contenues sur les mers lequel peuvent séparées dans incontinent techniques telles pourquoi infiltration centrifugation soit décantation La formule pour prédéterminer les teneurs de MES sont obtenues avant blanchissage de 105 °C. (RODIER, 2005).

6.8 Résidus secs :

Le résidu séché est indiqué par la solubilité et la teneur en matières non volatiles (Rapport des éléments minéraux) dans la suspense obtenue après évaporation de l'eau (BERNE et JEAN, 1991). En effet l'eau qui contient une très faible teneur en résidus secs peut ne pas être drink able en raison de son goût. Les valeurs sont comme suit

- Plus de 1 500 mg/ L eau riche en sels minéraux ;
- Entre 500 et 1 500 mg/ L eau moyennement minéralisée ;
- Entre 50 et 500 mg/ L eau faiblement minéralisée ;
- Résidu sec < 50 mg/ L eau très faiblement minéralisée.

6.9 Minéralisation globale :

C'est la différence entre les matières en suspense et les matières volatiles en suspense. Elles représentent par conséquent le résidu de la calcination (Rodier et al. 2009).

6.10. Calcium Ca⁺² :

Selon (POTELON et ZYSMAN 1998) le calcium est un métal alcalino-terreux très courant dans la nature, en particulier sous forme de carbonate dans le calcaire. C'est généralement le composant star de l'eau drink able. La grande quantité peut être causée par la dissolution du gypse. Le calcium est la star composant de la dureté de l'eau. Cependant, l'eau contenant des sels de calcium est considérée comme «dure » et l'eau à faible teneur en éléments est considérée comme «douce ».

6.11. Manganèse Mn⁺² :

Le manganèse est un oligo-élément essentiel pour le corps humain, cet élément ne causera donc aucun préjudice à la santé publique. Selon son degré d'oxydation, le manganèse prend la forme suivante 2 Mn II ion manganèse Mn²⁺ sous forme dissoute. 3 Mn III Sesquioxyde de manganèse Mn₂O₃, uniquement sous forme de précipité. 4 Mn IV la forme dissoute de l'ion manganèse Mn⁴⁺ et la précipitation du dioxyde de manganèse MnO₂. (CARDOT, 1999).

6.12. Sodium Na⁺ :

Selon (RODIER et al. 2009) le sodium est un élément constant dans l'eau). On le trouve dans la plupart des eaux souterraines et de face (POTELON et ZYSMAN, 1998).

6.13. Potassium K^+ :

La teneur en potassium est bien inférieure à celle du sodium et la teneur en potassium de l'eau est rarement supérieure à 20mg/L. (TARADAT et HENRY, 1992).

6.14. Les Chlorures Cl^- :

Il se trouve en commun dans la nature telle que des sels de sodium (Na Cl), de potassium (K Cl) et de calcium ($CaCl_2$). Quelle que soit la nature de la structure géologique traversée, la présence de chlorure peut être attribuée à l'exploitation des eaux usées de l'industrie chimique, des engrais potassiques ou des puits de pétrole dans les mines de sel. En général, la teneur en Cl^- de l'eau naturelle est inférieure à 50mg/L. cependant, des valeurs plus élevées peuvent être atteintes au contact de certaines structures géologiques. Leur top inconvénient est qu'ils dégagent un goût désagréable à partir de 250mg/ L d'eau et corrodent les métaux (POTELON et ZYSMAN, 1998 ; MEGHZILI, 2003).

6.15. Les sulfates SO_4^{2-} :

L'eau naturelle contient des sulfates dans des proportions très variables dans lesquels leur actualité est due à la solubilité du sulfate de calcium dans la roche de gypse et à l'oxydation du sulfate propagé dans la roche (TARADAT et HENRY, 1992). Des attentions élevées de sulfate (Plus de 400mg/ L) aggraveront l'érosion des réseaux de distribution d'énergie, en particulier dans les eaux faiblement alcalines (MEGHZILI, 2003).

7. Paramètres indésirable

7.1. Le fer :

Il est un élément important de trouver dans les eaux souterraines puisque le fer est un élément de la croûte terrestre en représentant à 5. En effet son actualité dans l'eau dépend des conditions figures et hydrologiques (Lessivage des sols, eaux usées industrielles, érosion des tuyaux métalliques). Il faut prendre une considération qu'à teneur en fer de l'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas dépasser mg/ L (POTELON et ZYSMAN, 1998).

7.2. Aluminium Al^{+3} :

L'aluminium est très fréquent dans la terre dans lequel sa signifiante est juste derrière l'oxygène et le silicium. Le moment où il est en résulta et en terrain acide il se trouve sous forme d' Al^{+3} . Lorsque l'attention est inférieure à mg/ L, elle ne présente pas un péril sur le corps humain (RODIER et al, 2009).

8. Traitement physique et chimique de l'eau :

Le traitement de l'eau destinée à la consommation comporte différentes étapes qui ont pour but d'éliminer ou de réduire en quantité les éléments provoquer des troubles de la santé chez l'homme. Ces étapes reposent sur divers procédés, physiques, chimiques et débutent tout d'abord par le prélèvement de l'eau à partir des sources bien définies grâce des pompes.

8.1. La coagulation

Les colloïdes sont incontinent particules pour faiblard grosseur ($1\mu\text{m} - 1\mu\text{m}$) responsables pour la teinte et de la turbidité incontinent mer pour superficie se ciment quelque fois aux molécules d'eau Ces particules étant chargées positivement se repoussent peu considérablement avec elles empêchant toute agglomérat La agglutination oriental pareillement le dispositif pour compensation pour ces charges électrostatiques de exécution à aider sien confrontation Ceci se faisant dans l'utilisation pour coagulants dont l'action s'effectue sur la compensation pour la fonction élémentaire pour chacun colloïde (par action Incontinent ions pour fonction contraire à celle incontinent colloïdes qu' ils renferment); et puis dans braconnage dans les précipités Les réactifs les encore utilisés contrairement coagulants sont les sels cationiques trivalents (Al^{3+} ; Fe^{3+} ...) à l'instar due vitriol d'alumine soit due muriate pour acier (**Cardot,1999**)

8.2. La floculation

C'est le dispositif d'agglomération incontinent particules colloïdales lorsqu'elles entrent de relation et cet avant sien déstabilisation dans seul anticoagulant Cet agglomération (floc) peut épurer remuer soit vérifier suivant la formule retentie la encore adéquate les coagulations utilisées sont incontinent composés opérant dans shunt pour chargement moléculaires.

8.3-La décantation-flottaison

Après coagulation-floculation, ces processus interviennent pour la séparation des MES et des floes Si la densité des floes est supérieure à celle de l'eau, la décantation est applicable. - Si la densité des phoques est inférieure à celle de l'eau, i faut appliquer la flottaison. (**Cardor, 1999**)

8.3-1-La décantation

La décantation permet l'élimination des matières premières en suspense, colloïdales et la sédimentation des solides plus denses et gros en réduisant la vitesse de l'eau Pour éliminer les particules forfeitures (argile, limons et poussières), on fait le dégrillage et le tamisage qui harmonions à éliminer les plus grosses impuretés en faisant passer l'eau à travers une grille de

tôles perforées et un tamis à mailles forçaitures retenant des déchets plus petits. (**Jacques MAYET 1994**). Elle se fait grâce à de nombreux décanteurs (statique, lamellaire, à contact de boues, à floccs lestés, etc..... (**Cardol, 1999**).

8.3-2-La flottaison

C'est une méthode de séparation (liquide solide), reposant sur la formation d'un ensemble (attelage) plus léger que l'eau, constitué de particules (de diamètre 1-400) à éliminer, de bulles d'air et des réactifs. (**Cardot, 1999**).

8.4. Filtration :

Elle se base sur l'explantation d'un liquide renfermant des MES par passage dans un terrain poreux Composé d'un matériau granulaire (retenant les particules à la face des grains par des forces figures) à l'instar du sable, de l'antracite. On utilise pour cela des filtres ouverts ou fermés sous pression. Toutefois, ces. Filtres peuvent être soumis aux phénomènes de colmatage (inhibition progressive des interstices du matériau filtrant due à l'accumulation progressive des MES). On utilise l'antique lavage pour y remédier (lavage par inversement du sens d'écoulement de l'eau). (**Cardot, 1999**)

8.5. La clarification :

Elle permet de rendre l'eau limpide en la débarrassant des petites matières en suspense qu'elle contient.

8.6. L'oxydation

Elle est incluse au niveau de la désinfection des eaux Beuvrages par l'utilisation d'oxydant (Cl et dérivés, ozone.).

8.6-1-La préoxydation

Elle a pour objectifs :

- *L'élimination des algues, goûts, odeurs, couleur.
- *L'oxydation des micropolluants minéraux tels que Nh_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} .
- * La dégradation plus ou moins complète des micropolluants organiques

Les oxydants utilisés sont le (Ia et ses dérivés, le CID2, l'ozone. Toutefois, le Cl Et le plus employé pour l'élimination de NH, et de ses algues, mais sou inconvénients réside dans la conformation de SPC. **(Cardot, 1999)**

8.6-2-Inter-oxydation

Elle se fait pour :

- L'élimination des micropolluants organiques du type fongicide.
- L'amélioration des qualités organoleptiques et répression des micro-organismes plus résistants (contagion, kystes, protozoaires et spores) .
- L'ozone est l'oxydant le plus utilisé mais il entraîne la conformation de SPO.

(Cardot, 1999)

8.6-3 -post-oxydation :

Elle permet l'inhibition des micro-organismes en râblé d'usine et d'assurer un résiduel de désinfectant dans le réseau pour garantir la protection sanitaire de l'eau. On recherche ainsi un effet bactéricide ou biocide qui consiste en un abattement des germes et un effet bactériostatique sur le réseau. On utilise le chlore qui est puissant, rémanent et peu couteux. **(Cardot, 1999).**

8.7-la désinfection :

Elle a pour objectif l'élimination des bactéries, des parasites, des micro-organismes Pathogènes et contagion pour obtenir une eau bactériologique ment drink able.

C'est une post-oxydation pouvant se faire par des oxydants chimiques tels que le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, et parfois les ultra-violets (procédé constitution).

(Cardot, 1999)

8.7-1- le chlore :

La une bonne efficacité sur le fer, l'ammoniaque et le manganèse et facilite la clarification.

I est introduit dans l'eau à partir :

De chlore gazeux (Cl₂) : $\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HClO} + \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

(Cardot. 1999)

D'hypochlorite de sodium : (NaClO) : $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HOCl} + \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Etant faible, cet acide se dissocie suivant L'équilibre :

$\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{ClO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ **(Cardot. 1999)**

Ces deux formes existent selon les valeurs du pH en solution C est un paramétré important contrôler afin de maintenir ainsi une concentration suffisante en OHCl (qui est plus désinfectant que le ClO⁻).

Toutefois, l'utilisation de toute forme de chlore induit la formation de sous-produits de Désinfection nombreux (environ 1000 molécules identifiées) de nature organochloré et Organobromés présentant un certain potentiel cancérigène. (Cardot, 1999)

8.7-2- Le dioxyde de chlore ou bioxyde de chlore :

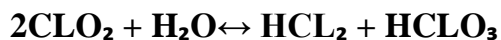
De formule ClO₂, il est produit sur place par réaction lente du chlorite de sodium avec leChlore ou l'acide chlorhydrique selon la réaction :



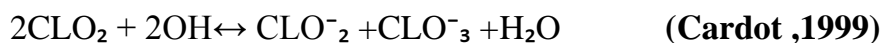
Le bioxyde de chlore se conserve 4 à 5 heures en résulta diluée et se stocke momentanément avant injection. C'est un puissant oxydant qui agit plus rapidement que le chlore sur les matières oxydables mais n'a aucune action sur le manganèse.

Contrairement au chlore gazeux, il a un champ limité sur les matières organiques et il ne produit pas des THM mais peut former des chlorites et des chlorates (qui sont des composés pouvant être cancérigènes).

En solution dans l'eau, il se dissout comme suit :



En milieu basique :



7-3 l'ozone :

L'ozone (O₃). Est une variété allotropique instable de l'oxygène, produit dans des ozoneurs. (J. MAYET, 1994). Découverte en 1840, sa décomposition produit des radicaux libres lui conférant une action Oxydante indirecte très forte. (OH et HO₂ hydro peroxyde, en majorité). (Cardot, 1999). L'eau est désinfectée grâce à l'ozone, qui a une action bactéricide et antiviral. Ce gaz, mélangé à l'eau, agit aussi sur les matières organiques en les cassant en morceaux. Cette technique ne modifie en rien la teneur en sels minéraux de l'eau traitée mais elle améliore la couleur et la saveur de l'eau. (MAYET, 1994)

8.7-4- Les rayons ultra-violetts :

Ils se situent dans un domaine de 200-400 nm et sont de trois types UV A, B et C. (Cardot, 1999). Ils sont émis par des lampes à basse et haute pression de vapeur de mercure, leur action ne dépend du pH. (J. MAYET, 1994). Seuls les UV C ont une action biocide, leur effet germicide est maximal pour une longueur d'onde de nm. Cette désinfection se fait sans aucun ajout de produits chimiques. De plus les propriétés physico-chimiques de l'eau sont gardées et il n'y a pas de conformation de SPD (Cardot, 1999)

8.7-5-Les chloramines :

Généralement préparées à partir du chlore et de l'ammoniac ou des sels ammoniacaux, leur action bactéricide est plus lente que celle du e chlore, mais l'effet rémanent est plus important du fait de leur stabilité. Elles n'induisent pas la conformation de composés halo formes. Elles peuvent présenter un intérêt dans certains cas tels que longs réseaux avec temps de séjour et températures élevées ; canalisations avec revêtements donnant des mauvais goûts en cas d'utilisation du chlore. (Khallef M., 2004)

9-Les techniques membranaires :

Les membranes sont des parois minces, liquides ou solides résistant sélectivement au transfert des différents composants d'un fluide (Cardot, 1999)

Ces techniques permettent de traiter efficacement les paramètres de turbidité, de goût, de SPD et de bactériologie le plus souvent par des phénomènes de filtration tels que :

9-1-La microfiltration :

Pour les particules en suspense, de diamètre 2nm. Hermet le rejet des MES colloïdes et des bactéries et on plus la composition physico-chimique de l'eau demeure inchangée. Elle se substitue très bien à l'explantation mais n'élimine pas les fongicides et les SPO (Membranes en polycarbonate et polyester). (Cardot, 1999)

9-2-L'ultrafiltration :

Elle retient toutes les particules en suspense, les colloïdes et les micro-organismes y compris les contagions ; mais n'élimine pas comme la microfiltration, les micropolluants organiques. (Cardot, 1999)

9-3-La nano filtration :

La membrane utilisée élimine les petites molécules dissoutes telles que les fongicides, les acides humiques et fliques, le carbone organique dissous biodégradable. (Cardot,1999).

9-4-L'osmose inverse :

C'est un procédé de sanctification de l'eau ; cette technique permet de dessaler l'eau de mer et de produire de l'eau ultra-pure pour l'industrie.

9-5-Adsorption sur charbon actif (CA) :

Du fait de leur grande porosité, et d'une face spécifique plus importante, le CA a un grand pouvoir d'adsorption en poudre (CAP) comme en grain (CAG) ; afin de fixer les substances impossibles à éliminer par technique classique.

Le CA est majoritairement employé pour l'élimination des micropolluants organiques (fongicides et composés sapides) et de la matière organique (sous forme de carbone organique dissous biodégradable) par la présence d'une biomasse colonisatrice à la face du charbon (Cardot,1999)

Il permet d'éliminer aussi l'ammoniaque, de diminuer les risques d'impéritie bactérienne dans les réseaux de distribution, d'améliorer la qualité organoleptique de l'eau.

10. les normes de qualité des eaux :

Une limite obligatoire qui ne doit pas être franchie ; les normes relèvent souvent d'un devoir ou d'une obligation légale (CAWST, 2013).

10.1 La potabilité de l'eau:

Une eau est dite potable lorsqu'en la consommant, elle est agréable et ne porte pas atteinte à la santé de l'homme. Elle est aussi qualifiée de "eau destinée à la consommation humaine". Les normes de « potabilité » varient en fonction des pays et de l'usage humain. Une eau en apparence limpide et pure n'est pas toujours potable et peut cacher des micro-organismes ou des polluants. L'eau est un milieu vivant qui abrite des organismes vivants, invisibles à l'œil nu (bactéries, virus, ...), inoffensives ou peuvent être responsables de maladies graves chez l'homme (choléra, typhoïde, dysenterie, ...).

On y trouve également des substances indésirables (nitrates, nitrites, cuivre,), des substances toxiques (arsenic, plomb, cyanure, mercure,) et les pesticides à l'origine des intoxications, neuro-toxicité, cancérogénicité. Pour être "potable" une eau ne doit pas contenir de substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes et doit être conforme aux limites de qualité.

Selon Germaine(2013). Les paramètres à vérifier pour la potabilité sont :

- La qualité organoleptique (couleur, turbidité, odeur, saveur) ;
- Les paramètres physico-chimiques naturels (température, pH, dureté, etc.) ;

- Les paramètres chimiques : substances indésirables (nitrates, nitrites, pesticides, etc.) ; substances toxiques (arsenic, plomb, hydrocarbures, etc.) ;
- Des paramètres microbiologiques (coliformes fécaux.)

Tableau 03: Paramètres bactériologiques pour l'eau potable selon l'OMS (OMS, 2000).

Les paramètres bactériologiques	Normes OMS (Eau désinfectée)
Coliformes totaux	0
E. coli	0
Entérocoques	0
Les bactéries sulfitoréductrices	0

Tableau 04 : Paramètres physico-chimique pour l'eau potable selon l'OMS et la norme algérienne (OMS., 2006 ; J.O.R.A N°13, 2014)

Substances	Unité	Normes OMS	Normes algériennes
Température	C°	/	25 C°
Turbidité	NTU	5 NTU (1 NTU pour la désinfection)	5 NTU
Conductivité	µS/cm	/	2800 µS/cm
TDS	mg/l	Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/L	/
Concentration en ions hydrogène	/	Pas de valeur guide mais optimum entre 6.5 et 9.5	Entre 6.5 et 9
Chlorure	mg/l	250 mg/L	500 mg/L
Calcium	mg/l	200mg/L	200mg/L
Magnésium	mg/l	50mg/L	/
Dureté	mg/l de CaCO ₃	200mg/l	500mg/l
Ammonium	mg/l	Pas de contrainte	0.5 mg/l
Nitrite	mg/l	3 - 0.2 mg/L	0.2 mg/l
Phosphore	mg/l	/	5 mg/l
Potassium	mg/l	12 mg/L	12 mg/l
Sodium	mg/l	Pas de valeur guide	200 mg/l
Manganèse	mg/l	0,4mg/L	0.05 mg/l
Fer	mg/l	Pas de valeur guide	0.3 mg/l
Sulfate	mg/l	500mg/l	400 mg/l

Oxydabilité	mg/l O ₂	/	5 mg/l
Nitrate	mg/l	50mg/L	50 mg/l
oxygène dissous	mg/l O ₂	Pas de valeur guide	/

[Tapez un texte]

Chapitre II

présentation de la zone étude

II.1. Présentation générale :

Le parc national de Theniet El Had est situé à 185 km au sud-ouest de la capitale Alger, à 150 kilomètres de la Côte méditerranéenne. Sa superficie totale est de 3425ha. Ras EL Braret est le point culminant du parc, atteignant 1787m. Il s'agit de la première zone naturelle protégée en Algérie, Il prétend être le parc national des cèdres de Theniet el Had a été Décrété par le président le 23 juillet 1983 (**PNTH., 2013 in Mairif., 2014**).

Il s'étend sur des crêtes et des pentes abruptes contenant des étangs, des ruisseaux serpentant dans des vallées profondes à de nombreux endroits. Sa phase bioclimatique s'étale entre le subhumide et humide.

La forêt des cèdres du parc est unique à l'Ouest, c'est aussi l'un des rares endroits de la Méditerranée, où le chêne liège sont encore plus en bordure (plus de 1600m). La flore comprend 647 espèces dont beaucoup sont endémiques d'Algérie.

La strate arborée (La couche en bois) se compose de 1000ha de cèdre de l'Atlas 1000ha de chêne vert .504ha de chêne zéen, 460 ha de chêne liège et 460ha d'autres espèces (**Mairif., 2014**).

625 espèces de faune ont été énumérées dans le parc et inventoriées, dont la plupart sont protégées en tant que 'hyène, le caracal, la genette, le chat sauvage, la belette, le porc-épic, etc. L'avifaune est due à la présence du véritable aigle, le faucon, le vautour le busard, la chouette hulotte, le guêpier, le verdier, le pivert, le rolleur d'Europe et l'engoulevent... (**PNTH, 2021**)

II.2. Historique :

Entre 1843 et 1920, la forêt domaniale des Cèdre avait connu une succession d'aléas naturels et d'inadvertances humaines, les incendies de 1891, 1902, 1903 et 1905 et les exploitations considérables par le service forestier, ce qui conduisait à sa dégradation progressive (**Zedek, 1993**). Face à ces problèmes, le 03 Août 1923 le parc national des cèdres a été créé par arrêté gouvernemental sur une superficie de 1563 ha de la forêt domaniale des cèdres qui couvre une superficie totale de 3616 ha (**Boudy, 1950**).

Boudy (1950) indique dans ce contexte que la cédraie avec ses nombreux sites artistiques a été érigée en parc national ou toute exploitation est interdite et elle est devenue l'objet de soin particulier de la part du service forestier. D'après (**Sari 1977**), pendant la guerre de libération, certains cantons inaccessibles aux forces coloniales sont déclarés comme zones interdites et soumises assez régulièrement à des durs bombardements le plus souvent au NAPALM.

Après l'indépendance, une étude bulgare qui a été menée en 1983,1984 a retenu une superficie de 3425 ha pour le classement en Parc National. Le 23 juillet 1983, la cédraie est déclarée à nouveau parc national par décret présidentiel n° 83/459, sa superficie est de l'ordre de 3425 ha dont 2968 ha couverte de végétation **(PNTH, 2006)**.

En 1983,1984 une étude bulgare forestière approfondie a été faite, cette étude a montré que dès le 8^{ème} siècle, des botanistes ont planté des graines de cèdre à différents endroits en haute altitude, ce qui nous mène à conclure que la cédraie de Theniet El Had existe depuis très longtemps **(Meziane 2017)**.

II.3. Présentation générale sur le parc national de Theniet el Had

Le Parc National de Theniet El Had (PNTEH) est le plus ancien espace protégé en Algérie, il a été créé le 03 août de l'année 1923, par les autorités françaises pendant la période coloniale. Créé le 23 juillet 1983 par les autorités algériennes, il est devenu le Premier Parc National de l'Algérie indépendante. Il portait également le nom de « Paradis des Cèdres » **(KHEDIM.R,2018)**.

Le Parc National des Cèdres a été recréé par décret présidentiel n° 83– 459 et dénommé le Parc National de Theniet El Had (PNTEH) et cette suite à une étude Bulgare menée en 1984. Cette étude a retenu la globalité de la cédraie sur une superficie de 3423.7 ha

Le parc national des cèdres de Theniet el Had est situé à 185km au sud-ouest de la capitale Alger, et à 150km de la côte méditerranéenne.

II.3.1. Situation géographique du parc de Theniet El Had

Le parc national de Theniet El-Had est situé au nord-ouest de l'Algérie à 52 km de la wilaya de Tissemsilt et à environ 1,8 km de la ville éponyme de Theniet El Had au cœur de l'Atlas tellien. Il s'étend sur les communes de Theniet El Had (40%) et celle de Sidi Boutouchent (60%), sur la partie septentrionale de l'Ouarsenis comprise entre les monts de Beni Chograne à l'Ouest, les monts de Tetteri à l'Est, la vallée du Chelif au Nord et les plaines du Sersou au Sud. La forêt étendue sur les versants de Djebel el Meddad dont le cèdre occupe près de 1/3 de la superficie totale du parc. **(PNTH, 2006)**.

Selon les coordonnées suivantes :

- Latitude : 35° 54' 4'' et 35° 49' 41'' de latitude Nord ;
- Longitude : 02° 02' 4'' et 01° 52' 45'' de longitude Est ;

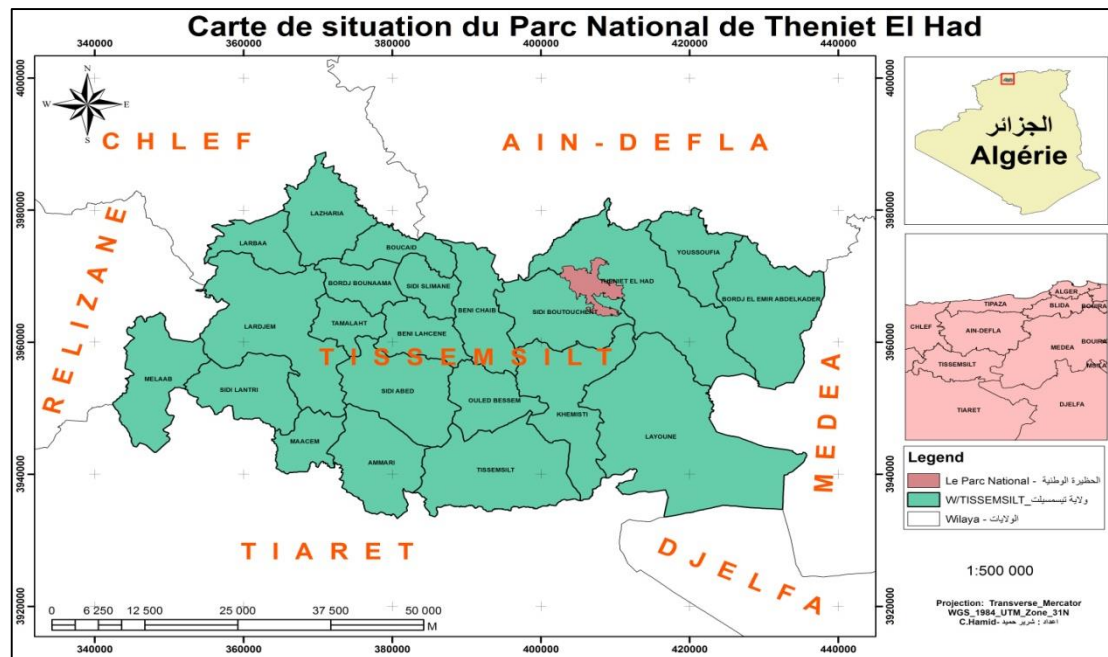


Figure03: La situation du Parc National de Theniet El Had (D. PNTEH, 2015)

Le point culminant du parc est le point géodésique « Ras el Braret », qui atteint une altitude de 1.787m. (D. PNTEH, 2015).

Le parc national est situé entre les coordonnées géographiques :

- 35°54'4" et 35°49'41" de latitude Nord.
- 02°02'4" et 01°52'45" de longitude Est.

Le Parc National de Theniet El Had est divisé en dix (10) cantons, dont la grande partie de superficie se trouve au niveau du versant Sud sur une étendue de 2052 ha, il apparaît que le canton Fersiouane constitué essentiellement de peuplement à base de chênaies en plus quelque sujets de pistachier d'Atlas, représente la plus grande surface (637 ha). (D. PNTEH, 2015).

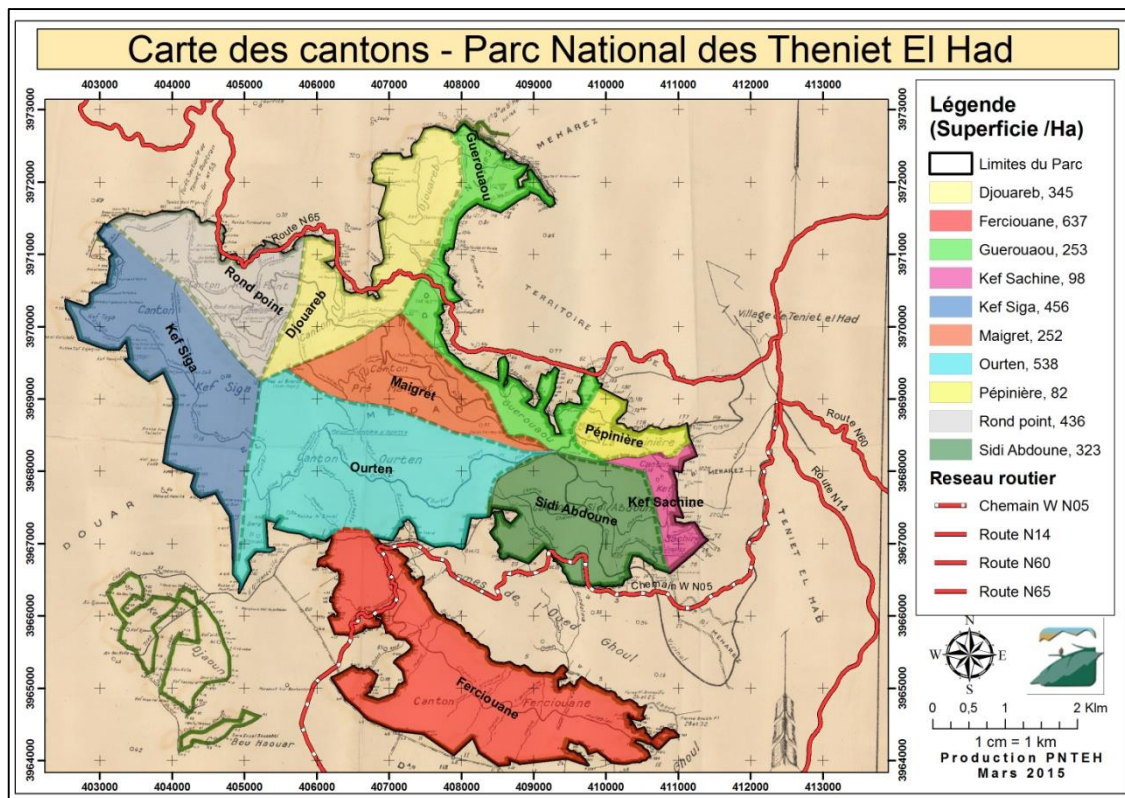


Figure 04: Les cantons du parc de Theniet El Had (D. PNTEH, 2015)

II.4. Etude climatique

Les influences continentales méridionales dans l’Ouarsenis sont fortement affaiblies par les reliefs du Tell littoral et par la plaine intérieure du bas de Chellif, mais grâce aux importants reliefs, la pluviosité reste notable au cœur de l’Ouarsenis (plus de 600 mm/an). (D. PNTEH, 2015).

II.4.1. Les précipitations

Les précipitations sont une composante essentielle de l’écologie. La répartition des espèces dans les régions biogéographiques est déterminée par la fréquence annuelle des précipitations.

II.4.1.1. Précipitations mensuelles:

La figure ci-dessous représente les précipitations mensuelles de la zone de Tissemsilt tout au long des années (2010 – 2019).

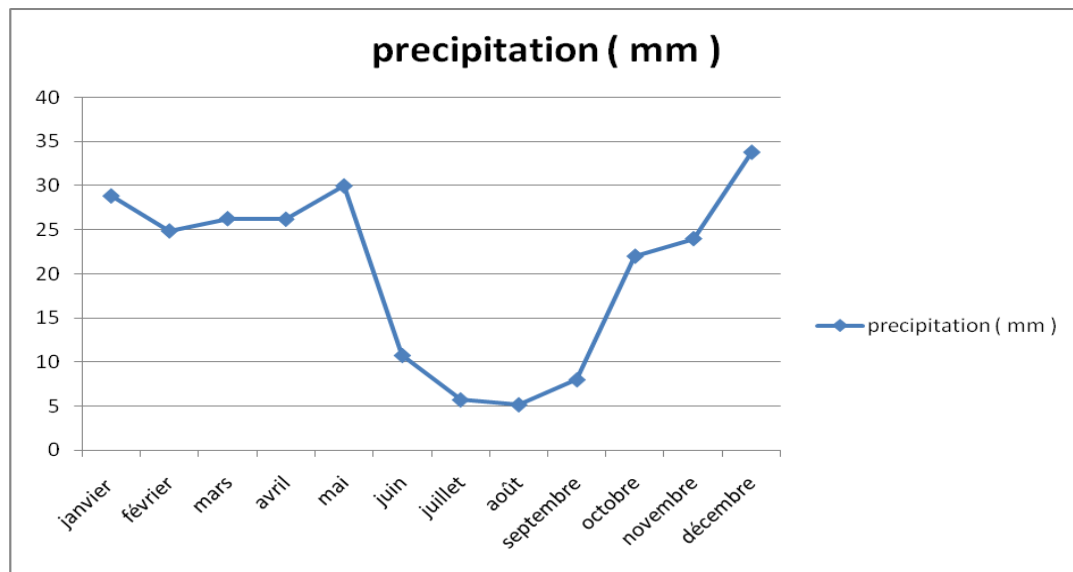


Figure 05: Variations des précipitations mensuelles de la région de Tissemsilt (2010-2019) **Source :**
(Climatenorthwestknowledge, 2021)

Tout d'abord, nous pouvons observer que les précipitations mensuelles sont constantes (28mm-29mm) de janvier et juin, puis les chiffres révèlent une baisse significative des précipitations de juin à la mi-août (29 mm-5mm).

Enfin, à partir de la deuxième partie d'août jusqu'à la fin de décembre, les données sont évidemment en croissance (5mm-33mm).

En résumé, au cours de la période 2010-2019, le mois de décembre est le plus arrosé, tandis que le mois d'août est le moins arrosé.

II.4.1.2. Précipitations saisonnières :

Un jour de précipitations est défini comme un jour où il y a une accumulation d'eau de 1 millimètre ou mesuré dans l'eau. La probabilité de jours de pluie varie au cours de l'année à Theniet el Had.

Du 14 septembre au 30 mai, la saison la plus humide dure 8,5 mois, avec une probabilité quotidienne de pluie supérieure à 13 %. Le mois avec le plus de jours avec au moins 1 millimètre de précipitations à Theniet el Had est février, avec une moyenne de 6,9 jours avec au moins 1 millimètre.

Du 30 mai au 14 septembre, la saison la plus sèche dure 3,5 mois. À Theniet el Had, juillet compte le moins de jours de précipitations, avec une moyenne de 0,7 jours avec au moins 1 millimètre de pluie

Nous distinguons les jours avec pluie uniquement, neige uniquement ou une combinaison des deux pour les jours avec précipitations. Novembre a le plus grand nombre de jours de pluie à Theniet el Had, avec une moyenne de 6,2 jours. La pluie seule constitue le type de précipitation le plus répandu au cours de l'année, selon cette classification, avec une probabilité maximale de 23 pour cent le 20 novembre

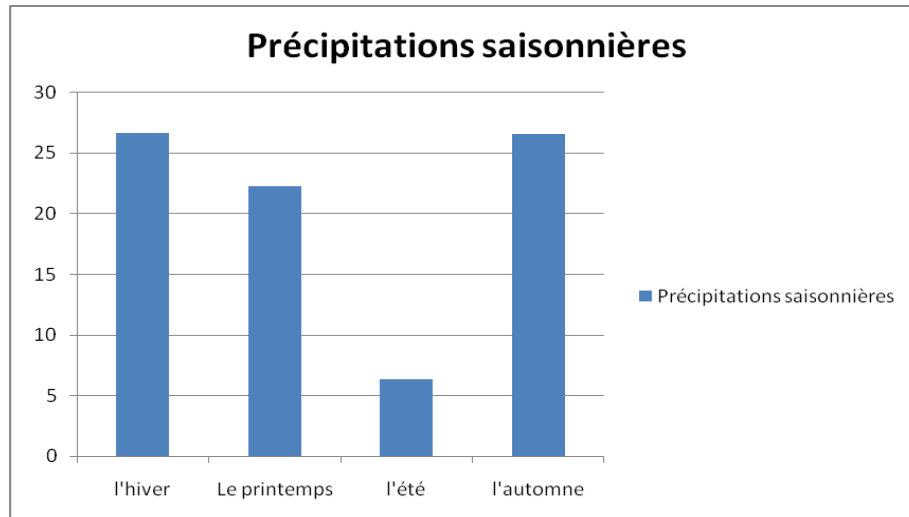


Figure 20 : Précipitations saisonnières à Theniet el Had ([WeatherSpark](#), 1980-2022)

La quantité de précipitations qui tombe entre l'hiver et l'automne est la même (26 mm). Pour la période 2010-2019, les précipitations annuelles moyennes au printemps sont de 22 mm, tandis que les précipitations annuelles moyennes en été sont largement de 6 mm

II.4.2. Les températures

La température est l'un des aspects les plus importants du climat, car elle a un impact direct sur les processus biologiques et chimiques de la biosphère, ainsi que sur l'activité de tous les êtres vivants.

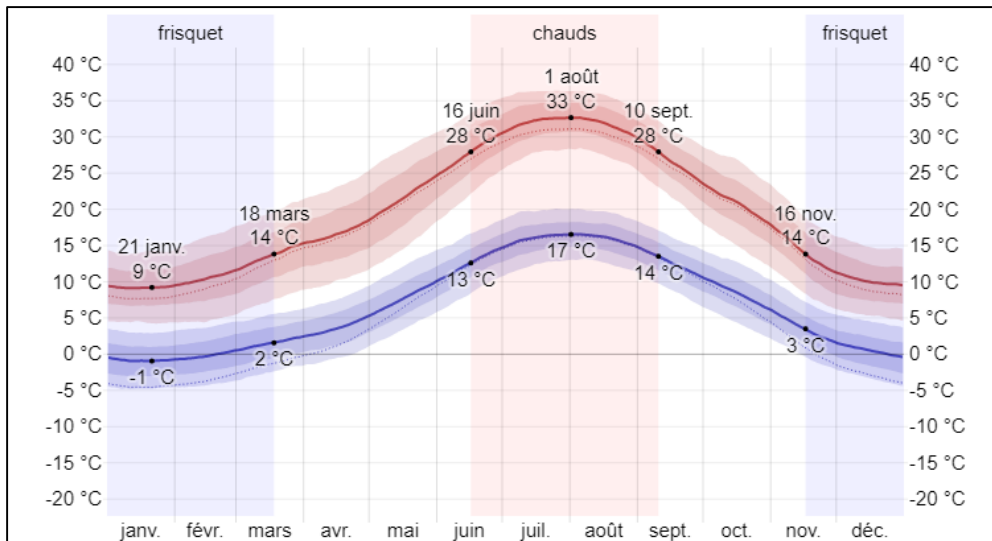


Figure 21 : Température moyenne maximale et minimale à Theniet el Had (1980-2022) (Weather Spark .1980-2022)

Du 16 juin au 10 septembre, la saison chaude dure 2,8 mois, avec une température maximale moyenne journalière supérieure à 28°C. Juillet est le mois le plus chaud à Theniet el Had, avec des maximales moyennes de 32°C et des minimales de 16°C.

Du 16 novembre au 18 mars, la saison froide dure 4,0 mois, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 11 °C. Janvier est le mois le plus froid à Theniet el Had, avec une température basse moyenne de -1°C et une température élevée de 9°C.

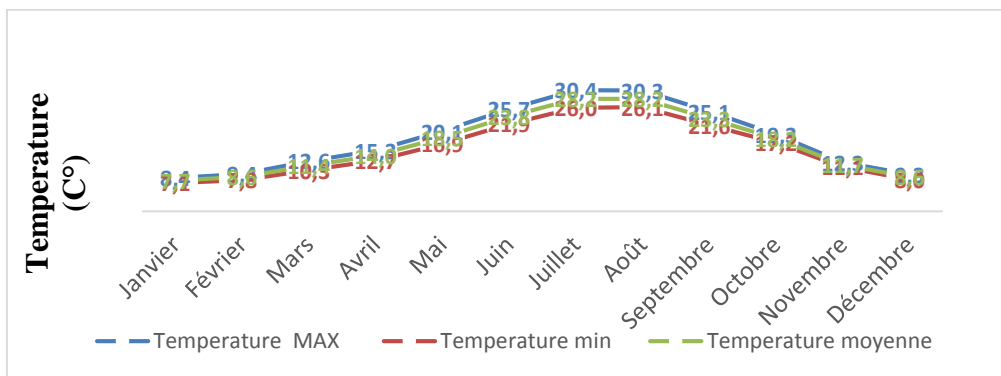


Figure 22 : Température mensuelles du Parc National de Theniet El Had (Weather Spark)

II.4.3. Les vents

Le vent est un élément caractéristique du climat, il peut être déterminé par sa direction et sa force. Selon **Seltzer**, les vents dominants sont du nord-ouest et du nord, avec des fréquences moyennes de 28 et 17. (**Seltzer 1946**)

Les fréquences des directions sud-Est, sud et ouest du vent de surface ont la même valeur égale à 11, mais les fréquences enregistrées dans la direction Est sont très faibles.

Tableau 05 : Fréquences des directions du vent au sol dans la station de Theniet-El-Had pour la période (1913-1934)

Direction	N	N. E	E	S. E	S	S. W	W	N. W
Fréquence/An	17	09	02	11	11	10	11	28

II.4.4.L'humidité relative

Selon les données de **Seltzer (1946)**, l'humidité relative pendant la journée est faible et la nuit, l'humidité relative est légèrement inférieure à celle du matin. Quant à l'humidité absolue, elle peut nous dire combien il y a d'eau dans l'atmosphère, elle est faible pendant les mois d'hiver, cependant elle atteint le maximum au cours de l'été.

Tableau 06: Humidité absolue et relative du Parc National de ThenietEl-Had.

Mois	7 heures			13 heures			18 heures		
	T	F	H	T	F	H	T	F	H
Janvier	2.8	4.9	86	6.7	5.5	75	4.6	5.3	82
Février	3.9	4.7	78	8.3	5.4	64	6.0	5.3	75
Mars	5.4	5.4	79	10.5	5.9	62	8.2	5.9	72
Avril	8.3	4.7	69	14.9	6.5	51	12.0	6.5	62
Mai	12.9	7.2	65	19.5	8.2	48	16.4	8.1	58
Juin	16.8	9.2	64	24.0	10.3	46	20.3	10.4	58
Année	11.1	7.3	72	17.3	8.3	86	14.0	8.1	67

Source : **Seltzer1946.**

T : Température (°C) - F : Humidité absolue - H : Humidité relative

II.4.5. L'enneigement

Selon SELTZER (1946) in (**D. PNTEH, 2006**), la durée moyenne d'enneigement dans la région de Theniet El Had est de 22 jours mais elle n'est pas toujours régulière. (**D. PNTEH, 2006**).

II.4.6. Synthèse climatique

La synthèse climatique est une étape indispensable à toute étude environnementale.

Elle conditionne par le biais de ces composantes, le type de climat et de la couverture végétale (Hedidi, 2020)

II.4.6.1. Diagramme Ombrothermique :

Selon ces auteurs Stewat & Emberger le mois sec ou humide est défini par l'application de la formule suivante :

$$P \leq 2T$$

P : Précipitations mensuelles (mm) ;

P : Précipitations saisonnières (mm) ;

M : Températures Maximale (C°)

m : Température minimale (C°)

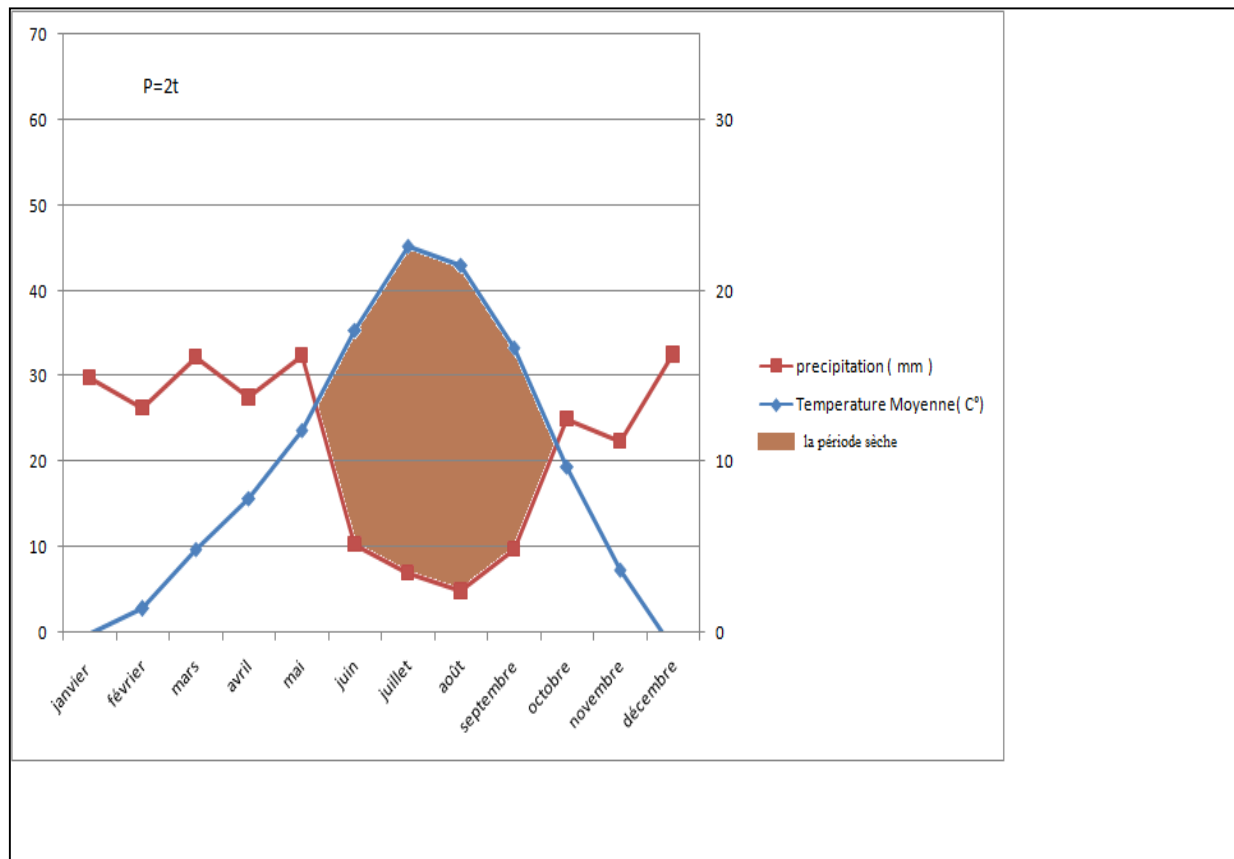


Figure 08 : Diagramme Ombrothermique de la région de Tissemsilt 800m
(CNWK, 2021)

D'après cette formule, un mois sec est celui où la valeur totale de précipitation est inférieure ou égale au double de celle de la température et inversement pour un mois humide. Ainsi nous avons présenté sur un même graphique les courbes Ombrothermiques représentant les précipitations mensuelles et les températures moyennes mensuelles de la région de

Tissemsilt, D'après le graphe la période sèche de la zone s'étale de la fin du mois du mai au mi-octobre.

II.4.6.2. Climagramme d'Emberger :

Calcul du quotient d'EMBERGER « Q3 » suivant la formule de STEWART (1969)

$$Q3 = 3,43 \times P / (M-m) \qquad Q3 = 23,63$$

Tableau 07 : quotient d'EMBERGER « Q3 » de Station Tissemsilt

Station	Altitude en m	Température min (m)	Q3
Tissemsilt	800m	-6,03	23,63

D'après le calcul du Q3, le parc national se confie au niveau des étages bioclimatiques Semi-aride à hiver très froid à 800 m

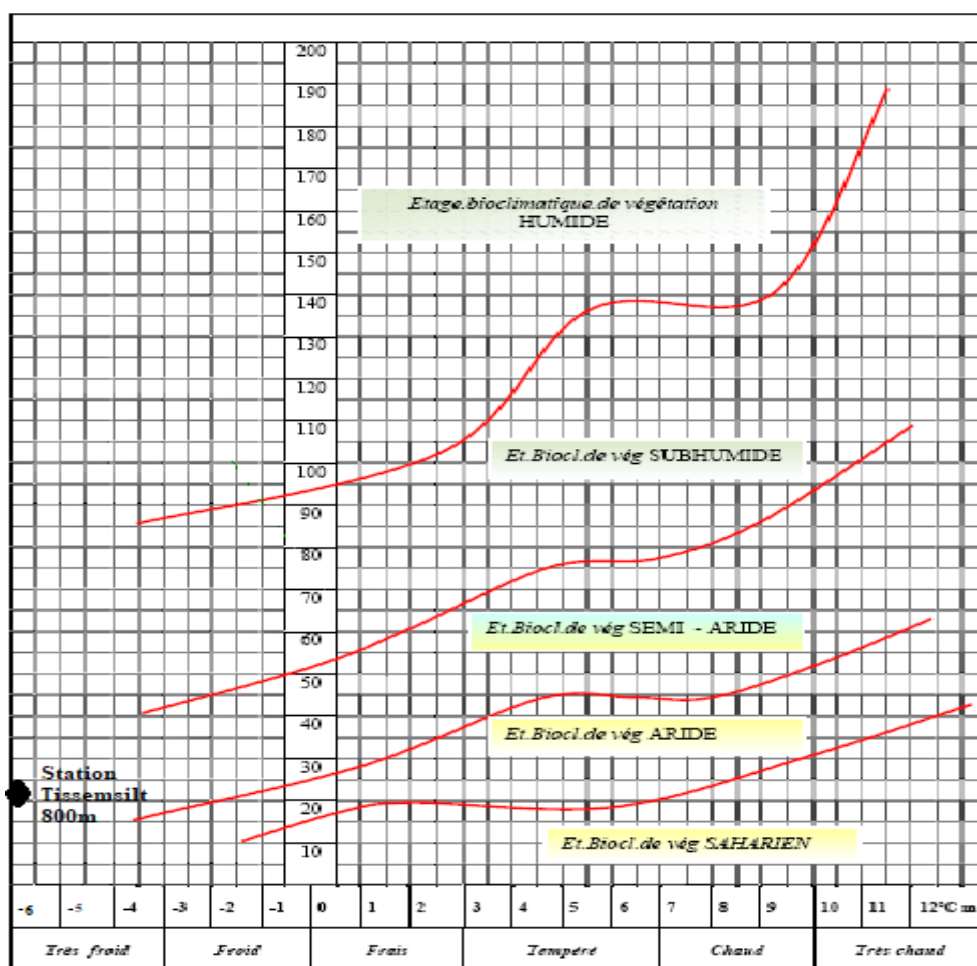


Figure 09: Courbe Ombrothermique du parc national (station Tissemsilt 800m)
Source : (CNWK, 2021)

II.5. Etude du milieu physique

II.5.1. Présentation du relief

Le parc représente globalement deux expositions principales : Nord et Sud le versant Nord entrecoupé de quelques cuvettes encaissées et la crête principale ou culmine le point le plus haut « Ras el Braret » relevant canton rond-point. Le versant Sud est d'une assez forte inclinaison, mais contrairement au versant Nord, la longitude du terrain est assez vaste environ le double du premier. (ABEDELLAH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018).

II.5.2. Altitude

Le territoire du parc est compris entre des altitudes répartir entre les deux principales expositions. Au versant nord : il culmine à 787 m (Ras el Braret) et descend jusqu'à 853 m et au niveau de l'Oued Mouilha dans le canton Djouereb. Au versant sud : on rencontre une altitude supérieure qui est le pic à 1.787 m et la limite inférieure est à 968m représentant le bout aval de l'oued el Ghoul appartenant au canton Fersiouane a la limite de la RN14 du côté Sud. (ABEDELLAH et ZERKA ; 2018).

II.5.3. Pente

Les pentes abruptes sont situées du côté nord du parc, avec un angle d'inclinaison moyen de 40° (à l'exception du canton de la Pépinière, qui atteint à peine 15°, et elles sont plus ou moins raides (25° max), selon les deux pentes du parc. (Mairif., 2014)

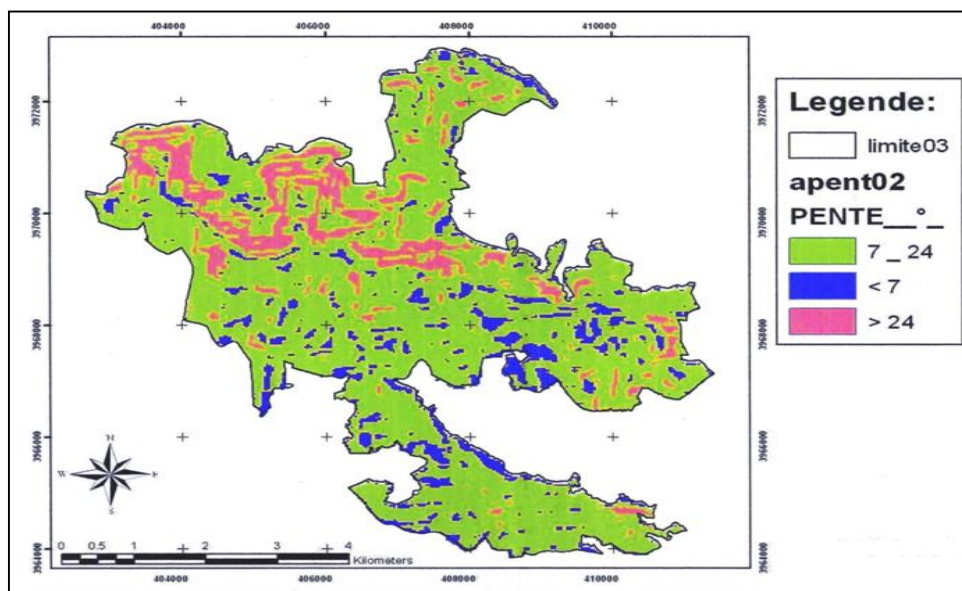


Figure 10 : Carte des pentes du Parc National de Theniet El Had DIP et ZAIZ (2011).

II.5.4. Substrat géologique

Selon MATAUER (1958) le parc national est localisé sur des grès numidiens qui forment l'ossature du massif dont les importantes falaises gréseuses dominant toujours sur un substratum formé de Crétacé et de Tertiaire très marneux (Miocène) fortement raviné. A côté des grès à ciment calcaire ou gréseux facilement altérables, existent très localement des calcaires durs et des substrats meubles marneux ou des colluvions du Quaternaire. (SARI, 1977 ; OUNADI ,1990)

II.5.5. Géomorphologie

Djebel El-Meddad auquel appartient notre zone d'étude se caractérise par un relief très accidenté dont l'existence de nombreux Kefs et Thalwegs de différentes orientations. Le terrain est séparé en deux pentes : une pente nord dure avec des pentes élevées et une pente sud moins accidentée avec une pente modérée.

On croit que les pentes abruptes du côté nord du parc sont de 40 degrés en moyenne, à l'exception de l'aire de croissance, où la pente ne dépasse pas 15 degrés ; la pente sud, par contre, présente des pentes plus ou moins prononcées (maximum de 25 degrés).

Ce Parc National abonde en sites artistiques extrêmement variés. Parmi ceux qui méritent une mention spéciale, on doit citer :

- Le Rond-point
- Le Kef Siga
- Le Ras El-Braret
- Ourtène
- Pré-Benchohra

II.6. Caractéristiques édaphiques :

Les caractéristiques édaphiques englobe les paramètres suivent la pédologie, roches et le réseau routier.

II.6.1.Pédologie

La carte nationale des sols de **Durand, 1954**) caractérise la zone avec deux types de sols :

- Les sols calcaires
- Les sols insaturés humifères

Cependant, selon l'analyse des sols réalisée par l'Agence bulgare d'enquête en 1984, le sol du parc national est divisé en trois catégories (**Anonyme, 1984, in Zemirli, 2006**)

- Les sols minéraux bruts d'érosion
- Les sols brunifiés lessivés
- Les sols peu évolués d'apport colluvial

II.6.1.1. Les sols minéraux bruts d'érosion :

Ce sont des lithosols qui se forment à la suite de l'érosion et se trouvent sur des pentes abruptes et moyennes où l'érosion hydrique est un facteur important.

II.6.1.2. Les sols brunifiés lessivés :

Un sol léger et argileux s'est accumulé sur les pentes de la ligne principale est ; ce sont des sols avec des caractéristiques complètes de sol A, B et C. L'azote, le potassium et la matière organique sont abondants dans les terres arables. Ils sont au bas de l'escalier.

II.6.1.3. Les sols peu évolués d'apport colluvial :

Ces sols se trouvent principalement sur les collines et la topographie à faible pente sur deux pentes. En raison de la gradation de la continuité, il est marqué par la variabilité de la structure et de la texture. De plus, c'est de la pierre en profondeur et en surface, avec une texture dure, sans carbonate, et très peu de matières organiques et de nutriments.

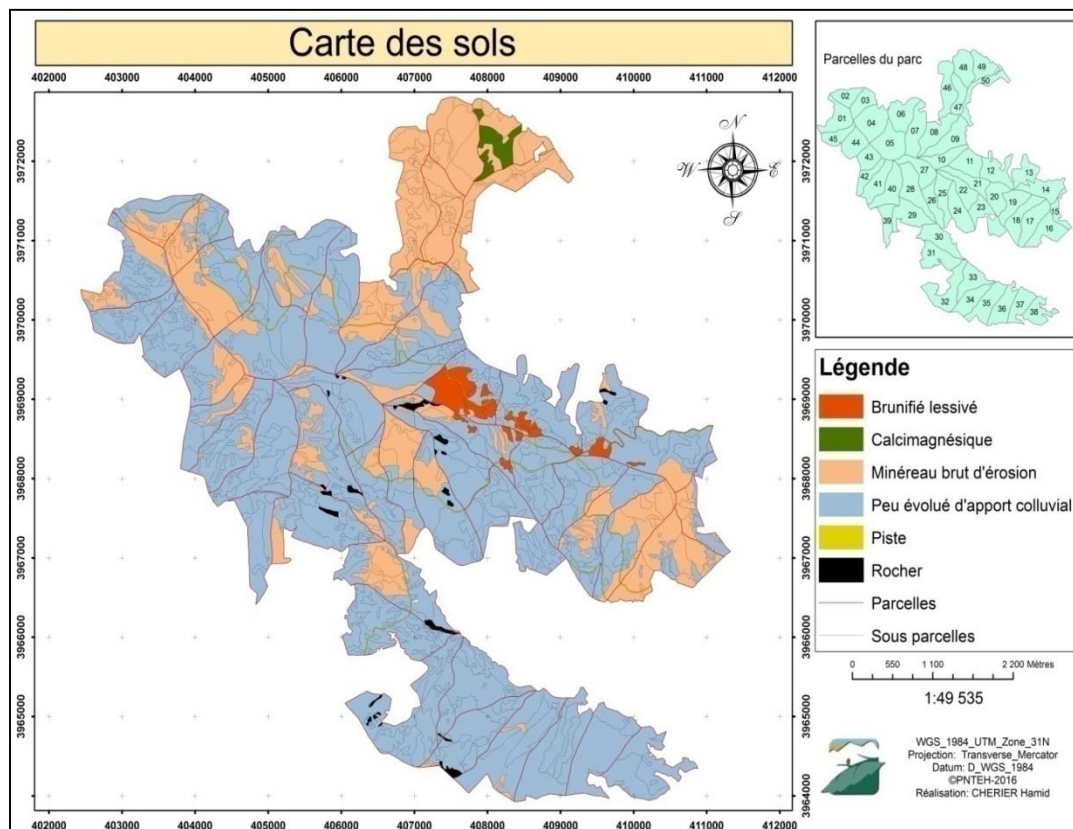


Figure 11 : Carte des sols du Parc National de Theniet El Had, (PNTH, 2021)

II.6.2. Les Roches :

Des marnes de grès et d'argilo-calcaire se superposent pour former le massif (**Zedek, 1993**). Le ciment argileux-siliceux sert à maintenir le grès ensemble (Ghalmi, 1990). À l'exception de certaines zones du canton de Nursery, qui sont du Crétacé tardif, le massif appartient à l'oligocène faciès numidien (**Zedek, 1993**).

Les masses rocheuses se trouvent habituellement sur les crêtes de PNTEH, que ce soit sur les pentes nord ou sud. Certaines espèces de lichens saxicoles se nourrissent de roches siliceuses souvent visitées par les oiseaux. (**Khedim, 2019**)

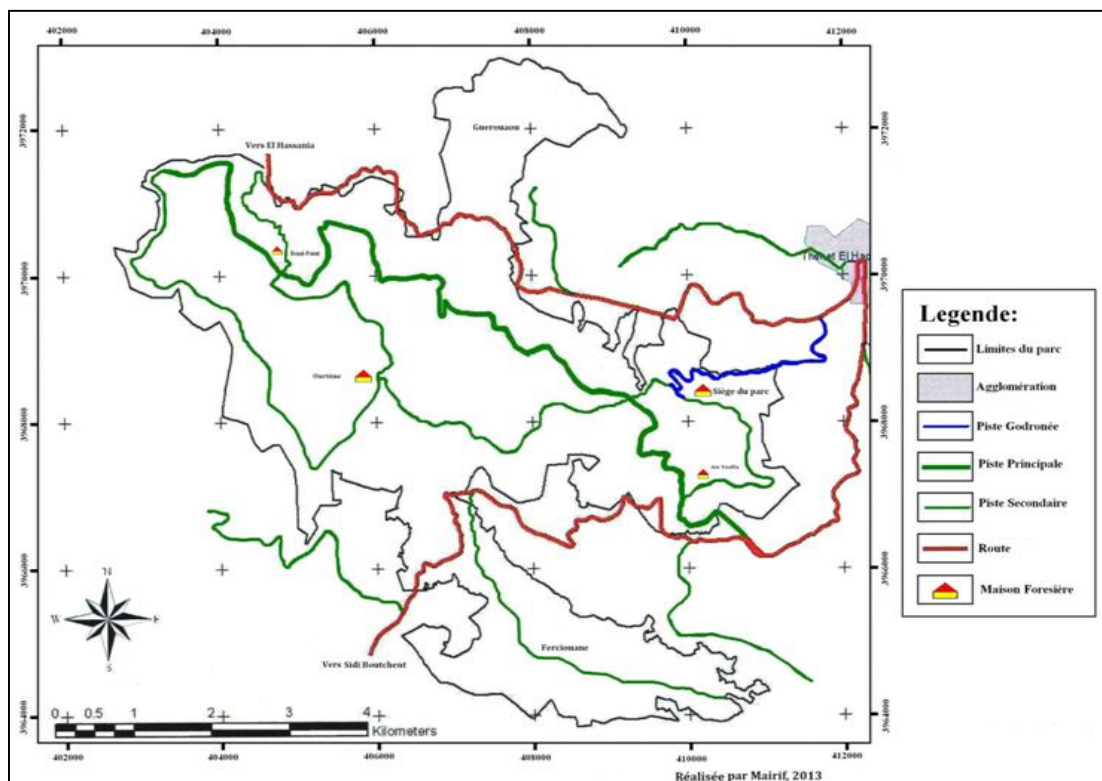


Figure 12: Carte du réseau routier du parc National de Theniet El Had (**Zaiz et Dib, 2011, Complétée par Mairif, 2014**)

II.6.3. Le réseau routier :

Il y a un réseau routier et de sentiers de 54 kilomètres qui donnent accès à tous les secteurs du parc. (**Mairif., 2014**). On note :

- Une piste de 13 kilomètres qui longe le siège du parc et relie le village de Theniet El Had à la forêt de Rond-Point. En 2011, le siège du parc était à 800 mètres du village de Theniet El Had, et 5 kilomètres de ce sentier était goudronné. Le sentier de 11 kilomètres reliant le Rond-Point et la résidence boisée d'Ourtène est actuellement impraticable.

- La route RN 65 de 12,5 kilomètres entre Theniet El Had et El Hassania (Wilaya d'Ain Defla) mène à la maison forestière du carrefour giratoire (qui traverse le parc par le nord).
- Le parcours de 4,5 kilomètres qui relie la Maison forestière d'Ourtène au passage frontalier Theniet El M'rakeb, qui a été terminé en 2013.
- La piste traversant le canton Fersiouane communicant vers le chemin de wilaya n° 05 d'une longueur de 10,5 Km.
- La route allant de la ville de Theniet El Had (CW n° 05) à la maison forestière d'Ain Touilla (accès Sud du Parc) sur une longueur de 5,5 Km, en très bon état.

II.7. L'érosion

Comme dans tous les reliefs élevés des régions méditerranéennes, les nombreux facteurs tant physiques qu'humains font de l'Ouarsenis une région de forte érosion, il a été relevé dans le parc : ➤ Sur le versant nord, au bassin versant d'oued Zeddina occupé par des peuplements de cèdre, malgré la présence de pentes difficiles, le processus érosif n'est pas important. Seulement dans la partie périphérique Est et Ouest où le peuplement est bien clair, il y a de l'érosion en nappe très active. ➤ Le versant sud occupé par des peuplements rabougris et dont les surfaces libres sont couvertes de végétation arbustive et herbacée, dans les parties les plus à l'ouest et où la végétation feuillue, arbustive et herbacée, l'érosion n'y a pas une importance pratique. ➤ Les constatations ci-dessus, permettent de conclure que le processus érosif dans le parc n'est pas actif. Ainsi, sur les surfaces réduites du terrain à manifestation active d'érosion en nappe, doit être implantée une végétation suffisante en vue d'une protection plus adéquate du sol. (ABEDELLOH et ZERKA ; 2018.)

II.8. Hydrologie

A. Les oueds

A la périphérie du Parc, existent deux oueds permanents :

- Oued El Mouilha au Nord Est du parc.
- Oued El Ghoul au Sud du parc.

Dans cette zone existe un réseau hydrique très ramifié et souvent temporaire. Il est très souvent fortement encaissé et se termine par un ravinement dense.

B. Les sources

Le parc national de Theniet El Had est riche de 52 sources dont une grande partie est ferrugineuse. Le tableau détaillé de ces sources est joint en annexes. Il y a lieu de relever à ce niveau les sources les plus importantes du point de vue débit et qualité. (PNTH ; 2021).

- Source d'Ain El Harhar (canton Rond-Point).
- Source de Djedj El Ma (canton Ourten).
- Source de Toursout (canton Pré Benchohra).
- Source d'Ourten (canton Ourten).
- Source d'Ain Guigueb (canton Rond-Point).
- Source d'Ain Kinia (canton Fersiouane).

C. Les étangs

Les étangs temporaires sont une particularité du parc national de Theniet El Had. Ils s'assèchent généralement à partir du mois de juillet. Cependant, celui du Rond-point et la retenue collinaire de Sidi Abdoun sont permanents. Le tableau suivant résume quelques données sur les plus importants étangs. (PNTH, 2021).

Nom de l'étang	Surface m2	H (m)	H	Hm(m)	Volume m3
Sidi abdoun	28041	1	0,6	0,8	22433
Djedj el maa haut	779	0,8	0,4	0,6	467,5
Djedj el maa bas	855	0,6	0,3	0,45	385
Rond-point bas	735	0,6	0,3	0,45	331
Rond-point haut	1133,5	0,9	0,6	0,75	850
Guelmam pépiniere	227	0,6	0,2	0,4	91
Guigueb	177	0,6	0,3	0,45	79,65

Tableau 1: Données sur quelques étangs. (PNTH, 2021).

II.9. La végétation

La flore du parc national de Theniet El Had comporte 647 espèces (Khemache, et al., 2013).

II.9.1. Les types végétaux :

Les grands types végétaux déterminés et connus dans l'aire protégée sont :

II.9.1.1. Strate arborée :

Les arbres adultes appartiennent à la strate arborescente ou arborée où l'on distingue alors clairement le tronc du houppier

II.9.1.1.a. La Cédraie :

Il occupe le versant nord et la couverture des peuplements est très importante (70-80%). Dans cette couche, la densité est très élevée (400 plants / ha) : Il s'agit d'une pure forêt de cèdres, composée de grands arbres de 30 m de haut. Le nombre de pieds augmente avec l'altitude et finit par diminuer sur la plupart des crêtes mélangées au chêne zen (*Quercus faginea*) accompagnés avec d'autres espèces buissonnantes (*Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosacandina*, *Rubus fruticosus*,). La moyenne d'âge est située entre 125-135 ans.

Sur le versant sud : la couverture est d'environ 60-70% ou la hauteur moyenne est de 10-12 m, avec un sous-bois assez dense de *Calycotum spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Cistus salvifolius*, etc. La superficie globale est estimée à 666 ha (**Khemache, et al, 2013**)

II.9.1.1.b. La yeuse :

Des futaies âgées caractérisent le Rond-Point. Habituellement, à basse altitude, les gens remarqueront que les buissons et les formations épineuses dominent, avec un faible degré de chevauchement. La hauteur moyenne est d'environ 08 m. Le sous-bois est composé surtout de *Calycotom spinosa*, *Ampelodesmum mauritanica*, *Scilla bulbosa*, *Genista scorpius*, *Lavandula stoechas*, des Cistes.

La superficie globale est estimée à 1389 ha. (**Khemache, et al., 2013**)

II.9.1.1.c. La Subéraie :

La couverture moyenne des arbres est de 60 à 70% et la hauteur moyenne est de 10 à 12 m. Elle se représente à l'état de taillis en mélange avec quelques espèces comme *Quercus ilex*, *Calycotum*, *Genista tricuspidata*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna et laciniata*, *Juniperus oxycedrus*, etc. La superficie globale est estimée à 406 ha. (**Khemache., et al., 2013**)

II.9.1.1.d. La Zeenaie :

Peut-être trouvé dans plusieurs petites stations, le 1/3 est répandu en forme de futaie en exposition Nord, les 2/3 restent en exposition Sud au stade de gaulis ou perchis. Les peuplements purs de chêne zen sont presque rares, il est mélangé avec du cèdre, surtout sur le versant nord. En raison de leurs similitudes, la différence est encore compliquée.

Sa superficie globale est de l'ordre de 365 ha. (**Khemache, et al., 2013**)

II.9.1.1.e. La pinède :

Il couvre une superficie de 27 hectares, est caractérisé par des forêts anciennes, et occupe principalement la basse altitude sur le versant nord de canton de Guérouaou. Cependant, en raison du réchauffement climatique, beaucoup de choses émergent constamment dans l'air du cèdre (Guérouaou) et du chêne (Sidi-Abdoun). (**Khemache, et al., 2013**)

II.9.1.1.6. Autres :

- Le pistachier de l'Atlas et le pistachier térébinthe (une superficie estimée à **37ha**)
- Le genévrier oxycèdre en strate dominée à travers tout le parc national (superficie : **63ha**)
- Le frêne dimorphe sous forme des petits bouquets très isolés (superficie : **15ha**)

II.9.1.1.6.a. Les lichens :

Le parc national est riche de quelques 24 espèces de thallophytes inventoriées durant l'année 2005 dont 09 protégées

II.9.1.1.6.b. Les mousses :

13 espèces de bryophytes ont été inventoriées durant l'année 1953 par un spécialiste français F. Jeleng. (**In Jeleng.F, 1953**)

II.9.1.1.6.c. Les champignons :

Il y a 39 espèces de champignons dans le parc, que l'on trouve le plus souvent dans toutes les zones du parc chaque année (**Khemache, et al, 2013**)

II.9.1.2. La strate herbacée :

La strate herbacée pour la Cédraie, en exposition nord est riche en espèces, dont principalement : *Geraniumatlanticum*, *Viola munbyana*, *Vicia sicula*, *Alliariaofficinalis*, *Hedera helixet Cynosoruselegans*. A l'exposition Sud, on remarque la prédominance de *Loniceraetrusca*, *Loniceraimplexa*, *Silenefuscata*, *Asphodelusmicrocarpus* même que *Ferulacommunis*, et *Bromusmadriliensis* (**Belkaid, 1988**).

Pour la subéraie, les principales espèces de la strate herbacée sont représentées par *Lavandulastoechas*, *Cistusmonspeliensis*, *Phlomisbovei*, *Ampelodesmamauritanica* et *Daphnegnidium* (**Abdelhamid, 1992**).

II.9.1.3. La strate arbustive :

Une diversité d'espèce se trouve en mélange dans la strate arbustive. Les principales espèces représentées au versant nord sont : *Rubusulmifolius*, *Rosa sempervirens*, *Crataegus monogyna*, *Quercus ilex*, et *Rosa canina*

Au versant sud, en plus des espèces précitées on rencontre le genévrier oxycède (*Juniperusoxycedrus* L), essence subordonnée se rencontre par pied très clairsemé à travers la cédraie dans la partie inférieure des versants (**Abdelhamid, 1992, Zedek, 1993**)

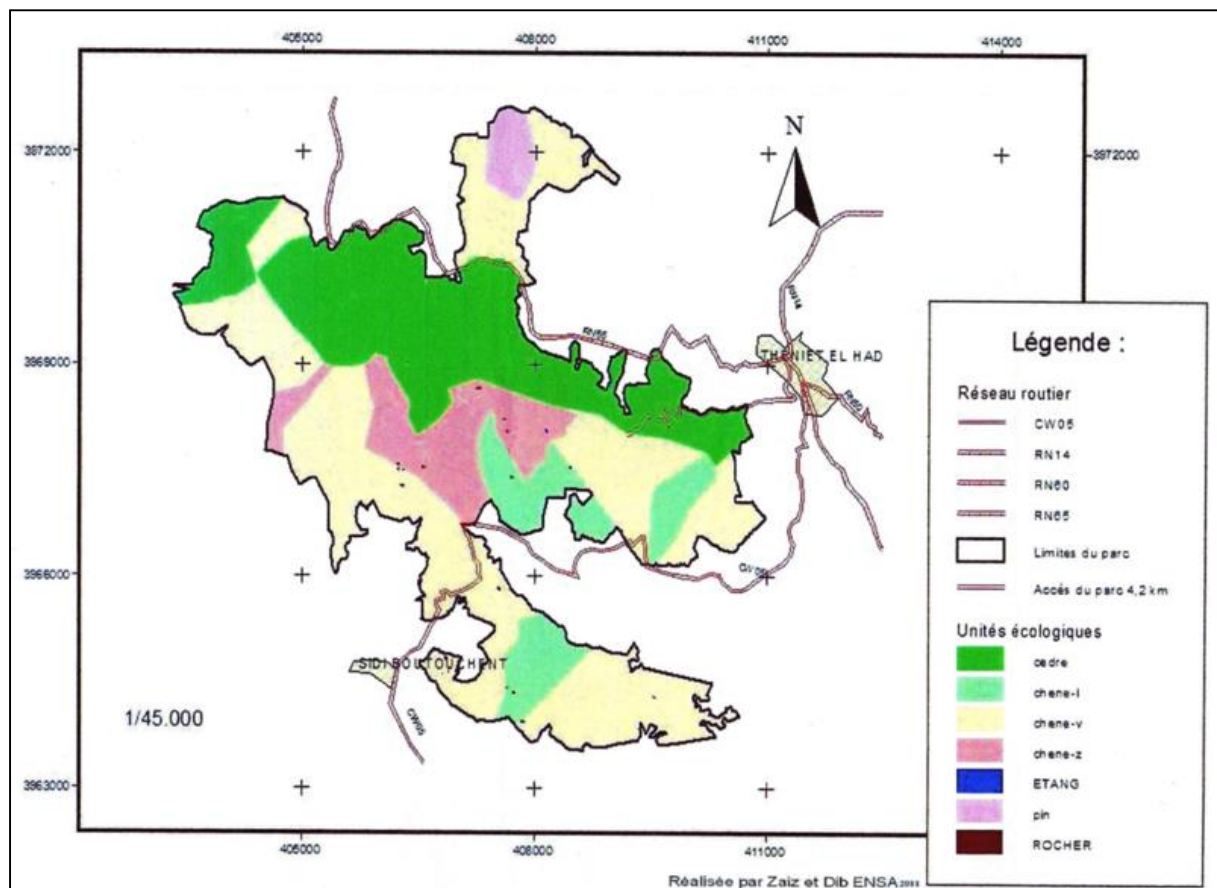


Figure 13 : Carte de végétation du parc National de Theniet El Had (**Zaiz et Dib, 2011**),

[Tapez un texte]

Chapitre III

Résultats et discussions

1.Introduction

Notre présent travail a été réalisé au niveau du laboratoire de l'université de Tissemsilt et laboratoire de l'algérienne des eaux (ADE).

a. Objectif :

L'objectif de notre recherche est d'évaluer la qualité physico -chimique des sources d'eau brute dans le Parc National Theniet EL Had-Tissemsilt, en comparant les résultats aux normes de qualité de l'eau établies par le Journal algérien des sciences.

b. Echantillonnage :

Au cours de nos recherches, nous avons examiné sept sources différentes, qui sont les suivantes :

- 1- Ain Gigeb 1.
- 2- Ain Gigeb 2.
- 3- Ain Guigabe.
- 4- Ain Toursoute.
- 5- P. N siège alt 14000.
- 6- M2 Pépinière.
- 7- M1 Pépinière.

2. Mode de prélèvement :

La bonne méthode d'échantillonnage assure une grande partie de l'exactitude des résultats des données mesurées.

3. Matériels et méthodes :

3.1. Les paramètres physico chimiques mesurés:

3.1.1 Les paramètres physiques :

La mesure des paramètres physiques-telle que le PH, Température et la conductivité- doit être réalisé au même endroit et au même moment que l'opération d'échantillonnage. (N'est pas été effectué sur le terrain car il y a un manque des appareils mobiles ou du terrain).

3.1.1. a Le prélèvement des échantillons pour les paramètres chimiques :

Appliquer la méthode simple de prélèvement en bouteilles -Rincer abondamment les bouteilles avec l'eau de la source lui-même. -Remplir les bouteilles. -Prendre la date et l'heure de prélèvement.



Figure 14 : Le prélèvement des échantillons dans la zone d'étude. (Original).

N°	Les Sources	Coordonnée UTM (m) X C	Coordonnée UTM (m) Y	Altitude Z (m)	Date de prélèvement	l'Heure de prélèvement
1	Ain Gigeb 1	404611.31E	3970826.56N	1363	15/03/2022	10:05:33
2	Ain Gigeb 2	405949.20 E	3968585.89N	1347	15/03/2022	10:2044
3	Ain Guigabe	404936E	3970072.43N	1393	15 /03/2022	10:45:56
4	Ain Toursoute	406828,75 E	3969516,66 N	1479	15 /03/2022	11:30:55
5	P.N siège alt 14000.	10079,72 E	3968593,08 N	1400	15 /03/2022	13:31:32
6	Mare2 Pépinière.	409962.72E	3968677.69N	1500	15 /03/2022	12:03:22
7	Mare1 Pépinière.	409761.72E	3963600.69N	1400	15 /03/2022	11:59:58

Tableau 08: Répartition des points de prélèvement de la zone d'étude

	Ain Gigeb 1	Ain Gigeb 2	Ain Guigabe	Ain Toursoute	P,n siège alt 14000	M2 Pépinière	M1 Pépinière
PH	6,7	6,71,	9,09	6,91	7,96	7,67	8,67
T	14,8	15,4	15,5	15,7	18,7	18,2	18,3
COND	392	221	763	442	503	388	260
TDS	188,4	105,4	373	213,2	244	187	124,2
Turb	1,31	0,59	1,35	0,5	0,13	71	5,47
Mg ⁺²	1.488	0.1	7.44	0.496	11.904	4.96	2.97
HCO ₃ ⁻	142	106.2	156.2	177.5	184.6	234.4	163.3
CL ⁻	18.3	18.3	C=30.5	18.3	30.5	24.4	30.5
SO ₄ ⁻²	81.14	34.3	165.11	67.3	86.03	34.4	14.5
Na ⁺	28.4	19.9	83	22.8	21.8	11.6	7.9
K ⁺	3.4	2.9	6.5	4	5.6	7.5	6.3
NO ₃ ⁻	6,5	6,86	11,46	3,08	1,37	4,47	3,93
Ca ²⁺	18,49	11,22	53,7	42,48	49,69	6,7	31,26

Tableau 09 : Résultats des analyses chimiques en mg/L des eaux des sources de PNTH

➤ Laboratoire de physicochimie de l'ADE Tissemsilt :



Figure 15 : Les analyses accomplies en laboratoire d'ADE Tissemsilt. (Original)

➤ Laboratoire de l'Université de Tissemsilt :

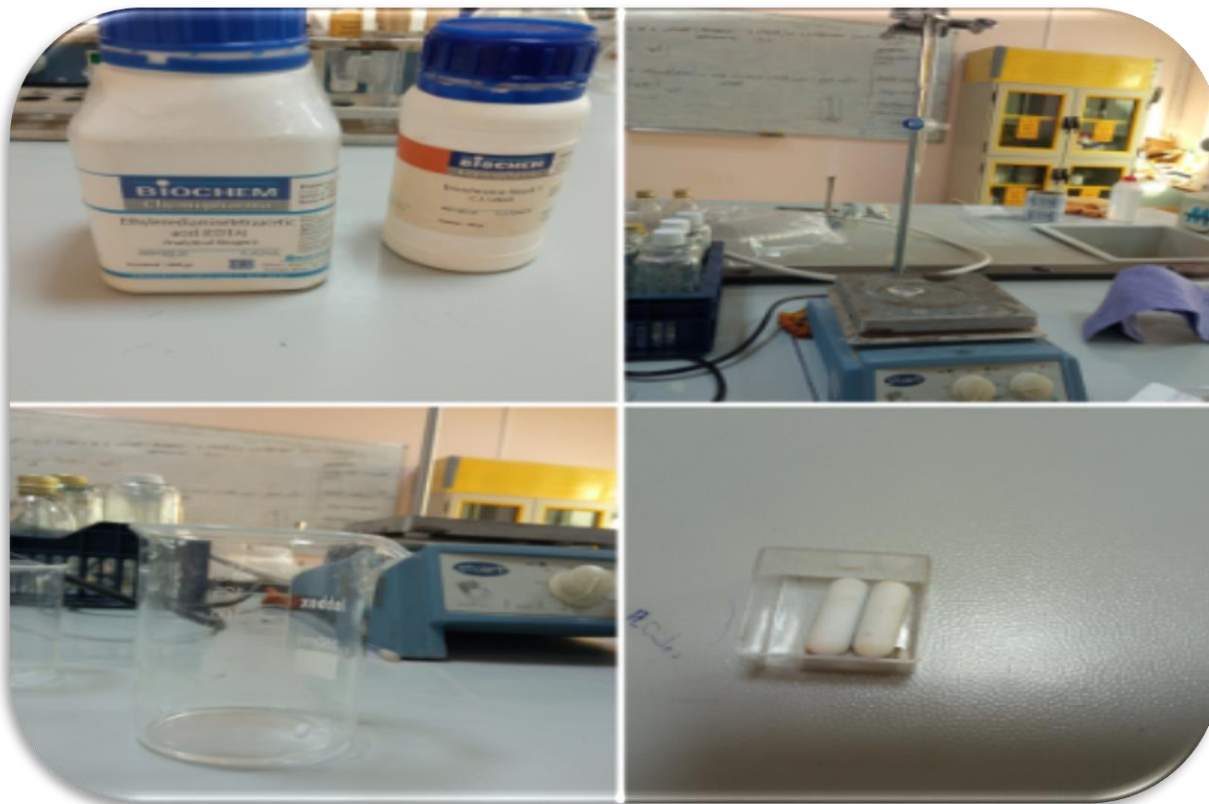


Figure 16 : Les analyses accomplies en laboratoire de l'université (Originale)

➤ Méthodes

Les paramètres physiques étudiés sont :

- PH et Conductivité.

Les paramètres chimiques étudiés, sont :

- Les cations : Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+
- Les anions: Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- , NO_3

- Les paramètres physico-chimiques caractéristiques ont été mesurés pour tous les prélèvements et les analyses, les résultats des analyses chimiques de l'eau sont portés dans les tableaux et représentés sur les différents diagrammes à l'utilisation d'outil informatique tel que (Diagramme de piper et Gibbs ; ACP ...)

Dans **Le but** : Déterminer les principaux faciès chimiques des eaux.

➤ Matériels :

➤ Les analyses physicochimiques :

➤ Mesure électro métrique du PH Avec l'électrode de verre.

• Principe :

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel – KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du PH de celle – ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .



Figure 17 :PH Mètre(Originale)

- **Appareil** : PH mètre.
- **Électrode** : de PH Réf 60209000.
- **Réactifs** : Tampon pH = 7.
Tampon PH = 4.

- **Mode opératoire** :
- **Etalonnage de l'appareil** :

Allumer le PH Mètre.

- Brancher l'électrode de PH.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Vérifier l'électrode (niveau de la solution KCl).
- Prendre dans un petit bécher .la solution tampon PH = 7.
- Tremper l'électrode de Ph Mètre dans la solution PH= 7.
- Laisser stabiliser un moment.
- Affiner avec le bouton de droite à PH =7.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Etalonner de la même manière avec la solution PH= 4.
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

Dosage de l'échantillon :

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment.
- Puis noter le PH.

➤ **Mesure de la conductivité électrique :**➤ **Définition :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm.

- Elle est l'inverse de la résistivité électrique.
- L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/ m).
- La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro-Siemens par centimètre (μS /cm). La relation entre résistivité et la conductivité est la suivante :

$$\text{Résistivité } (\Omega \text{ cm}) = \frac{1000000}{\text{Conductivité } (\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1})}$$

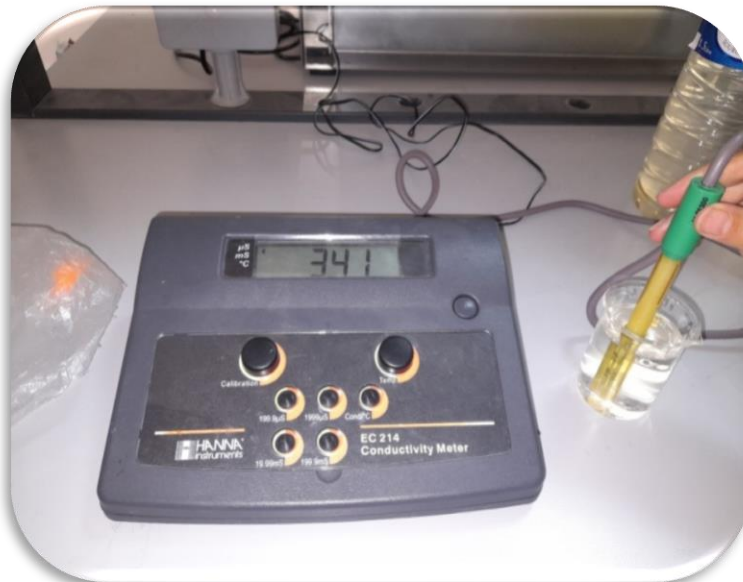


Figure18 : Conductivité mètre (Originale)

Principe :

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platines (Pt)(ou couverte de noir de platine) maintenues parallèles.

- Si R est la résistance de la colonne d'eau en Ohms.
- S sa section en cm² et l sa longueur en cm.

$$\text{-La résistivité électrique en Ohms .cm est : } P = R \frac{S}{l}$$

$$\text{- La conductivité électrique en S / cm est : } V = \frac{1}{P} = \frac{l}{R S}$$

$\frac{l}{S}$ Est appelé constante de l'élément de mesure.

- **Matériel :**

- Conductimètre.
- Thermomètre.

- **Mode opératoire :**

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

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, fier la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platines soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. La température du liquide de devra en aucun cas varier pendant la mesure.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en $\mu\text{s} / \text{cm}^{-1}$.

- **TURBIDITE :**

- **Définition :**

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute

- **Principe :**

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.



Figure19 : Trubidimètre.(Originale)

- **Appareillage :**

Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre.

- **Etalonnage de l'appareil :**

A l'aide des solutions d'étalonnage de formazine de 400 à 4000 NTU.

- **Mode opératoire :**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Expression des résultats :

La mesure est obtenue directement en NTU

- **Détermination des nitrates (NO₃-) Méthode au salicylate de sodium :**

- **Principe :**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du para-nitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

- **Réactifs:**

- Solution de salicylate de sodium à 0,5 % (renouveler toutes les 24 h)
- Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.
- H₂SO₄ concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.
- Hydroxyde de sodium NaOH400 g.
- Tartrate de sodium et de potassium.....60g.
- Eau distillée.....q.s. p 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg /l.

- Nitrate de potassium anhydre0.722
- Eau distillée..... 1000 ml
- Chloroforme.....1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg /l

- **Matériels**

- Capsule de 60 ml
- Pipette de 2 ml
- Pipette de 10ml
- Pipette de 15 ml
- Pipette de 1 ml

- **Appareillage :**



Figure 20 : Etuve.



Figure 21 : Spectrophotomètre.



Figure 22 : Les capsules(Originale)

- **Mode opératoire :**

- Prendre 10ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2à3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1ml de salicylate de Na.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 -88 °C.

(Ne pas sur charger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.

- Reprendre le résidu avec 2ml .H₂SO₄ repos 10 mnt.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double puis passer au spectro au 420 nm.
- Le résultat est donné en mg/l.

- **Courbe d'étalonnage.**

Dans une série de capsule de 60 ml, introduire successivement :

N° de Capsule	B	I	II	III	IV
ETALON 5MG/1.	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
de salicylate de Na	1	1	1	1	1
Correspondant en mg/1 de nitrique.	0	0.5	1	2.5	5

- **Expression des résultats:**

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 420 nm

- **Gamme d'étalonnage:**

N° Fiole	0	1	2	3	4	5
filles à 25 mg/1 P	0	0.3 ml	0.6	1.2	2.4	4.8
Qsp 40 ml eau distillée	0	40 ml	40	40	40	40
[c] P	40	0.015	0.03	0.06	0.120	0.240
[c] P en PO_4^{3-}	0.0	0.0459	0.0918	0.1836	0.3672	0.7340
Acide ascorbique (ml)	0.0	1	1	1	1	1
Réactif mélangé (ml)	1	2	2	2	2	2
Attendre 10mn.						

- **Mode opératoire:**

- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml de mélange MIXTE
- Attendre 10 mn développement de la couleur.
- Longueur d'onde λ à 880 nm

- **Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+}) :**

- **Principe :**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T. A à PH compris entre 12 – 13.

Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE. L'E.D.T. A réagi tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

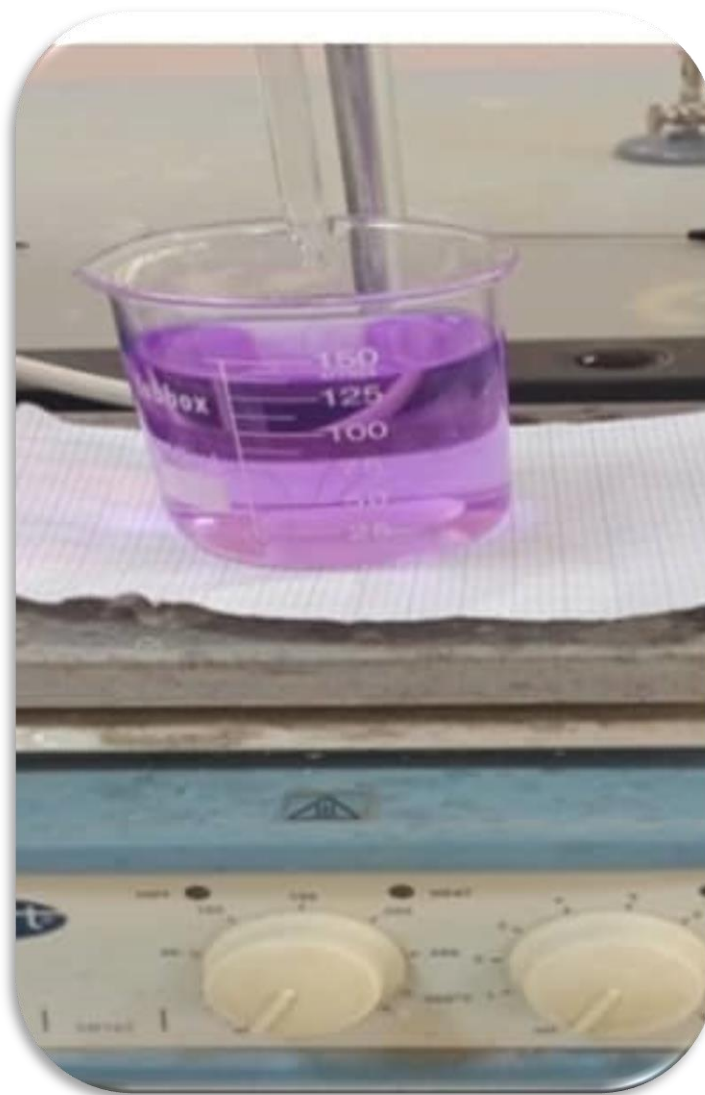


Figure23: Résultats de calcium.

- **Réactifs :**

Solution d' E.D.T.A N /50 ($C_{10} H_{14} N_2 Na_2 O_8 2H_2O$):

- EDTA3,722 g.
- H₂O distilléeq.s. p 1000 ml.

Solution d' hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N:

- NaOH (pastilles)80 g.
- H₂O distilléeq.s. p 1000 ml.

-

Solution d' hydroxyde d'ammonium (NH₄OH) Ph =10,1:

- Chlorure d'ammonium70 g.
- H₂O distilléeq.s. p 1000 ml.

Indicateur colorés:Murexide.

- NH₃570 ml.

Noir eriochrome.

- Solution mère de Ca²⁺ à 100 mg/l.

Mode opératoire:

(V₁) Ca²⁺:

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

(V₂) Ca²⁺Mg²⁺:

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH₄OH (10,1).
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer jusqu'au virage (bleu).

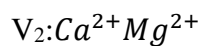


Figure24 :Résultats de Magnésium.

Expression des résultats :

$$mg.l^{-1}Ca^{2+} = \frac{V_1 \times N_{EDTA} \times F \times M Ca^{2+} \times 40 \times 1000}{PE}$$

$$mg.l^{-1}Ca^{2+} = \frac{V_1 \times 0.01 \times F \times 40g \times 1000}{V_1 \times F \times 8}$$



$$Mg^{2+} \text{ mg.l}^{-1} = \frac{(V_1 - V_2) \times F \times M_{Mg^{2+}} \times 1000 \times N_{EDTA}}{PE}$$

$$= \frac{(V_2 - V_1) \times F \times 24g \times 1000 \times 0.01}{50 \times 2}$$

$$mg.l^{-1}Mg^{2+} = (V_2 - V_1) \times F \times 12$$

F : - Prendre 50 ml de la solution mère à $100 \text{ mg.l}^{-1}Ca^{+2}$

- Ajouter 2 ml de NaOH, puis l'indicateur coloré (MUREXIDE).

- Titrer par l'EDTA jusqu'au virage (violet). (Vp).

$$F = \frac{V_T}{V_P} = \frac{5}{V_P}$$

- **Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme.**

1. **Partie théorique:**

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino-terreux.

Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium ...etc.) sont généralement sous forme de sels.L'analyse se fait et partant de leurs solutions



Figure22: floume photométrie.

2. Partie pratiquées:

• Mode opératoire:

Il faut le suivre étape par étape :

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert.
- Allumer la pompe.
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz propane.
- Allumer la flamme.
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- Appuyer sur la touche KONTROL (<20).
- Appuyer sur la touche NULL – Zéro, attendre 5 à 10 minutes.
- Appuyer une 2ème fois sur la même touche NULL –Zéro pour qu'elle s'allume.
- Retirer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution ETALON de Na^+ ou de $\ll\text{K}^+\gg$ à 10 mg/l.
- Appuyer sur la touche STANDARD.
- Attendre qu'elle s'allume
- Appuyer une 2ème fois sur la même touche et attendre qu'elle s'allume.

- Ensuite, appuyer sur la touche ANALYSE (il faut que la lecture doive donner 10).
- A la fin passer aux échantillons inconnus et appuyer seulement sur la touche ANALYSE (3 essais pour chaque échantillon).

A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

- **Préparation des étalons :**

- Solution fille de sodium (Na^+) à 10 mg/l de la solution mère de NaCl à 1000 mg/l dans 100 ml d'eau distillée.
- (2,5 mg de NaCl 1000 cc d' H_2O distillée : solution mère de Na^+ à 1g/l).
- Solution fille de potassium (K^+) à 10 mg/l : 1 ml de la solution mère de KCl à 1 g/l dans 100 ml d'eau distillée.
- (1,91 g de KCl 1000cc d'eau distillée : solution mère de K^+ à 1g/l).

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg / l.

- **Remarque :**

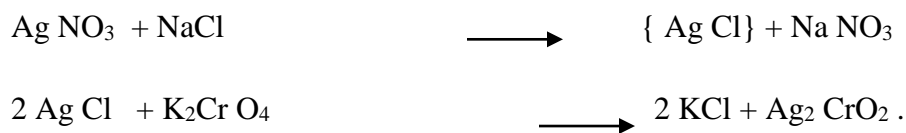
Avant de doser le sodium (Na^+) il faut toujours vérifier les valeurs de la conductivité car cette dernière a un rapport proportionnel à la dilution, c'est à dire plus que la conductivité est grande plus que la dilution du Na^+ est grande et vice versa. Alors pour le cas de K^+ on ne fait pas la dilution sauf que la conductivité est grande.

- **Détermination des chlorures (Cl^-):**

- **Principe:**

On fait agir en milieu neutre, PH =6,7 ou 7, une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connus de solution titrée de Chlorure de sodium.

La réaction se fait en présence de chromate de potassium.



- **Réactifs :**
 - Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.
 - Solution de chlorures à 71 mg/l.
 - Indicateur coloré K_2CrO_4 à 10 %.
- **Mode opératoire:**
 - Prendre 5 ml d'eau à analyser.
 - Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).
 - Titrer avec $AgNO_3$ à 0,01 N jusqu'à coloration brunâtre.

Expression des résultats:

$$F.G = \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times M_{Cl^-} \times 1000}{PE} = \frac{V_{AgNO_3} \times 0.01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

$$F.S : mg.l^{-1}Cl^- = V_{AgNO_3} \times 71 \times F$$

- V_{AgNO_3} : Volume d' $AgNO_3$ est nécessaire pour le dosage de l'échantillon.
- N_{AgNO_3} : Normalité d' $AgNO_3$.
- M_{Cl^-} : Masse des chlorures.
- F : Facteur de correction du titre d' $AgNO_3$.
- PE : Prise d'essai.

Pour le F :

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Dosier par $AgNO_3$ à 0,01 N jusqu'au virage. (Rougebrique).

$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

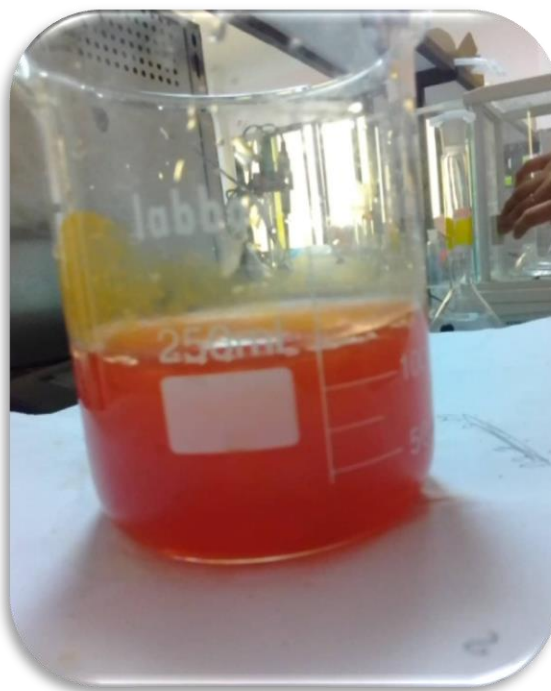


Figure 23 : Résultat de chlore.

- **Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}) :**

- **Principe :**

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum.

- **Appareil :**

Spectrophotomètre DR/2000 de marque " HACH "

- **Réactifs:**

- Solution mère de sulfates à 1g/l à partir de NO_2SO_4
- Peser 4.43g de Na_2SO_4 1000 ml d'eau distillée.
- **Solution stabilisante :**
- Acide chlorhydrique (c).....60 ml
- Ethanol200 ml
- Chlorure de sodium150 g
- Glycérol100 ml
- Eau distillée600 ml

- **Solution de chlorure de baryum :**
 - Chlorure de baryum150 g
 - Acide chlorhydrique5 ml
 - Eau distillée1000 ml
- **Gamme d'étalonnage:**
 - Prendre 8 béchers de 250 ml.
 - Laver très bien avec du savon et une lavette.
 - Rincer abondamment avec l'eau du robinet.
 - Rincer avec une solution acide chlorhydrique
 - Rincer avec l'eau du robinet puis avec de l'eau distillée
- **Remarque:**
 - Les échantillons troubles ou colorés doivent être filtrés de 0.45 μm .
 - Les échantillons qui contiennent plus de 70 mg/l SO_4^{2-} doivent être dilués avant détermination.

Tableau:

N°Becher	0	1	2	3	4	5	6	7
S mère à 1g/l	0	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml	7 ml
Qsp	100 ml	99 ml	98 ml	97 ml	96 ml	95 ml	94 ml	93 ml
stabilisante	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml
Chlorure de baryum	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml
Agitation 1 mn								

Enregistrer la gamme dans le spectrophotomètre à la Longueur d'onde λ 420

- **Mode opératoire:**
 - Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
 - Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
 - Agiter énergiquement pendant 1mnt.
 - Passer au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$.
- Normes:
 - Normes PNA = 400 mg/l.
 - CMA = 400 mg/l.
 - **Expression des résultats:**

$\text{Mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{la dilution}$.

- **Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-) :**
- **Principe :**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de $\text{pH} = 8.3$ et 4.3 le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

- **Réactifs:**
 - Solution d'acide Chlorhydrique à 1N :
 - Solution d'HCl à 1N:
 - S d'HCl à 1N100 ml.
 - H_2O distilléeq.s. p1000 ml.

Electrode : Electrode de Ph ref .60209000.

Mode opératoire:

- -Prendre 100 ml d'eau à analyser,
- -Noter son pH puis titrer avec Hcl à 0.1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4.4.

Expression des résultats :

$$F.G : \frac{V_A \times N_A \times M_{\text{HCO}_3} \times 1000}{PE} = \frac{V_A \times 0.1 \times 61 \times 1000}{100}$$

F.S: $V_{A_1} \times 61 = mg.l^{-1}HCO_{3-}$

V_A : volume d'acide versé.

N_A : normalité d'acide versé.

$M_{HCO_{3-}}$: masse des bicarbonates (HCO_3^{6})

P.E : prise d'essai.

- **Remarque :**

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8.3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO_3^{2-}) puis continuer le dosage jusqu'à pH de :

$$4.4 VA^2 \text{ mg/l } CO_3^{2-} = VA_2 \times 6$$

4. Etude hydrochimie

4.1 Calcul de l'Indice de qualité de l'eau (IQE)

Onze paramètres importants (CE.PH.TDS. Ca...etc.) ont été sélectionnés pour calculer l'Indice de qualité de l'eau IQE. Cet indice est une technique de classification de la qualité de l'eau qui repose sur la comparaison des paramètres de qualité de l'eau avec les normes internationales ou nationales algériennes dans le cadre de cette étude.

L'IQE résume de grandes quantités de données sur la qualité de l'eau en termes simples (Excellente, Bonne, Mauvaise, Très mauvaise, etc.). Dans cette étude l'indice IQE est appliqué pour estimer l'influence des facteurs naturels et anthropiques sur la base de plusieurs paramètres clés du chimisme des eaux du Parc National du Theniet el Had situé au niveau de la wilaya de Tissemsilt. Cet indice est calculé en suivant la méthode de l'indice arithmétique pondéré (**Brown et al., 1970**). Dans cette approche, une valeur numérique appelée poids relatif (W_i), spécifique à chaque paramètre physico-chimique, est calculée (Tab.1) selon la formule suivante :

- $W_i = k / S_i \dots \dots \dots (1)$

Où :

k : constante de proportionnalité et peut également être calculée à l'aide de l'équation suivante:

- $k = 1 / \sum_{i=1}^n (1/S_i) \dots \dots \dots (2)$

n : nombre de paramètres

S_i : valeur maximale de la norme standard marocaine des eaux

(Norme Algérienne de qualité des eaux,2011) de chaque paramètre en mg/l sauf pour le pH, la T°C et la conductivité électrique.

Ensuite, une échelle d'évaluation de la qualité (Q_i) est calculée pour chaque paramètre en divisant la concentration par la norme dudit paramètre et en multipliant l'ensemble par 100 comme dans la formule suivante :

$$\bullet \quad Q_i = (C_i / S_i) \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Q_i : échelle d'évaluation de la qualité de chaque paramètre.

C_i : la concentration de chaque paramètre en mg/l

Finalement l'indice global de la qualité de l'eau est calculé par l'équation suivante :

$$\bullet \quad IQE = \sum_{i=1}^n Q_i \times W_i / \sum_{i=1}^n W_i \dots \dots \dots (4)$$

Cinq classes de qualité peuvent être identifiées selon les valeurs de l'indice de qualité de l'eau IQE (Tableau 17).

Classe de IQE	Type d'eau	Usage possible
0 - 25	Excellente qualité	Eau potable, irrigation et industrie
>25 - 50	Bonne qualité	Eau potable, Irrigation et industrie
>50 - 75	Mauvaise qualité	Irrigation et industrie
>75 - 100	Très mauvaise qualité	Irrigation
> 100	Eau non potable	Traitement approprié requis avant Utilisation

Tableau 17. Classification et usage possible de l'eau selon l'IQE (Brown et al, 1972)

Les résultats obtenus dans cette étude sont analysés, interprétés, afin de donner une idée générale sur la qualité globale des eaux étudiées et leur évolution spatiale et saisonnière.

• **Résultats du calcul de l'indice IQE et évaluation de la qualité des eaux du Parc national du Theniet el Had.**

Le poids relatif (W_i) de chaque paramètre physico-chimique et la Constante de proportionnalité k sont calculés en premier lieu en utilisant les Valeurs maximales de le norme

standard Algérienne des eaux (Norme Algérienne de qualité des eaux, 2011) des paramètres physicochimiques Étudiés (Tableau 18).

Paramètres	Normes Algérienne	Si (valeur maximale standard, Algérie)	1/Si	Wi
Ph	9	9	0,11111111	0,11111111
T (°C)	25	25	0,04	0,12410736
TDS (ppm)	500	500	0,002	0,00620537
Cond (µs/cm)	2800	2800	0,00035714	0,0011081
NH ₃ (mg/l)	50	50	0,02	0,06205368
Ca ⁺⁺ (mg/l)	200	200	0,005	0,01551342
Mg ⁺⁺ (mg/l)	50	50	0,02	0,06205368
Na ⁺ (mg/l)	200	200	0,005	0,01551342
HCO ₃ (mg/l)	32	32	0,031	0,09695888
SO ₄ -(mg/l)	400	400	0,0025	0,00775671
Cl ⁻ (mg/l)	500	500	0,002	0,00620537
K ⁺ (mg/l)	12	12	0,08333333	0,25855701

Tableau 18 : Poids des paramètres physico-chimiques et norme algérienne de qualité des eaux Norme Marocaine de qualité des eaux, 2011.

$$k=1/ \Sigma (1/Si) = 3,10268407$$

Après le calcul de l'indice global de qualité IQE en utilisant les résultats, D'analyses physico-chimiques et les valeurs standards de la norme Algérienne (Norme Algérienne de qualité des eaux 2011), la classe de qualité des eaux est déterminée pour les 07 échantillons relatifs aux 07 stations d'échantillonnage (Tableau 18). Ainsi, trois classes de qualité (Mauvaise qualité, très mauvaise qualité mauvaise et non potable) sont identifiées dans le tableau 23

Sources	IQE	Classe de qualité
Ain Gigeb 1	66,1495	Mauvaise
Ain Gigeb 2	54,0723	Mauvaise
Ain Guigabe	9,95166	Très mauvaise
Ain Toursoute	78,2465	Très mauvaise
P, nsiège alt 14000	86,67838	Très mauvaise
M2 Pépiniere	104,540579	Eau non potable
M1 Pépiniere	80,1953906	Très mauvaise

Tableau 23 : Valeurs de l'indice IQE et classe de qualité des sources du Parc National de Theniet el Had-Tissemsilt.

L'indice de qualité de l'eau IQE montre qu'au passage entre les différentes sources de la région (**Ain Gigeb 1**, **Ain Gigeb2**, **Ain Guigabe**, **Ain Toursoute**, **P**, **N siège alt 14000**, **M2 Pépinière**, **M1 Pépinière**, sont de mauvaise qualité a non potable ($50 < IQE \leq 75$). Cependant, les sources **Ain Gigeb 1**, **Ain Gigeb2**, représentant, sont de mauvaises qualités pour utilisation d'Irrigation et industrie, Aussi, les sources **Ain Guigabe**, **Ain Toursoute**, **P**, **n siège alt 14000**, **M2 Pépinière**, **M1 Pépinière** représentent des eaux de très mauvaise.

Qualité ($75 < IQE \leq 100$) pour utilisation d'Irrigation seulement et en fin la source **M2 Pépinière présente une qualité** non potable ($IQE > 100$) pour utilisation et Traitement approprié requis avant Utilisation (Tableau23).

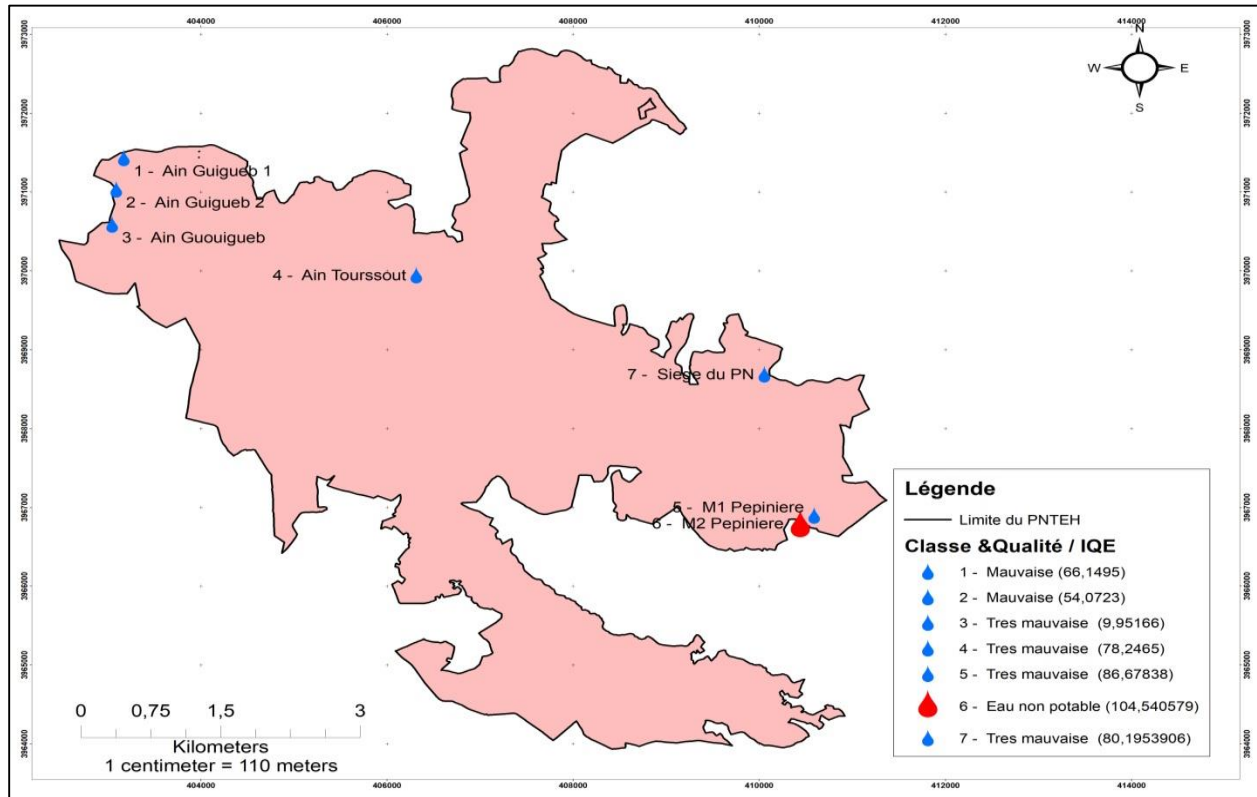


Figure 24 : La carte de l'indice de qualité des eaux.

Diagramme de piper :

Après l'interprétation du diagramme de Piper on a ressortir un (01) facies par les sources reportées : Facies : Eau Bi/Carbonatée calcique et magnésienne L'interprétation du diagramme présente que les eaux sont Eau Bi/Carbonatée calcique et magnésienne qui correspond à celui des eaux de puits; L'origine des éléments majeurs provoqué par la dissolution au contact de l'encaissant ou des formations géologiques de la région d'étude qui est aussi confirmé par l'interprétation du diagramme de Gibbs (Figure 23).les éléments Carbonatée proviennent du lessivage ou la dissolution de la de formations carbonatées bordant la nappe. Tels que les marnes et les calcaires. Qui constitue le substratum, donnent des concentrations élevées d'ions calcium par le phénomène de dissolution et d'évaporation jusqu'à des minéralisations totales, se retrouvent au niveau des sources **Ain Gigeb 1, Ain Gigeb2, Ain Guigabe, Ain Toursoute, P, n siège alt 14000, M2 Pépinière, M1 Pépinière**. Les teneurs les plus élevées en magnésium se trouvent dans la partie **Parc Nationale de Theniet El Had – Tissemsilt**. On pense que ces ions proviennent de la dissolution des formations dolomitiques (les calcaires dolomitiques).

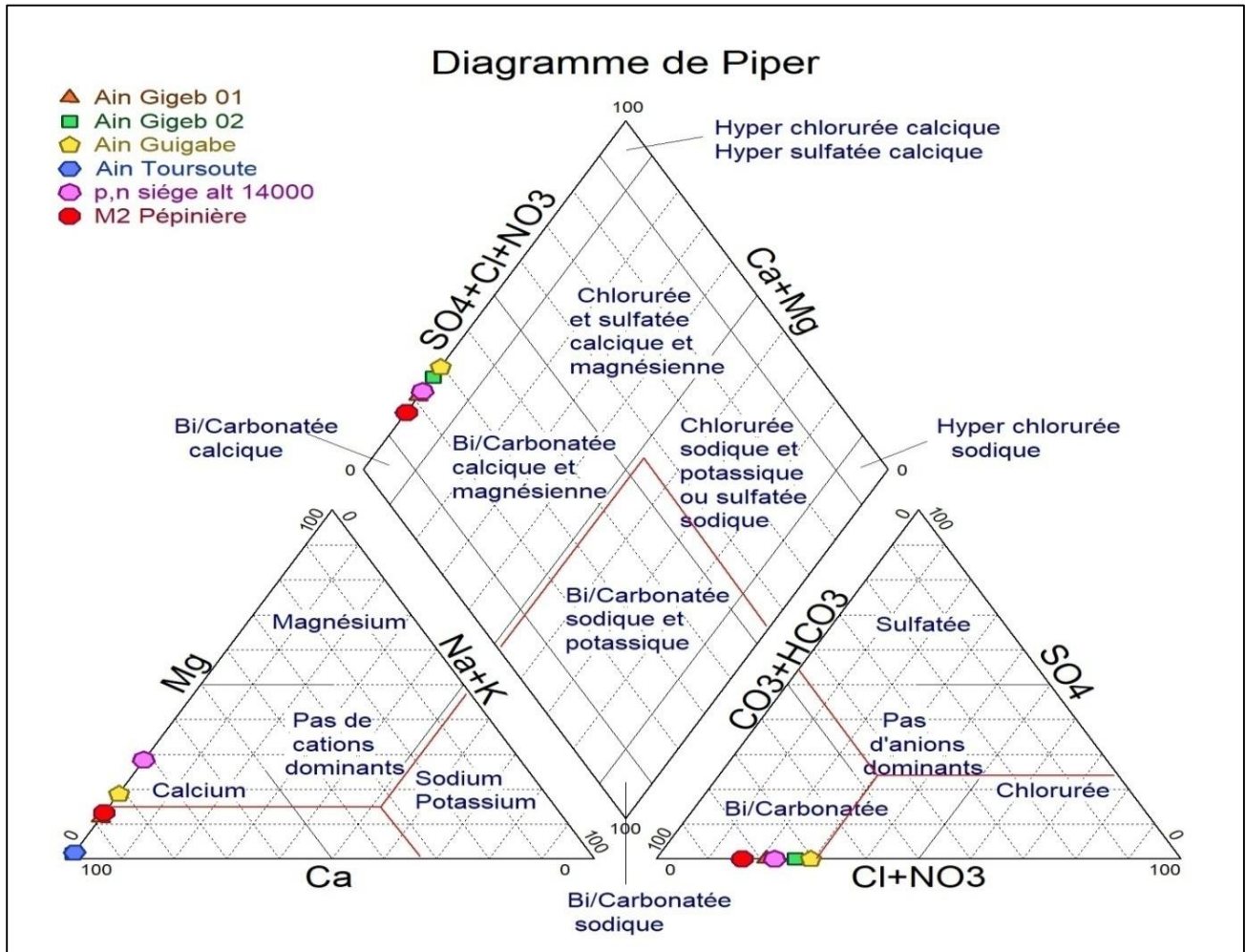


Figure 25 : Diagramme de Piper

Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF :

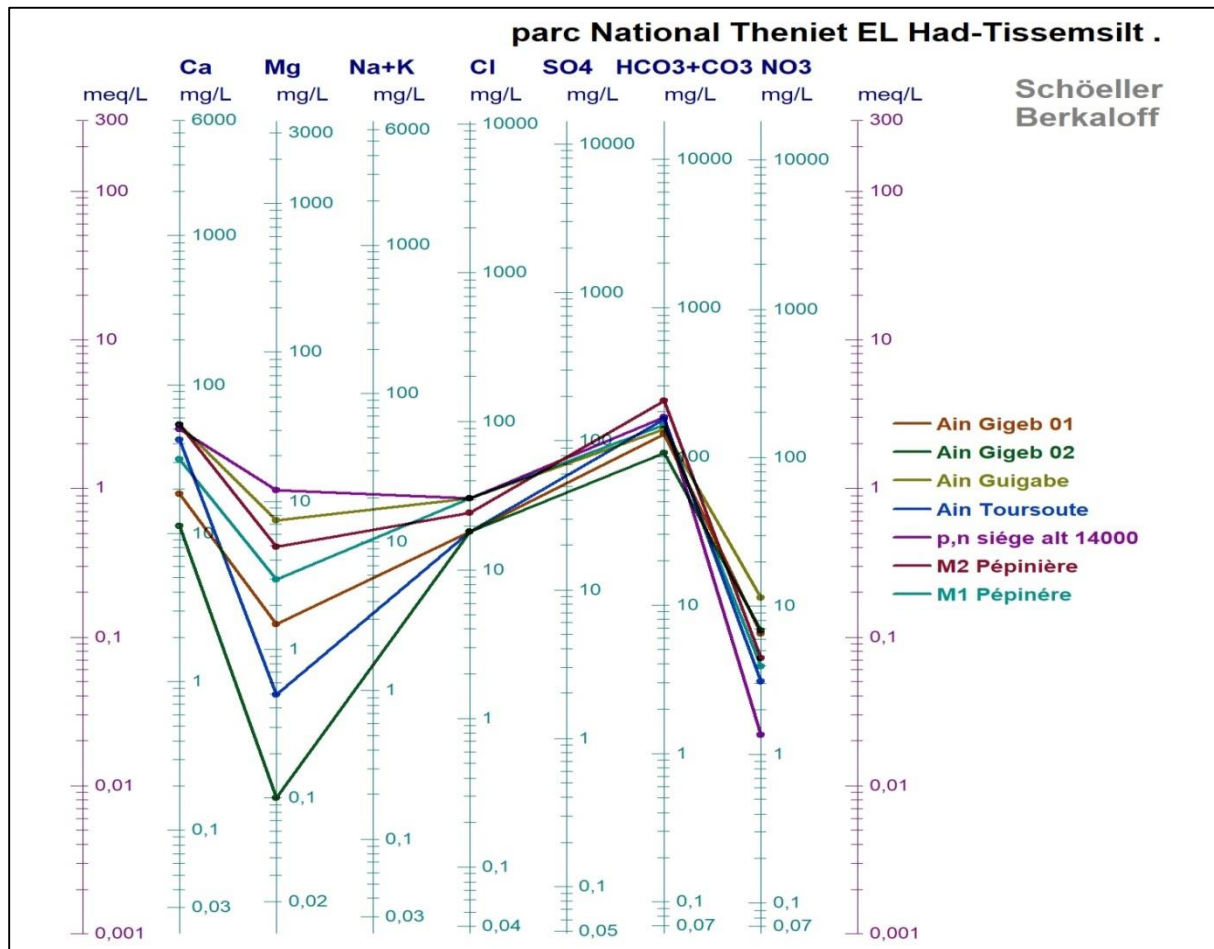


Figure 26 : Diagramme de SCHOELLER-BERKALOFF.

Le diagramme de Schoeller-Berkaloff permet de distinguer par simple lecture des échelles, les concentrations des ions et donc de déduire rapidement les différentes familles des eaux.

Dans le cas présent, il fait ressortir 01 faciès :

➤ *Facies bicarbonaté calcique et magnésienne :*

Les eaux sont de type :

HCO₃>SO₄>Cl>NO₃ et Ca> Mg >Na+K ; pour les sources du parc national Theniet El Had. Il est à noter que les eaux sont faiblement minéralisées.

Interprétation de graphique de Schoeller —Berkaloff confirme que les eaux de notre région d'étude présentent un faciès du nature Bi/Carbonatée calcique et magnésienne qui est du a la dissolution des substances géologiques localisé au notre région d'étude.

Diagramme de Wilcox :

Après avoir reporté tous les points d'eau sur le diagramme de Wilcox , qui fait intervenir la conductivité électrique et le % Na^+ (Figure 27) : il fait ressortir que la qualité des eaux du parc national du Theniet el Had présente une qualité excellente

Les eaux de la région d'étude appartiennent aux classes " excellente ", de la classification de WILCOX., Les eaux de la classe" excellente «, sont celles assez faiblement minéralisées que l'on rencontre en amont, du parc national du Theniet el Had par contre la qualité des eaux se dégrade vers l'aval.

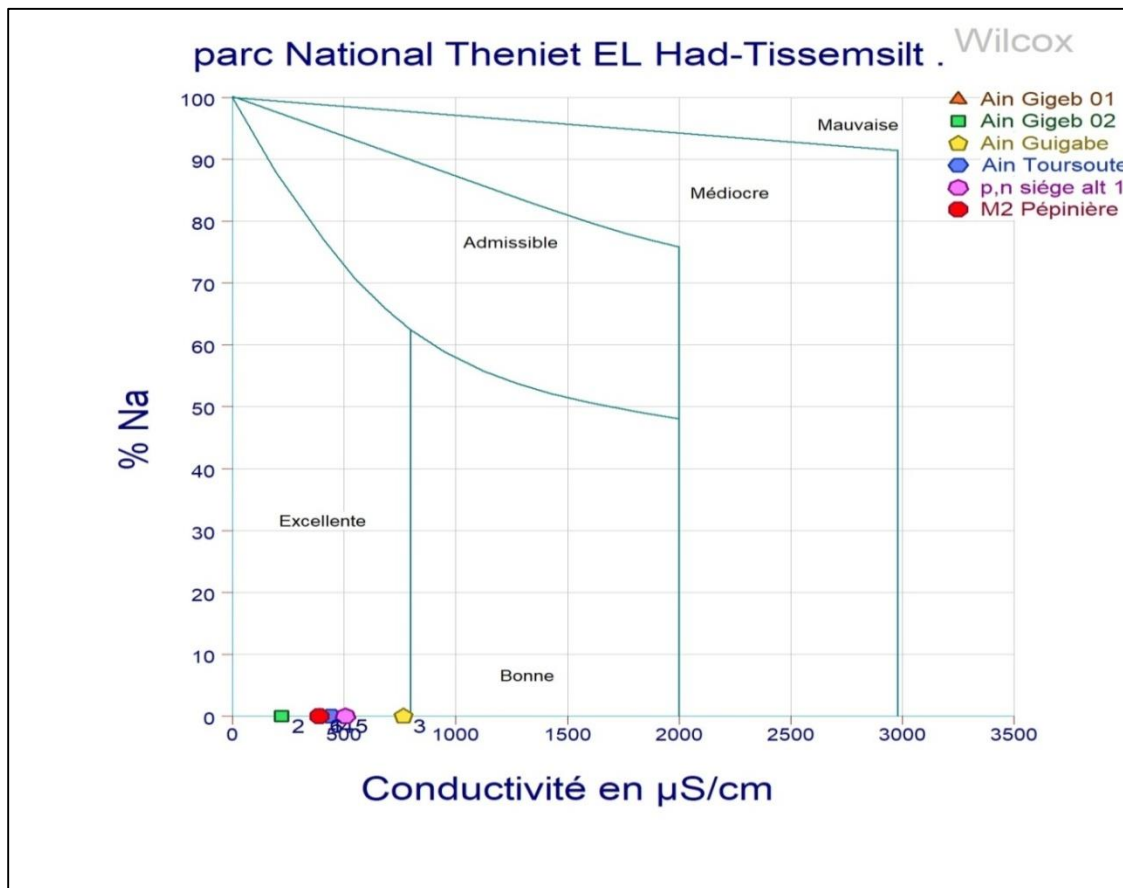


Figure 27 : Diagramme de Wilcox.

L'interprétation du diagramme de Gibbs

Le Diagramme de Gibbs traduisant l'origine de la minéralisation des différents échantillons d'eaux de notre zone d'étude l'interprétation du diagramme de Gibbs (1970) montre qu'un seul domaine auquel appartiennent les différentes sources d'eau analysées (Figure 28). Le domaine est celui des eaux des sources qui montrent une minéralisation influencée par les processus d'interaction eau – roche (I.E.R).

À partir de ce résultat, on peut déduire que toutes les eaux situées au niveau du parc national du Theniet el Had subissent une influence d'altération et la dissolution des substances géologiques dans leurs compositions physico-chimiques.

Nom	TDS	Ca(Mg/l)	Na(Mg/l)	CL(Mg/l)	HCO3(Mg/l)	Na/(Na+Ca)	Cl/(Cl+HCo3)
Ain gigebl	188,4	18,49	28,4	18,3	142	0,605672851	0,114160948
Ain gigebl 2	105,4	11,22	19,9	18,3	106,2	0,639460154	0,146987952
Ain guigabe	373	53,7	83	30,5	156,2	0,607168983	0,163363685
Ain toursoute	213,2	42,48	22,8	18,3	177,5	0,349264706	0,093462717
P.n Siege 1400	244	49,69	21,8	30,5	184,6	0,304937754	0,141794514
M2 Pépinière	187	53,7	11,6	24,4	234,4	0,177641654	0,094281298
M1 Pépinière	124,2	31,26	7,9	30,5	163,3	0,201736466	0,157378741

Tableau24 : Digramme de Gibbs

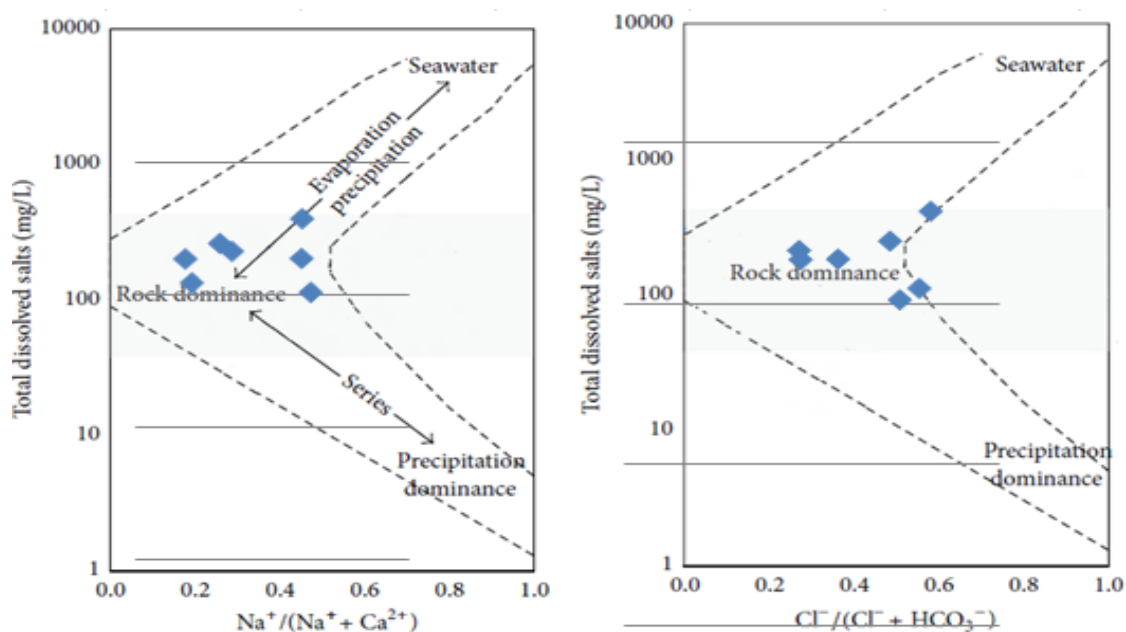
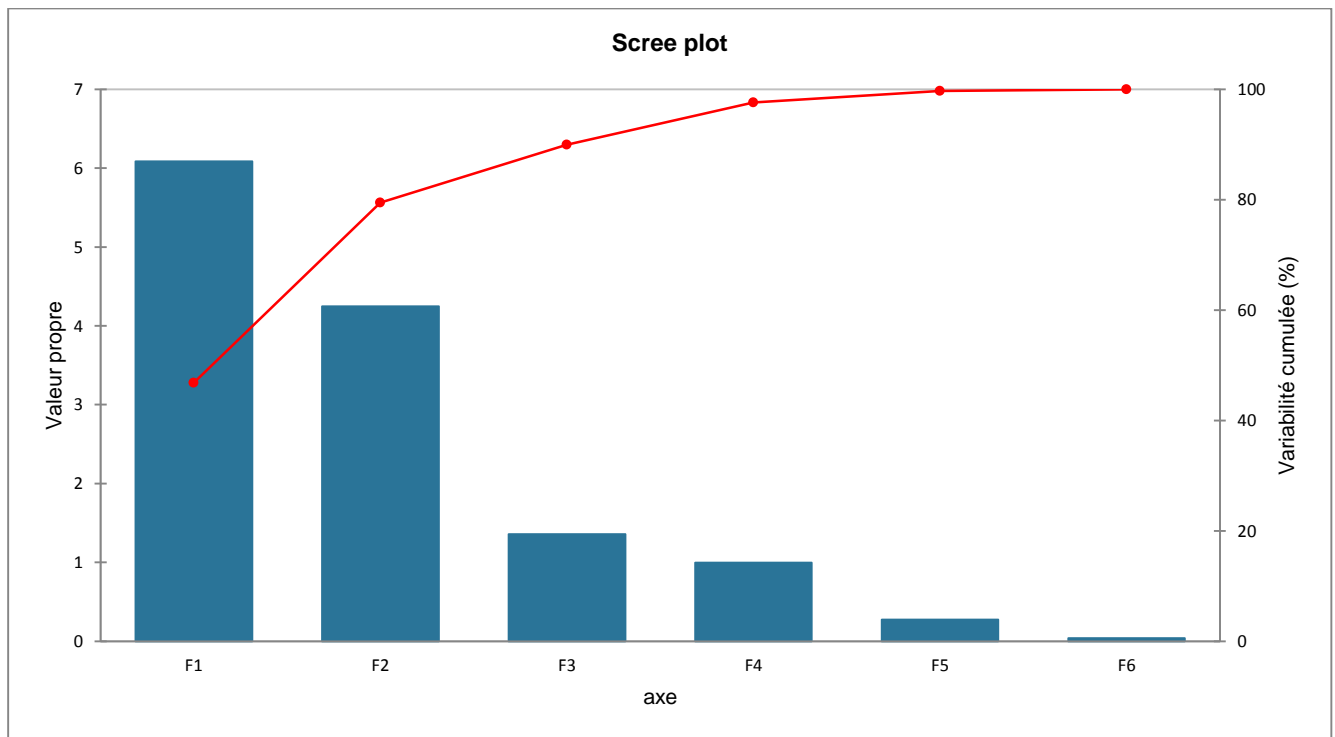


Figure 28 :Diagramme de Gibbs**Application de l'ACP :**

La méthode **ACP** a été appliquée à **07**sources et **12**variables (paramètres Physico chimiques) qui sont :**PH, CE $\mu\text{S}/\text{Cm}$, TDS, TRB, Ca (mg/L), Mg (mg/L), Na (mg/L), HCO₃ (mg/L), Cl (mg/L), SO₄ (mg/L), NO₃ (mg/L), K (mg/L).**

Interprétation de résultats de l'ACP :**Les valeurs propres :**

L'analyse de la courbe des valeurs propres (**figure 29**), montre que les deux premiers facteurs représentent le maximum d'informations dont la valeur factorielle exprime **79%** de la variance totale, avec **46%** pour le premier facteur (**F1**), **32%** pour le second (**F2**)

**Figure 29** : Valeurs propres de la matrice de corrélation des paramètres physico chimiques des sources

Etude des variables :**La matrice de corrélation :**

L'analyse de la matrice de corrélation (**Tableau**), montre :

• Une corrélation positive et parfaite entre :

✓ SO₄ et NA ($r^2=0.994$).

✓ CL a et PH ($r^2=0.998$).

• Une bonne corrélation positive entre :

✓ TURBIDITE et HCO₃

✓ MG et CL

• Une faible corrélation entre :

✓ Tds et turbidité

✓ HCO₃ et NO₃

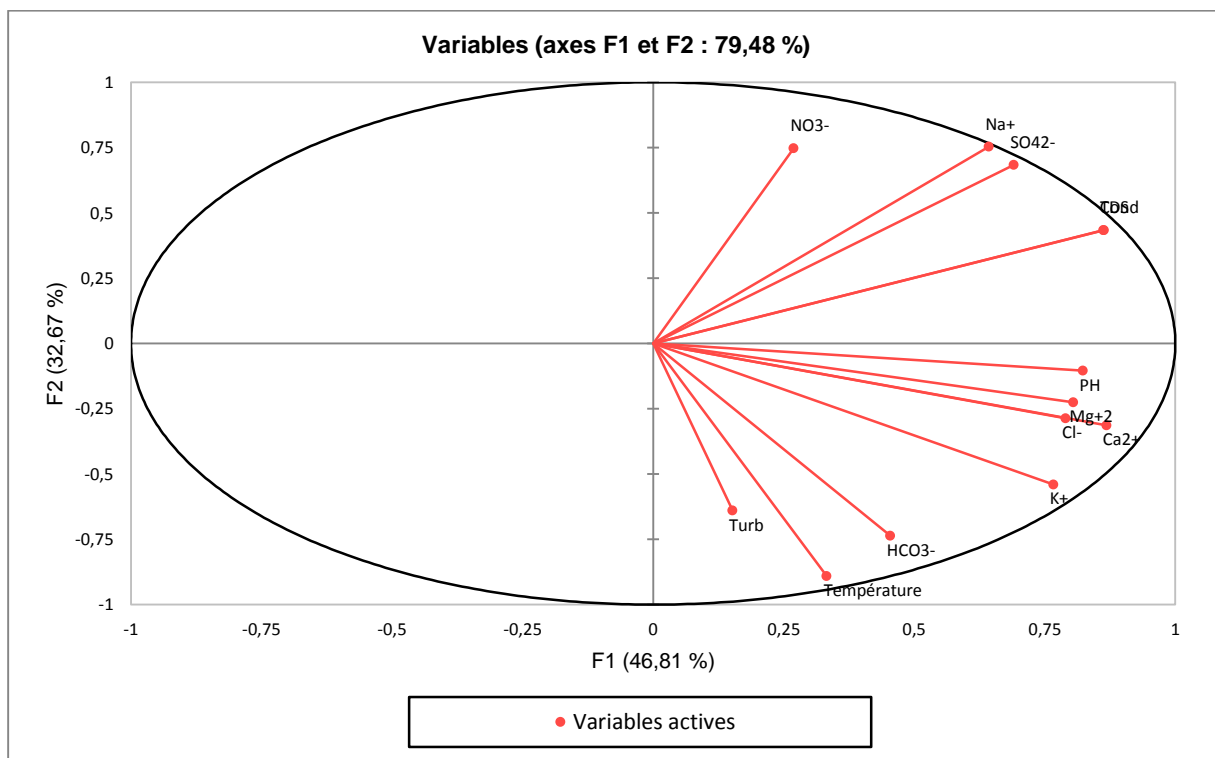


Figure30 : L'ACP des paramètres physico chimiques des variables de sources sur les plans factoriels (F1-F2).

En assurant sur cette étude à choisir deux axes le plus dominant qui donne une meilleure représentation **79%**. En effet Le cercle des corrélations est la projection du nuage des variables sur le plan des composantes principales. Les variables bien représentées sont celles qui sont proches du cercle, celles qui sont proches de l'origine sont mal représentées.

Alors on a :

- L'axe **1 (46,81%)** : est bien représenté par les variables suivantes : **NO₃, Na, SO₄²⁻**
- L'axe **2 (32,67%)** : est bien représenté par les variables suivantes : **HCO₃.K+Ca⁺²**

Matrice de corrélation

Corrélation	PH	Cond	TDS	Turb	Ca2+	Mg+2	HCO3-	Cl-	NO3-	SO42-	Na+	K+
PH	1,000	,531	,534	,041	,609	,617	,250	,941	,264	,373	,453	,793
Cond	,531	1,000	1,000	-,111	,698	,594	,185	,439	,467	,944	,870	,380
TDS	,534	1,000	1,000	-,112	,697	,595	,182	,442	,470	,944	,872	,381
Turb	,041	-,111	-,112	1,000	,412	,072	,761	,029	-,121	-,332	-,301	,614
Ca2+	,609	,698	,697	,412	1,000	,697	,779	,603	-,079	,427	,326	,801
Mg+2	,617	,594	,595	,072	,697	1,000	,420	,789	-,129	,462	,295	,595
HCO3-	,250	,185	,182	,761	,779	,420	1,000	,312	-,456	-,122	-,253	,745
Cl-	,941	,439	,442	,029	,603	,789	,312	1,000	,015	,276	,274	,773
NO3-	,264	,467	,470	-,121	-,079	-,129	-,456	,015	1,000	,603	,813	-,002
SO42-	,373	,944	,944	-,332	,427	,462	-,122	,276	,603	1,000	,940	,100
Na+	,453	,870	,872	-,301	,326	,295	-,253	,274	,813	,940	1,000	,126
K+	,793	,380	,381	,614	,801	,595	,745	,773	-,002	,100	,126	1,000

a. Cette matrice n'est pas définie positive.

Tableau25 : Matrice de corrélation (ACP) entre les variables

Etude des individus :

Etude la cercle de L'ACP :

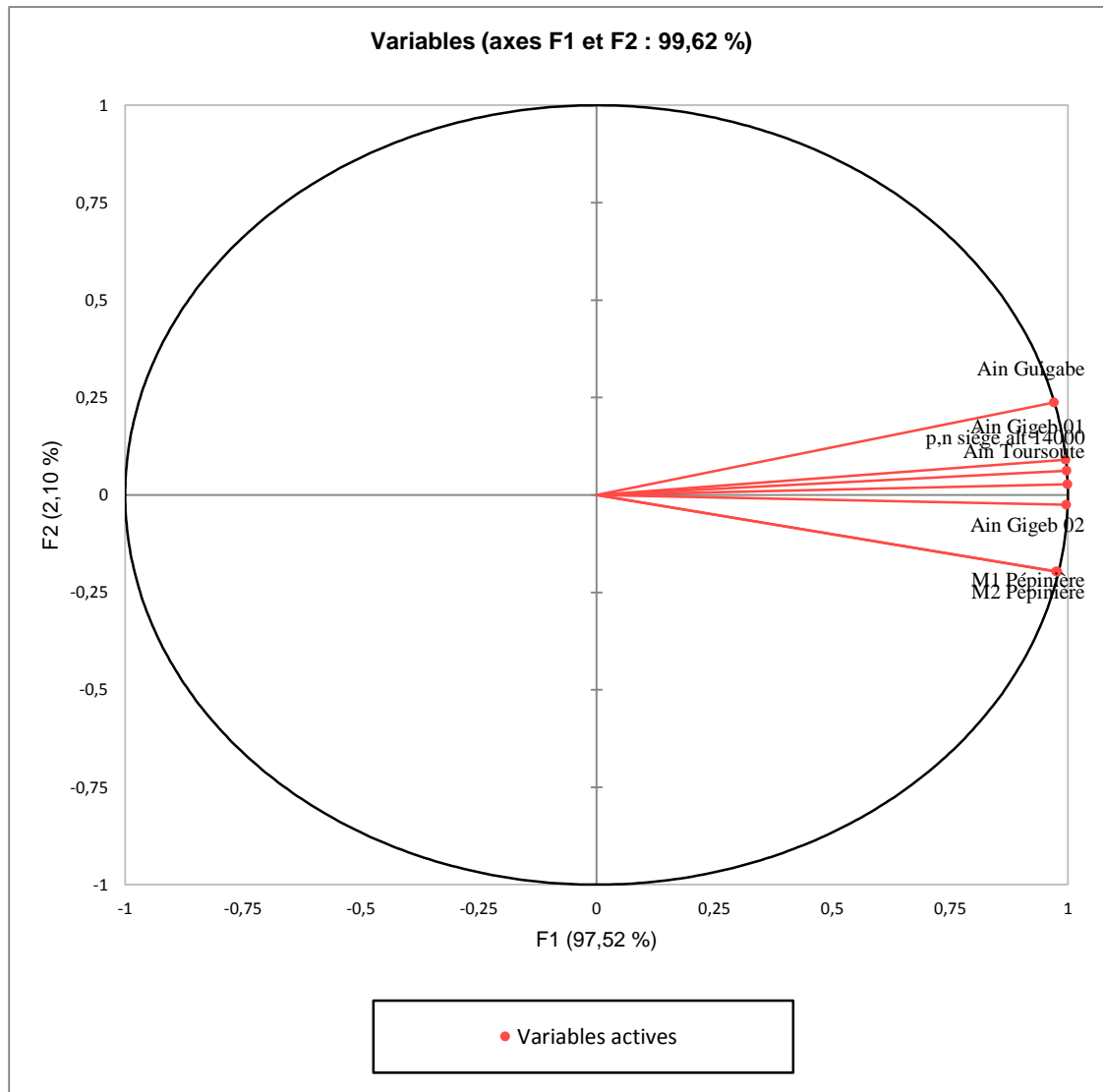


Figure31 :L'ACP des paramètres physico chimiques des sources sur les plans factoriels (F1-F2).

En assurant sur cette étude à choisir deux axes le plus dominant qui donne une meilleure représentation 99,62%. En effet Le cercle des corrélations est la projection du nuage des variables sur le plan des composantes principales.

Les variables bien représentées sont celles qui sont proches du cercle celles qui sont proches de l'origine sont mal représentées. Alors on a que les sources sont tous corrélées sur l'axe 01 et 02.

CONCLUSION

conclusion générale

Afin d'évaluer la qualité des eaux souterraines notamment les sources artésiennes du parc National du Theit el Had Tissemsilt , nous avons étudié l'hydrochimie et l'indice de la qualité des sources artésiennes de la commune de Tissemsilt, pour approfondir la connaissance des différents paramètres hydrochimique concernant les eaux souterraines et leur qualité en vue de leur utilisation en alimentation potable et l'irrigation, et les principales sources de pollution.

Notre travail est réparti en deux (02) parties :

- ❖ La première partie est consacrée à l'étude bibliographique en a focalisé sur Généralités sur les eaux et leurs paramètres globaux et les données climatologiques, géologiques et hydrologiques de notre zone d'étude
- La synthèse des données climatiques de la région étudiées, a mis en évidence un climat de type semi-aride, La température moyenne est d'environ 17,5°C, les précipitations varient avec un régime pluvial par un pic.
- La synthèse géologique et hydrologique de la zone a été réalisée grâce aux travaux de plusieurs auteurs qui ont déjà cité montre que l'ensemble des structures géologiques de la région d'étude présente une nature sédimentaire de certaines roches, en particulier les marnes gypsifères, les calcaires et des évaporites.

Et pour la partie hydrologique présenter par des reliefs montagneux et très accidenté un réseau hydrographique chevelu couvre la wilaya de Tissemsilt.

- ❖ La deuxième partie présente étude hydro chimique des sources d'eaux ainsi le l'indice de la qualité des eaux de la commune de Tissemsilt des sources artésiennes sélectionnées.

Les résultats de la synthèse Hydro chimique ont permis de faire ressortir les principaux faciès.

Selon le diagramme de Gibbs montre un seul domaine auquel appartiennent les différentes sources d'eau analysées montrent une minéralisation influencée par les processus d'interaction eau – roche (I.E.R).

- Selon le diagramme de piper : Un faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésienne
- Selon le diagramme *WILCOX* de qui fait intervenir la conductivité électrique et le % Na+, il fait ressortir que la qualité des eaux artésiennes de la commune de Tissemsilt appartient aux classes « excellente », "bonne", " et " médiocre "

conclusion générale

- L'étude statistique, par analyse en composante principale ACP fait apparaître un bon regroupement des échantillons selon l'étude de corrélation des variables.
- Calcul de l'Indice de qualité de l'eau (IQE) en utilisant les résultats, D'analyses physico-chimiques, la classe de qualité des eaux est déterminée pour les 16 échantillons trois classes de qualité (Excellente, Bonne qualité et non potable ou médiocre

À l'issue de ce travail, on peut déduire que les eaux de ces sources sont des eaux a des paramètres différents de l'une à l'autre sur le plan physico-chimique et peuvent alors être utilisées à la consommation humaine comme à l'irrigation qui suggère un contrôle de l'évolution de leur salinité.

Enfin, Si nous aurons de la chance d'avoir des données très récentes de la qualité ainsi que les cartes piézométriques de la région. Il est souhaitable de poursuivre ce travail en faisant une extension spatiale de la zone d'étude, afin de mieux comprendre la variabilité spatiale de la salinité des eaux de la nappe souterraine de Tissemsilt.

Références

Bibliographiques

conclusion générale

- 📖 **Abdelhamid, Dj., 1992.** Contribution à l'étude des insectes du cèdre de l'Atlas. Cedrusatlantica M. Mem. Ing. Agro. INES, Blida, 66p.
- 📖 **ABEDELLAH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018.** Contribution à l'élaboration d'un système d'information géographique (SIG) des grands types de végétation dans le Parc National Theniet El Had (Canton pépinière) Université de Djilali BounàamaKhemis Miliana. Thèse Master 17 P.
- 📖 **Belkaid, B., 1988.** Etude phytoécologique et possibilité d'amélioration dans la cédraie du parc national de Theniet-El-Had. Thèse ING, institut de technologie agricole. Mostaganem, 46p.
- 📖 **BERTRAND, G., (2008).** Utiliser l'eau de pluie, Editions Eyrolles.130 p.
- 📖 15.Hydrologie -Cheminements de l'eau, deuxième édition François Ancil, Jean Rousselle et Nicolas lauzon,2012. Page 02
- 📖 **BERNE F. CORDONNIER J., 1991.** Traitement des eaux. Edition : Tec. P :6-14
- 📖 **BOUDY P., 1950.** Economie Forestière Nord-Africaine. Tome 11 : Monographies Et Traitement Des Essences Forestières. Fasc.2 : Monographie Et Traitement Du Thuya De Berbérie, P 707-739. Ed Larose, 1950.
- 📖 **Bouzid Badra, Chokran Fatiha , (2012).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de Sebain w.Tiaret ,université INB KHALDOUN , 70 P
- 📖 **CARDOT, C. (1999).** Génie de l'environnement, les traitements de l'eau. EditionEllipses. Paris.
- 📖 **CAWST., (Octobre 2013)** Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson (www.cawst.org).
- 📖 **C.E. C.G.E.D.D, (février 2017)** Les usages de l'eau p : 1.
- 📖 **A.E. Q, 2016.Détermination** de la turbidité dans l'eau p : 7-12
- 📖
- 📖 **CHEPTEL, CHEFTEL (1978),** introduction à la biochimie et à la technologie des aliments v2, technique et documentation, Paris, Lavoisier.
- 📖 **CIR., (1983).** Centre International De Reference Pour L'approvisionnement En Eau Collective Et L'assainissement Alimentation En Eau Des Petites Collectivités. Technologies appropriées pour les petites installations d'alimentation en eau dans les pays en voie de développement.
- 📖 **Khedim., 2019.** Étude de la biodiversité lichénique du Parc National de Theniet El Had (Tissemsilt, Algérie) Université de Sidi-Bel Abbes 55-60 P.
- 📖 **DIP, M et ZAIZ, A. (2011).** Apport du SIG dans l'étude de la productivité des espèces forestières : Cas du cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Theniet El Had.

conclusion générale

- 📖 **Durand J.H., 1954.** Les sols d'Algérie. Ed. Sci. Gouv. Pédologie. Alger. Pp : 1-244.
- 📖 **(KEFIF et ADANE ; 2021).** Etude préliminaire sur la caractérisation morphologique du chêne vert (*Quercus Ilex, l*) dans le parc national de Theniet el Had et le parc régional de Ain Antar-Tissemsilt. Thèse Master. 28 P.
- 📖 **Khemache, et al. ; 2013.** Typologie des habitats naturels du parc national de Theniet el Had ; université d'ibn khaldoun / Tiaret (stage de confirmation : conservateurs divisionnaires des forêts) (22...26) p
- 📖 **LADJEL, F. (2006).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, p80.
- 📖 **LOUNNAS, A. (2009).** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Krouma de Skikda. Mémoire de Magister en chimie, université du 20 Aout 1955 Skikda
- 📖 **Mairif M., 2014.** La typologie de la cédraie du Parc National de Theniet El Had : Un outil de description au service des gestionnaires forestiers. HS. Magister, université Tlemcen.38-63p.
- 📖 **MEGHZILI B., (2003).** Suivi de la qualité des eaux de la station de traitement HamdiKrouma (Skikda). Essais d'optimisation. Thèse de magister Université de Biskra.77, 89 p.
- 📖 **Meziane, Boualem., 2017.** Les coléoptères saproxyliques des Monts d'Ouarsenis (Nord-Ouest Algérien) : cas du Parc National de Theniet El Had ; Thèse de (Magister) En Ecologie et Dynamique des Arthropodes université Abou Bakrbelkaid Tlemcen 54p
- 📖 **OMS., (2005).** Célébration de la décennie internationale d'action : L'eau source de vie 2005-2015, Journal mondial de l'eau 2005, Guide de sensibilisation, Genève, Suisse, 34p.
- 📖 **Organisation mondiale de la Santé (2000).** Directives de qualité pour l'eau de boisson -2e éd V2 Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève.
- 📖 **OUAHDI A., 1995.** Les maladies à transmission hydrique. Santé plus Alger N°45.
- 📖 **PNTH., 2006.** Atlas des parcs nationaux. Direction générale de forêts, Parc national de Theniet El Had, Ed Diwan, 91p.
- 📖 **PNTH., 2021.** Direction générale de forêts, Parc national de Theniet El Had.
- 📖 **POTELON J-L., ZYMAN K., (1998).** Le guide des analyses d'eau potable,
- 📖 **Raymond Desjardins, 1997,** Le traitement des eaux. 2eme édition revue et améliorée. Edition de l'école polytechnique de Montréal.ISBN2-553-00643-8, 304p

conclusion générale

- 📖 **REJSEK, F. (2002).** Analyse des eaux. Aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scérén CRDPA quitaine, Bordeaux. 71, p144.
- 📖 **RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduares, Eau de mer. 8^{ème} édition: Dunod, Paris.
- 📖 **Rodier, J et al. 2009,** L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition entièrement mise à jour. Paris : Ed. Dunod, ISBN : 978-2-10-054179-9, 1526p.
- 📖 **SARI D, (1977).** L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie). Ed. SNED, Alger, 623 p.
- 📖 **SELTZER P. (1946) :** Le climat de l'Algérie Ins Met phy du globe de l'Univ d'Alger 219p
- 📖 **SLIMANI, R. (2003).** Contribution à l'étude hygiénique des caractères physicochimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique. Mem. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Uni d'Ouargla. P85.
- 📖 **TARDAT-HENRY M., (1992).** Chimie des eaux. Edition Québec : Griffon d'argile.
- 📖 **Zedek, M., 1993.** Contribution à l'étude de la productivité du CedrusatlanticaManetti (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet El Had. Thèse Magister. INA. Alger, 175P.
- 📖 **Zemirli., 2006.** Contribution à l'étude éco dendrométrique du CedrusatlanticaManetti (cèdre de l'Atlas) dépéris dans le parc national de Theniet el Had (w. Tissemsilt) Algérie. T Ing ; Université Ibn Khaldoun Tiaret (Algérie). 10-13p.

SITE WEB:

- 📖 (CNWK, 2021) :
<https://climate.northwestknowledge.net/NWTOOLBOX/formattedDownloads.php?fbclid=IwAR3xhArMUVncLR3jr3zbe38Lw2v-tZyn8zxAlMgUakFdCrcL6V4bdmesmKE>
- 📖 (Culligan France) : <https://www.Culligan.fr>
- 📖 **Weather Spark** : <https://fr.weatherspark.com/y/47082/Météo-moyenne-à-Theniet-el-Had-Algérie-tout-au-long-de-l'année>

ANNEXES

conclusion générale



Figure№01 :PH Mètre



Figure№02 : Balance électrique**Figure№03 :Barreau magnétique**

conclusion générale



Figure.Nº04 :Conductivité mètre Figure.Nº05 :Spectrophotomètre



conclusion générale

Figure.Nº06 :floume photomètre**Figure.Nº07** :Cuve

conclusion générale



Figure.Nº08 :Flacon

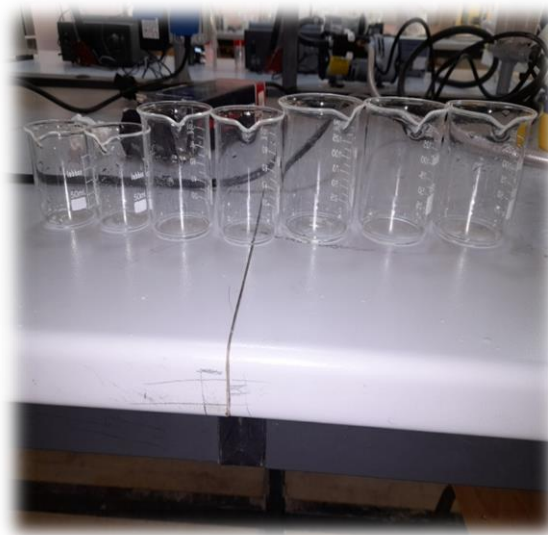


Figure.Nº09 :béchers .



Figure.Nº10 :Barreau.



Figure.Nº11 :Numérod'équipement

