

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomiques

Option: Aménagement

Hydro-Agricole

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Agronomiques

Thème :

***LE POTENTIEL HYDRIQUE GLOBALE DE LA VILLE
DE TAMALOUS
(UNE ETUDE DE CAS)***

Présenté par :

- *LOUATI KHAWLA*
- *BOUDMEGH YOUSRA*
- *BOURAKBA CHAIMA*
- *BOUCHAREB HANA*

Membresde Jury:

Dr : HEBAL Aziz	(Pr)	Président	Université du 20 Août 1955- Skikda
Mr : SADOUNE Abdelaziz	(MAA)	Promoteur	Université du 20 Août 1955 - Skikda
Pr : HEDDAM Salim	(MCA)	Examineur	Université du 20 Août 1955 - Skikda

Année universitaire : 2022-2023

Remercîments

Avant tout nous remercions Allah pour tout puissant pour nous avoir aidés à réaliser notre travail.

*Nous tenons à remercier notre encadreur Mr : **SADOUNE Abdelaziz** pour l'orientation, la confiance, la patience et son aide durant la période du travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux **membres du jury** pour l'intérêt qu'ils ont porté à nos recherches en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*On remercie aussi D'exprimer notre profonde gratitude et notre immense respect **MERABET KHALED** et **NADIR BOULFOUL** et **AYOUB** pour leur aides et leur encouragements.*

Enfin, mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont aussi à l'encontre de toute personne ayant participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

DEDICACE

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail a :

A mon cher parents mon soutien moral et source de joie et de bonheur.

Mes sœurs que j'aime et mes frères, pour leur amour, leurs encouragements,

Et leurs conseils...

Les enfants de la famille de l'ainé au plus jeune.

Des compagnons de piste avec qui nous avons un lien fort qui fait de leurs

Proximité une source de réconfort durables.

*Celui avec qui le destin m'a réuni et a fait de lui le lien sur lequel je
m'appuie pour continuer avec lui le reste de ma vie A.*

Khawla



DEDICACE



Je dédie ce modeste travail à

L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, qui éclair mon chemin et m'illumine de douceur et d'amour, que dieu te garde pour nous

Papa

Ma mère qui a travaillé pour mon succès grâce à son amour, son soutien, et tous les sacrifices qu'elle a faits et ses précieux conseils, malgré tout son aide et sa présence dans ma vie, s'en sortent avec cette un travail humble comme sentiments éternels et de ma gratitude.

Ma mère

Et mes sœurs « **AMINA, ASMA, AYA** » pour leur amour, leurs encouragements, et leurs conseils...

Ceux qui m'ont partagé les moments difficiles, je partage aujourd'hui les moments de réussite, et ceux qui m'ont toujours soutenus et étaient toujours à mes côtés.

Tous mes amis surtout khawla , sara et mes camarades ainsi que mes deux collègues de travail

« **Yousra, Hana, khawla** »

CHAIMA



DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

*Ma mère Soraya, la plus gentille, la plus
Adorable, source de Tendresse, mer d'amour,*

*Mon père Mohamed, la
Lumière qui m'a guidé de puis mes débuts.*

*Ames frères: Ahcene et
Houssine et mon fiancé.*

Mes collègues de travail : Youssra, chaima, khaoula.

*A mes adorables amies : Oumaima, assala, nour, sara, aya
Pour leurs fidélités.*



Hana

DEDICACE

Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :

La lumière de mes yeux

**Ma mère Nora, la plus gentille, la plus adorable, source de
Tendresse, puis de gentillesse, mer d'amour, océan de morale, et ce don de
Montrer cher Dieu ce plus précieux.**

**Mon père Abdelfattah, l'homme le plus sage, la lumière qui m'a guidé depuis
mes débuts.**

A mes chères Sœurs : Hanane, Soraya, et Fatima.

A mes Beaux-frères : Noufel, Abdelmalek, et khaled

Ames neveux : Iskander et Saned

Mes trois de collègues de travail : Hana, chaima et khaoula

A mes adorables amies : Nihad, lamis et Salsabil, Amani, Hana et Refaida, Chaima

(bata) Pour leurs fidélités

**avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur ses
encouragements.**

A tous mes ami(e)s de l'Université, et mes voisins.

A tous les enseignantes et les enseignants pendant mon parcours.

Aux étudiants de ma promo de l'Aménagement Hydro Agricole 2022-2023

Yousra 

RESUME

ملخص

يقع سهل تما لوس في حوض قسنطينة الفرعي غرب ولاية سكيكدة و يتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط المعتدل من خلال الدراسات النظرية و الدراسات العلمية . تقع هذه المخطوطة في اطار دراسة التطور الزمني و المكاني لنوعية المياه السطحية . عبور واد القبلي سهل تما لوس قمنا بتقييم الإمكانيات المائية لبلدية تما لوس وكذلك معرفة مدى تعرضها للتلوث من خلال مجموعة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية .

الكلمات المفتاحية

تما لوس- واد القبلي - المياه السطحية – التلوث-تسيير المياه

Résumé

La plaine de tamalous situé dans le sous bassin constantinois en Ouest de la wilaya de skikda caractérisé par un climat méditerranéen modéré a travers des études théorique et des études pratique ce manuscrit entre dans le cadre d'étudier l'évolution spatiotemporelle de la qualité de l'eau de surface d'oued el Guebli en traversant la plaine de tamalous. Nous avons évaluer le potentiel hydrique de la commune de Tamalous, ainsi qu'à connaitre l'étendue de son exposition à la pollution à travers un ensemble d'analyses physiques et chimiques..

Mots clés

Tamalous-Oued al Guebli-Eaux superficielles- - pollution- Gestion de eau

RESUME

Abstract

The plain of Tamalous located in the Constantine sub-basin in the west of the wilaya of Skikda characterized by a moderate Mediterranean climate through theoretical studies and practical studying the framework of studying the spatiotemporal evolution of the quality of the surface water of Oued el Guebli crossing the Tamalous plain. We have assessed the water potential of the commune of Tamalous, as well as knowing the extent of its exposure to pollution through a set of physical and chemical analyses

Keywords

Tamalous- Oued Guebli- Surface - Pollution- water assessment

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Titre	Page
01	Les limites géographiques de commune Tamalous	3
02	Carte de la Situation géographique du bassin versant de la commune de Tamalous	4
03	carte géologique de la zone d'étude	6
04	Carte d'occupation du sol	9
05	Carte de la végétation de la région de Tamalous	10
06	Le taux mensuel de précipitation dans la station de Collo	16
07	Diagramme de l'insolation moyenne mensuelle en heure durant la période (2000-2010)	17
08	Equipement en station pluviométrique et hydrométrique du bassin versant d'Oued Guebli	18
09	Diagramme Ombro-thermique de Gaussen durant la période (2000-2010)	19
10	Cycle de l'eau	21
11	Photo satellitaire de la zone d'étude avec oueds	23
12	Evaluation quantitative de la ressource en eau d'un système Hydrique naturel(bassin versant)	27
13	La situation de l'alimentation en eau potable des communes	29
14	la situation de l'alimentation en eau potable dans les communes de la ville de Tamalous	30

LISTE DES FIGURES

15	Le pourcentage de volume des eaux usées dans la commune de Tamalous	31
16	Double intégration de la gestion intégrée : verticale et horizontale	46
17	Compagne de prélèvement mars 2023 "oued Guebli " Tamalous.	46
18	Les échantillons prise en prélèvement.	46
19	pH-mètre	47
20	Thermomètre	48
21	Conductivimètre	49
22	Etuve Refrigeree 180L	52
23	Spectrophotomètre	53
24	Les valeurs de pH obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	61
25	Les valeurs de température obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	62
26	Les valeurs de TDS obtenues dans les eaux d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	63
27	Les valeurs de conductivité obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	64
28	Les valeurs de la salinité obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	65
29	Les valeurs de la dureté totale obtenue au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	66
30	Les valeurs d'alcalinité obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	67

LISTE DES FIGURES

31	Les valeurs de phosphate obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	70
32	Les valeurs de sulfate obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	71
33	Les valeurs de nitrite obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	72
34	Les valeurs de l'ammonium obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).	74
35	Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) Dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).	75
36	Variation de la demande chimique en oxygène (DBO ₅) Dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).	76
37	Variation de MES dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).	77
38	Variation de l'azote totale dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).	78
39	Variation de nitrates dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	79
40	Schéma explicatif du processus de traitement de l'eau de oued el Guebli	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre	Page
01	Evaluation de la population de la zone de Tamalous	08
02	Les activités agricoles 2023 de la zone de Tamalous	11
03	Taux de température pour la commune de Tamalous	14
04	Précipitation dans la municipalité de Tamalous	15
05	Les caractéristiques techniques des points des fourrages	26
06	Principaux types de pollution	35
08	Germes pathogène rencontrés dans les eaux usées	37
09	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau superficielle en fonction de la température	38
10	Classification des eaux d'après leur pH	39
11	Classification des eaux selon la conductivité	40
12	Classes de turbidité de l'eau	40
13	Grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction du NO_3	43
14	Grille d'appréciation de la qualité des eaux superficielle en fonction du pourcentage de saturation en oxygène dissous	44
15	Classification chimique des eaux selon STABLER	60
16	Les valeurs de pH dans les eaux d'oued Guebli (tronçon Tamalous)	61
17	Les valeurs de la température des eaux d'oued Guebli	61
18	Les valeurs de TDS obtenues au niveau des cinq points du prélèvement	62

LISTE DES TABLEAUX

19	Les valeurs de la conductivité obtenues au niveau des trois points du prélèvement	63
20	Les valeurs de la turbidité obtenues dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	65
21	Les valeurs de salinité dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	66
22	Les valeurs de la dureté dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	67
23	Les valeurs de l'alcalinité dans les eaux d'oued Guebli	68
24	Les valeurs de phosphate dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	70
25	Les valeurs de sulfate dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	71
26	Les valeurs de nitrite dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	72
27	Les valeurs de l'ammonium dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	73
28	Les valeurs de la demande chimique en oxygène (DCO) dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	75
29	Les valeurs de la demande chimique en oxygène (DBO ₅) dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	76
30	Les valeurs de la matière en suspension dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).	77
31	Les valeurs de l'azote totale dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).	78
32	Les valeurs de nitrate dans eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)	79

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

RESUME

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....1

CHAPITRE I : CADRE GENERALE

I.1. Situation géographique de la commune de Tamalous3

I.2. Situation géographique du bassin versant de la commune de Tamalous4

I.3. La Géologie.....5

I.3.1. Géologie régionale5

I.3.2. Climat7

I.3.3. Les reliefs7

I.4. Evolution et répartition de la population.....7

I.5. Sol et Végétation.....9

I.6. Réseau routier10

I.7. Les activités agricoles.....11

I.8. Géologie du Sous bassin de Tamalous.....11

I.9. Le vent.....12

I.10. Réseau hydrographique.....12

CHAPITRE II : HYDRO CLIMATOLOGIE

II.1. Introduction.....13

II.2. L'hydro-climatologie de la ville de Tamalous.....13

SOMMAIRE

<i>II.2.1.La température</i>	13
<i>II.2.2.La précipitation</i>	14
<i>II.2.3.L'humidité</i>	16
<i>II.2.4.L'insolation</i>	16
<i>II.3. Equipement pluviométrique du bassin</i>	17
<i>II.4.Diagramme Ombro-thermique de GAUSSEN (1956)</i>	18
<i>II.5 Conclusion</i>	19

CHAPITRE III : LES RESSOURCES EN EAU

<i>III.1. Introduction</i>	20
<i>III.2. Aperçus de la plaine de Tamalous</i>	20
<i>III.3 Les sources naturelle de l'eau</i>	21
<i>III.3.1. Les eaux de précipitations</i>	21
<i>III.3.2. Les eaux de surfaces</i>	21
<i>III.3.2.1.Ressources en eau de surface</i>	22
<i>III.3.2.1.1 Oueds</i>	22
<i>III.3.2.2 Barrages</i>	23
<i>III.3.2.3 Retenues collinaires</i>	24
<i>III.3.3. Les eaux souterraines</i>	24
<i>III.3.3.1 Les nappes d'eau</i>	24
<i>III.3.3.1.1 Les différents types des nappes</i>	24
<i>III.3.3.2 Ressources en eau souterraines</i>	25
<i>III.3.3.2.1 Forages</i>	25
<i>III.3.3.2.2 Puits</i>	27
<i>III.3.3.2.3 Sources</i>	27
<i>III.4. Diagnostic quantitatif des ressources en eau dans le bassin du Guebli</i>	27

SOMMAIRE

<i>III.5. Mobilisation des ressources en eau</i>	28
<i>III.6. Le réseau d'alimentation en eau potable dans la commune de Tamalous</i> ...	28
<i>III.7. Le réseau d'assainissement et eau pluviale de la commune de Tamalous</i>	30
<i>III.7. Conclusion</i>	31

CHAPITRE IV : POLLUTION, HYDROCHIMIE, RESULTATS ET DISCUSSION

<i>IV-1 Introduction</i>	33
<i>IV-2 Pollution de l'eau</i>	33
<i>IV-3 La qualité des eaux souterraines</i>	33
<i>IV-4 La qualité des eaux de surface</i>	33
<i>IV-4-1 Les rejets domestiques</i>	34
<i>IV-4-2 Les rejets industriels</i>	34
<i>IV-4-3 Les rejets agricoles</i>	34
<i>IV.4.4 Les eaux pluviales</i>	34
<i>IV-5 Les origines de pollution</i>	34
<i>IV-5-1 Pollution physique</i>	34
<i>IV.5.2. Pollution chimique</i>	35
<i>IV.5.3. Pollution biologique</i>	35
<i>IV.6 Impacts et risques des déversements des eaux usées</i>	36
<i>IV .6 .1. Sur l'environnement</i>	36
<i>IV.6.2 Sur la santé humaine</i>	36
<i>IV.7 Les paramètres de mesure de pollution</i>	37
<i>IV.7.1. Les paramètres organoleptiques</i>	37
<i>IV .7.1.1. Les goûts ou saveur</i>	37

SOMMAIRE

IV.7.1.2. L'odeur.....	37
IV.7.1.3. La couleur.....	38
IV.7.2. Les paramètres physico-chimiques	38
IV.7.2.1. La température.....	38
IV.7.2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	39
IV.7.2.3. Conductivité.....	39
IV.7.2.4. Oxygène dissous.....	40
IV.7.2.5. Turbidité.....	40
IV.7.2.6. L'ion de calcium (Ca^{2+}).....	41
IV.7.2.7. Magnésium (Mg^{2+}).....	41
IV.7.2.8 Potassium (K^{+}).....	41
IV.7.2.9. Les sulfate.....	41
IV.7.2.10. Les chlorure.....	41
IV.7.2.11. L'ion de sodium (Na^{+}).....	42
IV.7.2.12. L'alcalinité (TA, TAC).....	42
IV.7.3 Les paramètres indésirables.....	42
IV.7.3.1. Le Fer.....	42
IV.7.3.2. Le fluor.....	42
IV.7.3.3. L'ammonium (NH_4^{+}).....	42
IV.7.3.4. Les Phosphates (PO_4).....	43
IV.7.3.5. Les Nitrates (NO_3).....	43
IV.7.3.6. Nitrites (NO_2^{-}).....	43
IV.7.4 Les paramètres organiques.....	43
IV.7.4.1. La demande biochimique en oxygène (DBO).....	44

SOMMAIRE

IV.7.4.2. La demande chimique en oxygène (DCO).....	44
IV.7.4.3. Carbone organique total (COT).....	44
IV.7.4.4. L'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO₄).....	45
IV.7.4.5. Matière organique (MO).....	45
IV.8. Prélèvement d'échantillons.....	45
IV .8.1. Matériels d'échantillonnage utilisés.....	45
IV.8.2.Les étapes de prélèvement.....	45
IV.9.Les analyses physico-chimiques et bactériologiques.....	47
IV.9.1. Le but général de la manipulation.....	47
IV.9.2. Le principe de La manipulation.....	47
IV.9.3. Méthodes d'analyses.....	47
IV.9.3.1. Détermination de PH.....	47
IV.9.3.2. La Détermination de la Température.....	48
IV.9.3.3 La conductivité électrique.....	48
IV.9.3.4. La détermination de TDS.....	49
IV.9.3.5 La Turbidité.....	50
IV.9.3.6 La détermination de salinité.....	50
IV.9.3.7 La détermination de dureté.....	50
IV.9.3.8 La détermination de TA, TAC.....	51
IV.9.3.9La détermination de la demande chimique en oxygène (DBO ₅).....	52
IV.9.3.10 La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	53
IV.9.3.11. Dosage des nitrites.....	54
IV.9.3.12 Dosage nitrate.....	54
IV.9.3.13 La Détermination des phosphates (PO₃₋₄).....	55
IV.9.3.14 La détermination de Sulfate.....	55

SOMMAIRE

IV.9.3.15 La détermination d'Ammonium.....	56
IV.9.3 IV.9.3.17 La détermination du Sodium (Na^+).....	56
IV.9.3.18 La matière en suspension (MES).....	57
IV.10. Normes de potabilité des éléments majeurs.....	58
IV.11. Résultats des analyses physico-chimiques.....	59
IV.11.1 Classification chimique des eaux.....	59
IV.11.2. Classification de STABLER.....	59
IV.11.3. Variation du Ph.....	60
IV.11.4.Variation de la température.....	61
IV.11.5.La Variation de TDS.....	62
IV.11.6. Variation de la conductivité.....	63
IV.11.7. Variation de la turbidité.....	64
IV.11.8. Variation de la salinité.....	66
IV.11.9. Variation de la dureté totale.....	67
IV.11.10. Détermination d'alcalinité (TA et TAC).....	68
IV.11.11 Variation de phosphate (P_2O_4).....	69
IV.11.12. Variation de sulfates (SO_4^{2-}).....	71
IV.11.13. Variation de nitrite.....	72
IV.11.14 Variation de l'Ammonium.....	73
IV.11.15 Variation de la demande chimique en oxygène (DCO).....	74
IV.11.16. Variation de la demande chimique en oxygène (DBO5).....	75
IV.11.17. Variation de la matière en suspension.....	76
IV.11.18. Variation de l'azote totale.....	78
IV.11.19. variation de nitrates.....	79
IV.12. Conclusion	80
Conclusion générale	81

DEDICACE SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	82
Annexe.....	84
Recommandation.....	89
Références Bibliographiques.....	90.

INTRODUCTION GENERALR

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est la vie sur la terre. Donc, l'eau est quelque chose de spécial. Chaque chose vivante sur terre (micro-organismes, plantes, animaux, êtres humains et même notre cerveau) consiste principalement en eau. Le monde contient aussi beaucoup d'eau. Plus que 71% de la totalité de l'eau contenue sur terre, seulement une petite partie qui est convenable pour la consommation humaine ou l'usage agricole (approximativement 0.5% de toute l'eau dans le monde) Cette petite fraction d'eau douce doit pourtant satisfaire l'ensemble des besoins de l'humanité.

Les eaux de surfaces sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents généralement proviennent par les eaux de ruissellement (rivière, fleuve, barrage... etc.) Ces eaux superficielles doivent subir plusieurs étapes de traitement avant l'utilisation dans les activités domestique, agricole ou industriel à cause de ces eaux sont de mauvaise qualité ou bien pollués par des agents pathogènes dangereuse sur la santé et l'environnement.

Eau disponibles et mobilisables en Algérie sont estimées à 19.4 milliards de m³/an, dont 12 milliards de ressources superficielles et 2 milliards de ressource souterraines dans le nord (ressource renouvelables) et 5.2 milliards de m³ dans le sud (superficielles et souterraines)

La qualité de l'eau dans la commune de tamalous a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources en eau. la principale source de satisfaction de la demande en eau en Algérie est l'eau souterraine, à du fait de son exploitation relativement facile. La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un grand problème de détérioration de la qualité de cette source souterraine, déjà en quantité limitée, en plus de le manque d'un réseau d'assainissement adéquat.

Et comme partout dans le monde, les activités industrielles et métallurgique, rejettent dans l'environnement une grande variété d'éléments traces. Tous ces facteurs anthropiques rendent les eaux souterraines très vulnérables au phénomène de la pollution .les activités agricoles, minières et industrielles de l'homme moderne génèrent des déchets chargés en éléments polluants. L'Algérie est ainsi classée parmi la principale région d'utilisation intensive des eaux souterraines pour l'agriculture, le risque lié à la surexploitation des eaux souterraines nécessite de mettre en place une gouvernance qui garantit une allocation efficace, équitable et durable de la ressource.

INTRODUCTION GENERALE

L'objectif de notre travail est de connaître le potentiel hydrique en matière de ressources et de qualité de l'eau dans la région de Tamalous, ou notre travail s'articule sur une partie essentielle qui est l'évaluation et la gestion des ressources en eau et nous avons y dévisé en quatre chapitres.

Le travail présenté dans ce mémoire s'articule sur :

- ✓ Chapitre I : Cadre générale
- ✓ Chapitre II : Hydro climatologie
- ✓ Chapitre III : Ressources en eau
- ✓ Chapitre IV : Pollution, Hydrochimie, Résultats et discussion

CHAPITRE I : CADRE GENERALE

CADRE GENERALE

I.1. Situation géographique de la commune de Tamalous

La commune de Tamalous est située au nord-ouest de la wilaya de skikda. Elle occupe une superficie de 17825 hectares et est habitée par environ 36816 personnes. Elle comprend 04 centres secondaires. Et 32 diasporas.

La plaine de Tamalous se situent à nord –ouest de la wilaya de Skikda, elle est placée au centre du bassin d'Oued Guebli .d'une superficie d'environ 37 km³.

Du point de vue administratif, la plaine de Tamalous est limitée :

- ✓ Elle est bordée au nord par la mer méditerranée
- ✓ L'ouest par les communes de kerkra et entre bin Elouidène
- ✓ Municipalités de l'est d'Ain zwit et bouchetata
- ✓ Et en sud par les communes d'umm al-Toub et sidi Mezghich.

(SOURCE L'APC DE TAMALOU)

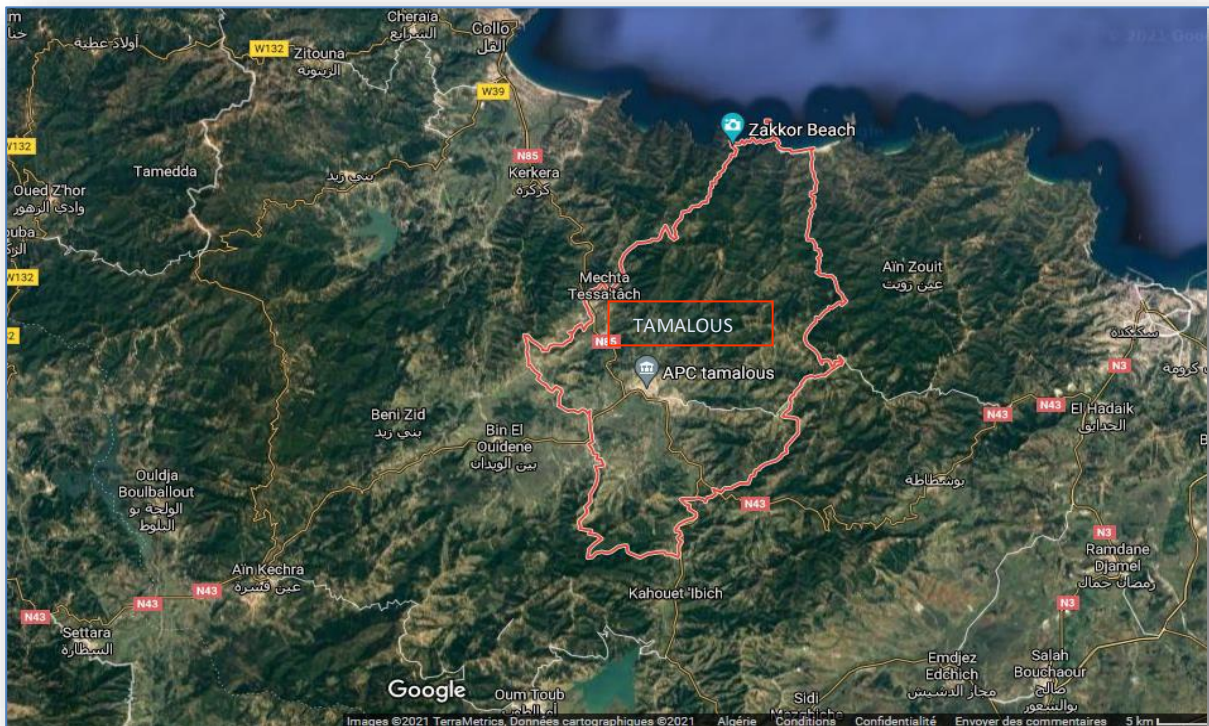


Figure I.1. Les limites géographiques de commune TAMALOUS (Google Earth)

I.2. Situation géographique du bassin versant de la commune de Tamalous

Situé au Nord-Ouest de la Wilaya de Skikda appartient au bassin Côtier Constantinois Centre (0307), Ce bassin s'étend entre 6°23' et 6°47' de longitude Est et entre 36°35' et 36°58' de latitude Nord. Il couvre une superficie de 993 Km² et drainé par l'Oued Guebli et ses affluents. Oued Guebli résulte de la jonction de deux Oueds : l'Oued Fessa qui prend naissance au Sud- Ouest de la chaîne numidique de Sidi Dris, principal cours d'eau alimentant le barrage de Guenitra et l'Oued Khanga prenant naissance au Sud -Est de Djebel Bit Eddja ziaet Dj. Ayata (Mecibah, 2008).

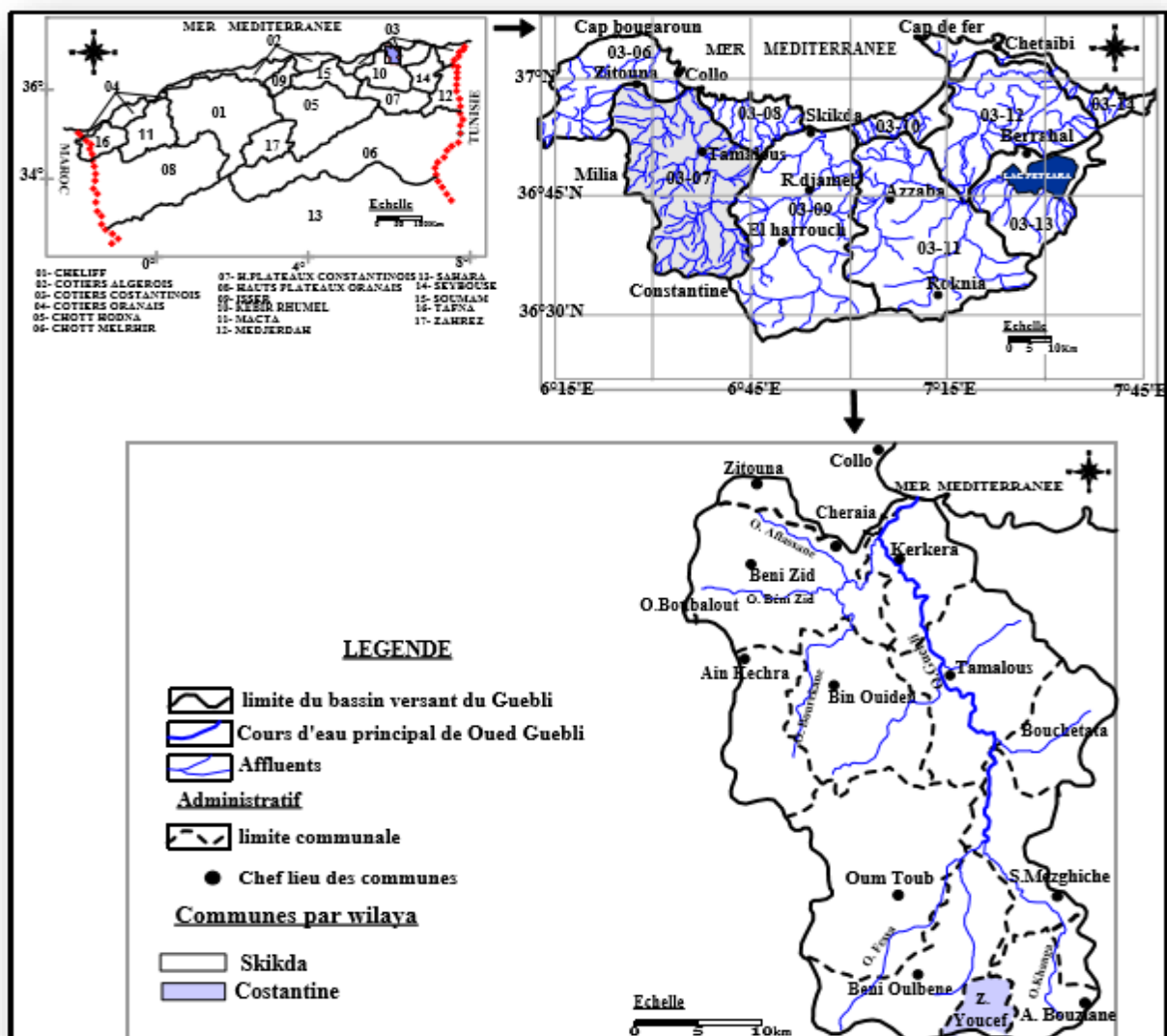


Figure I.2. Carte de la Situation géographique du bassin versant de la commune de Tamalous (Mecibah, 2017).

I.3. La Géologie

La région de Tamalous appartient à l'espace géologique appelé région intérieure de la tectonique montagnarde alpine entourant le mer méditerranée par son versant sud cette région contient les éléments suivants : Anciens blocs cristaux lamellaire, ou ce qu'on appelle la base tribale du protérozoïque supérieur au paléozoïque inférieur (*Socle Kabyle*).

- ✓ les formations du paléozoïque supérieur ont peu ou pas de métamorphose
- ✓ Formations mésozoïques et cénozoïques de nature atmosphérique distinct, qui comprennent la plupart des formations dites tribales du midi. (*chaîne calcaire ou dorsale kabyle*).

Ces formations internes recouvrent de larges couches de roches sédimentaires qui ont été déplacées par des mouvements tectoniques et déposées sous la forme d'une membrane flech (*Nappe de flyshs*) (**SOURCE L'APC TAMAIOUS**).

I.3.1. Géologie régionale

Les grands traits géologiques de la région ont été tirés surtout les travaux de P.P.Bouillin, 1977. En effet, notre terrain d'étude se situe dans l'ensemble géologique de l'Atlas tellien oriental. C'est sous l'impulsion de D. Delgua avec la collaboration de J. F. Raoult, et J. M.Vila que la géologie très complexe de la zone a pu être établie, (étude par la suite réactualisée par des chercheurs tels (H. Djellit, 1987. et Y. Mahjoub 1991).

Ainsi la petite Kabylie est formée de plusieurs ensembles géologiques séparés par des contacts anormaux. On y distingue du Nord au Sud (ordre représentatif de la paléogéographie initiale) :

- ✓ le socle Kabyle.
- ✓ la chaîne calcaire.
- ✓ les séries des flyschs.
- ✓ les séries des telliennes.

Ces séries sont recouvertes localement par les argiles et les grés numidiens, les formations continentales post-nappes et le Pliocène marin. D'autre part le socle Kabyle, la chaîne calcaire, le domaine des flyschs, l'Oligo-Miocène Kabyle et numidien, constituent les zones internes, alors que le domaine tellien et le Miocène post-nappes constituent les zones externes,

CADRE GENERALE

dans le domaine maghrébin. Et la complexité de cet édifice formé d'un empilement de nappes dont certaines ont été charriées sur une trentaine de kilomètres par des mouvements latéraux dues à plusieurs phases tectoniques.

La première étant située au Lutétien, d'où la subdivision des formations en :

- ✓ les unités antérieures au lutétien.
- ✓ les unités postérieures au lutétien.
- ✓ Les formations post-nappent.

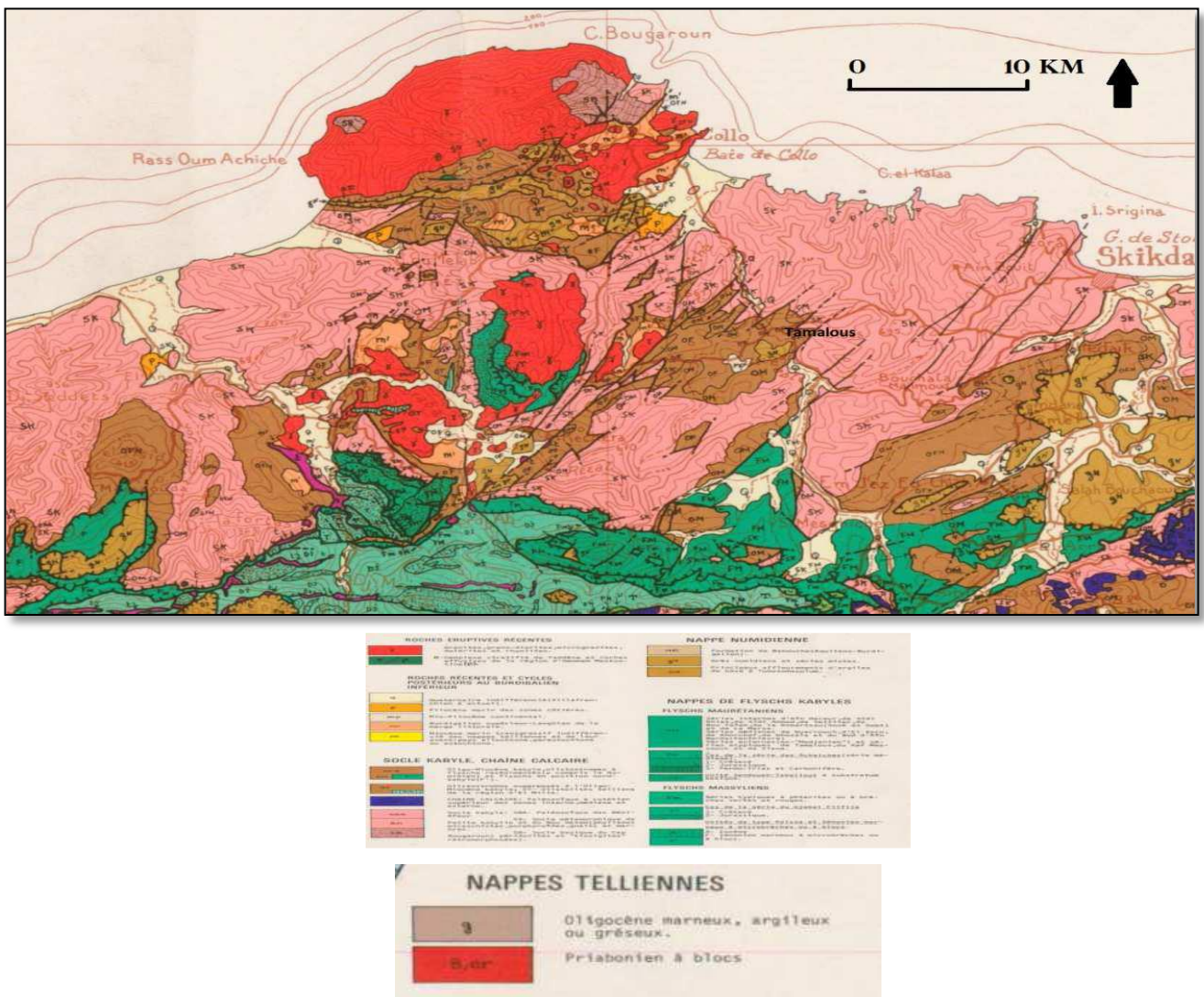


Figure I.3 : carte géologique de la zone d'étude

I.3.2. Climat

La municipalité de Tamalous manque de station métrologique, et pour cette raison nous trouvons obligés de nous fier aux données de station la plus proche, qui est la station la plus proche, qui est la station AL-QAL, en nous appuyant sur les données de SALT ZAR, qui s'est occupée de l'étude du climat de l'Algérie en utilisant des moyennes sur 25 ans.

La commune de Tamalous est également affectée par le climat maritime de type méditerranéen, qui se caractérise par des hivers agréables et pluvieux et des étés chauds et secs (**SOURCE L'APC TAMALOS**).

I.3.3. Les reliefs

La municipalité de Tamalous est située au nord de la chaîne de collines, ou elle fait partie du pied de la chaîne numide, où elle est pénétrée par la vallée d'oued Guebli divisant en deux parties :

- ✓ La première partie : Nord-est de la zone, est confiné à une chaîne de Montagne continue avec vue directe sur la mer.

Elle constitue un groupe de koudiat avec koudiat elrmail 121m au niveau de la mer et koudiat el maqil 278m.

Ces dernières encadrent la formation des plaines étroites à estuaire de vallées vers la Mer à travers oued ou dina à l'est et oued sakur à l'ouest.

La région centrale a un groupe de koudiats et de montagnes à hauteur du niveau de la Mer environ 406m - 666m.

- ✓ La deuxième partie : Sud-ouest comporte un bassin et une gamme de collines Séparées au niveau de la mer 183m et 288m comme koudiat Imrabaa, koudiat Boukharssa.

Le lieu dit dar el harka est le point le plus élevé dans cette région. Ces formations sont Situées dans la zone de qarn aicha à 545m Est la confluence des frontières des communes de Tamalous, kerkra, bnizid et bin el ouidane.

Ce qu'il faut noter , c'est que la commune de Tamalous manque de grandes et larges plaines , à l'exception de vallée de oued Guebli , qui divise la commune en deux parties et se caractérise par son étroitesse , dont la largeur ne dépasse parfois pas 200 mètres dans certaines zones (**SOURCE APC TAMALOUS**).

I.4. Evolution et répartition de la population

La wilaya de Skikda se présente comme un espace peuplé dans l'ensemble, sans grand vide. Les habitants se concentrent particulièrement dans les zones de Skikda, Azzaba, El-Harrouch, Tamalous, Collo.

La ville de Skikda toute seule abrite près de 20 % de la population totale.

La zone de TAMALOUS a connu une croissance démographique important en effet, sa population était 144051 habitants en 1998 et passée à 205183 habitants en 2008, soit un Taux de croissance de 2.15%.

Tableau .I.1 : Évaluation de la population de la zone de Tamalous (SOURCE RGPH2014 ONS).

Commun	Population 1998	Population 2008	Le taux de croissance%
TAMALOUS	38843	80936	10.36
COLLO	32002	35682	1.94
KERKRA	245487	27177	1.70
BEN ZID	17324	21000	2.21
CHRAIA	13767	18759	3.26
BIN ELOUIDEN	17567	21629	2.12
Total	144051	205183	2.15

✓ La densité

La commune de Skikda se détache nettement avec une densité urbaine de 3274 habitants/km². Les communes de Collo, Hamadi-Krouma, El-Harrouch, Azzaba ont également des densités

- élevées ; ces zones de plaine urbanisées ont respectivement 1425, 625, 471 et 299 habitants/km².
- La commune de Tamalous se caractérise par sa densité 1151 habitant/km².

I.5. Sol et Végétation

Le sol est le second composant du milieu forestier après la géologie, il joue un rôle important dans les incendies de forêt.

Il influe sur l'humidité des végétaux plus particulièrement en période sèche. Les sols de la Région de TAMALOUS est un sol peu évoluée, classification française, groupe : brunifié, Sous –groupe : des climats tempérés humide, sous groupe modoux, usda, alfisol.

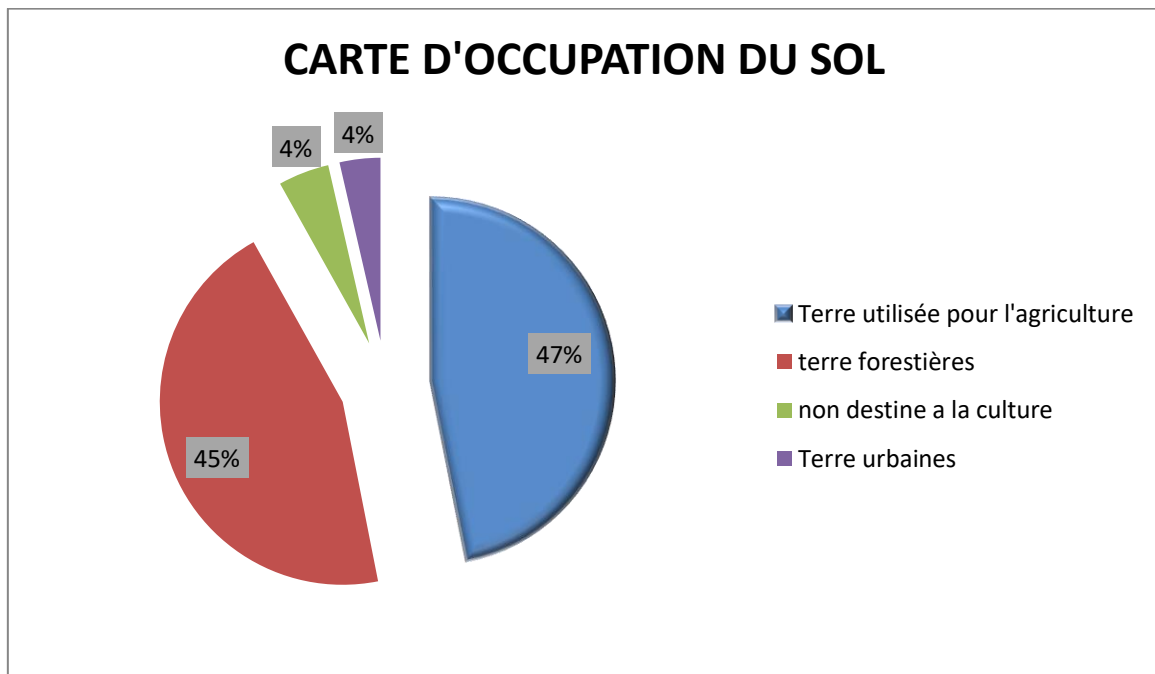


Figure .I.4 Carte d'occupation du sol (SOURCE APC TAMALOUS).

La région est caractérisée par une couverture végétale dense en rapport avec l'importante lame d'eau reçue annuellement. Les forêts peuplées de chêne-liège, de fougère et des digitales, occupent la totalité des montagnes s'étendant de part et d'autre de la plaine couvrant 90000ha environ ce qui correspond au taux de couverture le plus élevé du Maghreb. Ces forêts constituent la source de matière première pour l'industrie du liège installée dans ce secteur. En général, la région est à vocation agricole et forestière marquée par différentes cultures qui peuvent s'étaler des maraîchers aux différents arbres fruitiers.

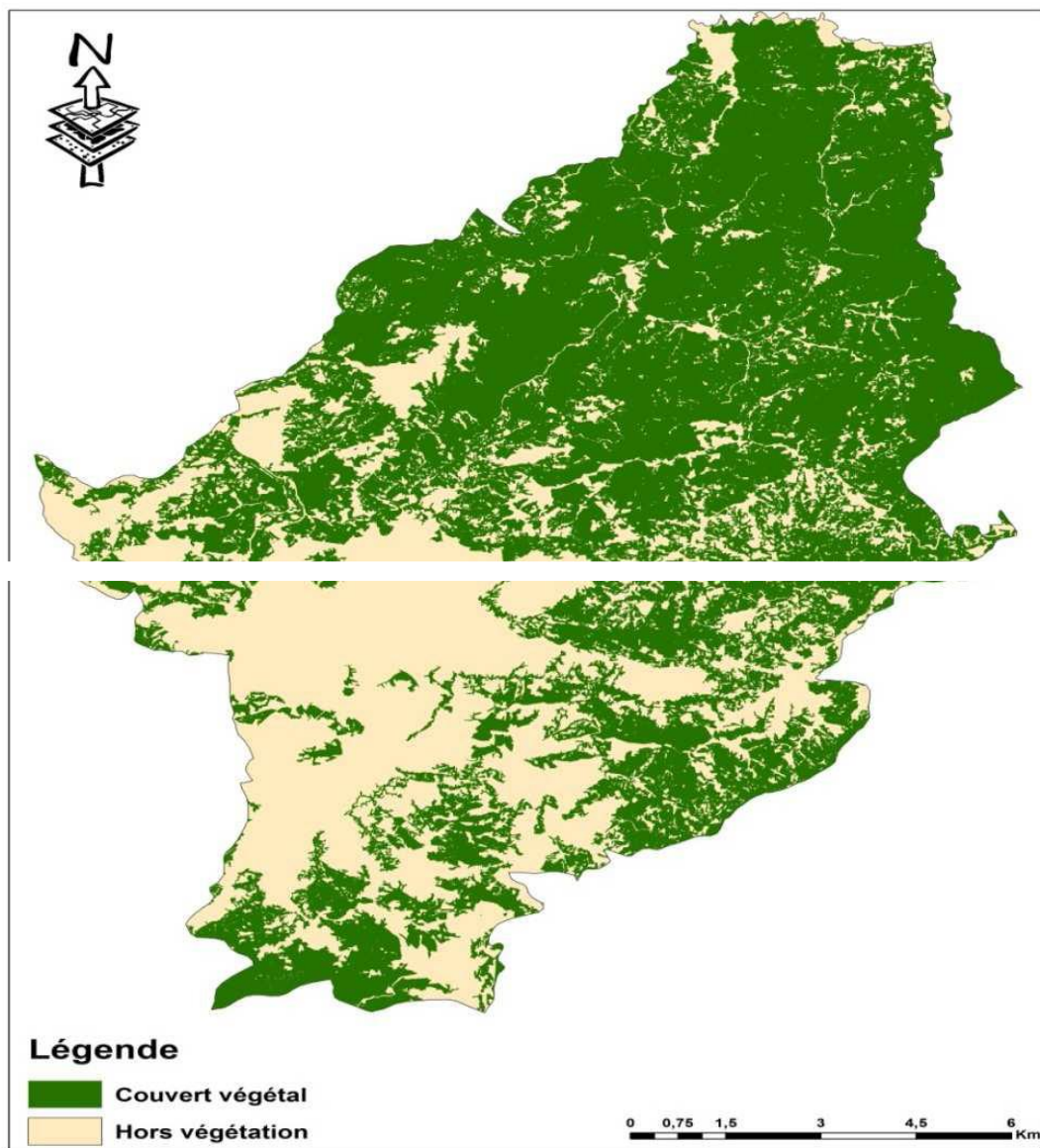


Figure .I.4: Carte de la végétation de la région de Tamalous (BEROUISSA, 2018).

I.6. Réseau routier

Le réseau routier (RN85, RN43, CW39, et CW32), constitué un support appréciable pour le bassin versant d'Oued Guebli la RN85 développée sur 59 km permet de liaison avec la métropole régionale (Constantine) et la ville côtière de Collo. Cependant sa déviation a quelque peu handicapée les agglomérations de sidi Mezghiche, Tamalous et kerkra qui était très convoitée par les voyageurs en transit, notamment en été ou le trafic s'accroît de façon appréciable. Et la RN 43 elle traverse le bassin versant de l'Est vers l'ouest et relie la commune de Tamalous avec la wilaya de Jijel.

CADRE GENERALE

Le chemin de wilaya (CW) quoique de moindre importance à un rôle prépondérant dans le désenclavement du territoire et les liaisons avec les communes voisines ainsi que le chef-lieu de wilaya (CW6 sur une longueur de 204.8km).

I.7. Les activités agricoles

Etant une zone rurale, la région du Tamalous comme activité économique principale, l'agriculture d'après les caractéristique du relief (dominance des montagnes).l'agriculture de montagne est la plus adaptée notamment l'arboriculture (olive, arbre fruitiers etc...).

L'agriculture maraichère bien développée au niveau des vallées plus ou moins étroites. la plaine de Tamalous constituent la principale de populations.

La main-d'œuvre agricole dans la commune de Tamalous connaît également de nombreux problèmes dont l'encadrement technique et une pénurie de main-d'œuvre agricole en plus du problème immobilier. La population des travailleurs agricoles pour l'année agricole 2005/2006 a atteint 1393 travailleurs permanents, dont 559 femmes (**SOURCE APC TAMALOUS**).

Tableau .I.2 Les activités agricoles 2023 de la zone de Tamalous source

Les activités agricoles 2023	
<i>Céréale</i>	315 ha
<i>Légumineuses sèches</i>	270 ha
<i>Flux</i>	664 ha
<i>Maraichage</i>	558 ha
<i>Arbres fruitiers</i>	347 ha
<i>Olive</i>	764 ha

I.8. Géologie du Sous bassin de Tamalous

L'objet de cette étude, il représente un haut niveau de terrasses qui est de 170 m d'altitude se situant à Tamalous marqué par des dépôts d'arènes non significatives.

n faible niveau de basses terrasses se situant à Sidi Mezghich puis prend une large extension à Tamalous marquées par des sables grises à beiges dominant le cours d'eau par un talus haut de 2 à 4 m. La cuvette de Tamalous, sur le cours moyen de l'oued Guebli est le plus étendu des sous bassins du socle Kabyle, fermé au Nord par le djebel Guern Aicha qui culmine à 561m et au sud le socle Kabyle remonte en pente jusqu'à 587 m d'altitude

I.9. Le vent

Le vent est une grandeur vectorielle tridimensionnelle qui peut être caractérisé en coordonnées polaire par deux grandeurs représentant son orientation (direction du vent) et son module vitesse du vent (**Guyot, 1999**). Il est exprimé en (m/S) ou (K/h).

Les vents dominants sont les vents d'ouest qui soufflent sur la zone pendant plusieurs mois de l'année, quant aux mois de juillet et août, les vents d'est qui prédominent.

Les vents de Nord-Ouest et Ouest sont dominants respectivement avec quelques épisodes de Sirocco de direction Sud augmentant les températures. Donc le versant Ouest est le plus exposé aux vents. Leur violence atteint son maximum en Hiver au mois de janvier (1.35 m/s), tandis qu'en été leurs vitesses s'atténuent, pour atteindre le minimum au mois d'Août (0.82 m/s) (**APC TAMALOS**)

I.10. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est concentré autour de l'Oued Guebli qui descend depuis le bassin de Tamalous suivant un tracé Sud-Nord pour venir buter contre le Koudiat Telezza, il s'oriente alors vers le Nord-est après sa confluence avec l'Oued Guergoura ;

Ce dernier, ainsi que ces affluents les Oued Zadra et Afflassane présentent dans la région des Koudiats un tracé curieux le tour de certains Koudiats en dédaignant des passages plus directs ; ceci s'expliquant par l'existence permanente et le rejet des failles de bordures après le Pliocène.

CHAPITRE II : HYDRO CLIMATOLOGIE

II.1.Introduction

Le climat est l'ensemble des phénomènes qui caractérisent l'atmosphère et dont l'action influence l'existence des êtres qui y sont soumis (**Gondé, 1986**).

Il constitue un facteur particulièrement actif de la formation des sols, d'après (Belaissaoui, 2004). Le climat est l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface terrestre.

✓ **Données climatiques**

- L'analyse du climat se fait sur la base des données climatologiques de la station météorologique la plus proche de la zone d'étude, de ce fait nous utilisons les données météorologiques disponibles au niveau de la station de Skikda (port pour la période 2003-2012).

II.2.L'hydro-climatologie de la ville de tamalous

La commune de Tamalous n'ayant pas de station de surveillance aérienne, nous sommes obligés de nous fier aux données de la station la plus proche, qui est la station de Collo basée sur les données de **Seltzer**, qui a étudié le climat de l'Algérie en utilisant des taux pendant 25 ans, La municipalité de Tamalous est influencée par le climat marin de la variété méditerranéenne, qui dispose d'un hiver agréable et pluvieux et un été chaud et sec.

II.2.1.La température

La température est un facteur limitant, donc la connaissance des températures est nécessaire pour déterminer leurs incidences sur le choix de culture. Dans la région de Skikda, la température est influencée principalement par la mer.

la ville de tamalous est caractérisé par de faibles différentiels de chaleur.

Le taux thermique annuel est de 17,95 °.

L'année peut être divisée en deux périodes principales:

- **Période froide** : de novembre à avril, le mois de janvier est le plus froid à 11,15°.
- **Période chaude** : de mai à octobre, le mois d'aout est le plus chaud à 26,05 °.

CHAPITRE II : HYDRO CLIMATOLOGIE

Tableau II.2 Taux de température pour la commune de tamalous
Source (APC de tamalous)

les mois	TM''	TM'	TM	$\frac{M+m}{2}$	Tm	Tm'	Tm''
Jan.	0.3	2.3	6.6	11.15	15.7	20.6	24.8
Fév.	0	3.9	6.8	11.45	16.1	21.8	26.3
Mars.	0.4	3.7	8.3	13.35	18.4	25.5	30.5
Avril.	3.2	5.4	9.8	15.65	21.5	28.1	34.1
Mai.	3.6	7.9	12.516.0	18.55	24.6	30.6	37.5
Juin.	7.0	10.6	18.3	22.25	28.5	34.7	45.0
Juillet.	12.0	14.2	19.6	25.15	32.0	37.8	49.049.0
Aout.	11.5	15.4	13.3	26.05	32.0	40.7	46.0
Septe.	12.0	13.3	14.2	24.06	29.7	37.3	34.3
Oct.	6.5	9.6	11.0	19.55	24.9	30.5	30.0
Nove.	4.0	6.4	8.6	15.70	20.4	26.5	25.7
Décem.	3.2	3.2	12.5	12.65	16.7	20.7	49.0
L'année.	4.8	8.0	-	17.95	23.4	29.6	-

TM '' : (Minima absolus observés)

TM' :(moyenne des minimas mensuels)

TM :(Moyenne de tous les minimas)

Tm'' : (maximas absolus observé)

Tm ' :(moyenne des maximas mensuels)

Tm : (moyenne de tous les maximas)

II.2.2.La précipitation

Les précipitations sont des données climatiques très variables dans l'espace et le temps (Guyot, 1990) ensembles des particules de l'eau liquide ou solide qui tombent à la surface de la terre, sous formes de pluie, neige, grêle.....(Gondé et al 1968) l'étude de ce paramètre permet de dégager son influence vis-à-vis des plants, et son rôle directe sur le sol. La pluviométrie constitué un élément très important dans l'analyse du climat, nous remarquons que l'hiver reçoit la plus grande quantité des pluies, décembre reste le mois le plus arrosé (142,00mm). Et le mois le moins arrosé est juillet (1,6mm). La quantité moyenne annuelle est de (841,1mm).

CHAPITRE II : HYDRO CLIMATOLOGIE

Tableau II.2 Précipitation dans la municipalité de tamalous

Source (P.Seltzer)

Mois	La précipitation (mm)	les jours précipités
Janv..	190	14
Fév..	128	11
Mars.	85	10
Avril.	63	8
Mai.	44	5
Juin.	15	1
Juill.	2	1
Aout.	6	1
Sept.	61	6
Octo.	97	9
Novem.	35	11
Décem.	176	12
L'année.	902	89

La Région Tamalous définit deux périodes différentes :

- **Période pluvieuse** : de **septembre** à **avril** avec un maximum de 190 mm.
- **Période sèche** : commençant en **mai** et se terminant à la **fin août**.
- Et Le mois de **juillet** le plus sec est de deux millimètres (02 mm) de pluie seulement.
- Enfin les Précipitations estimées à 902 mm pendant 89 jours par **an** .

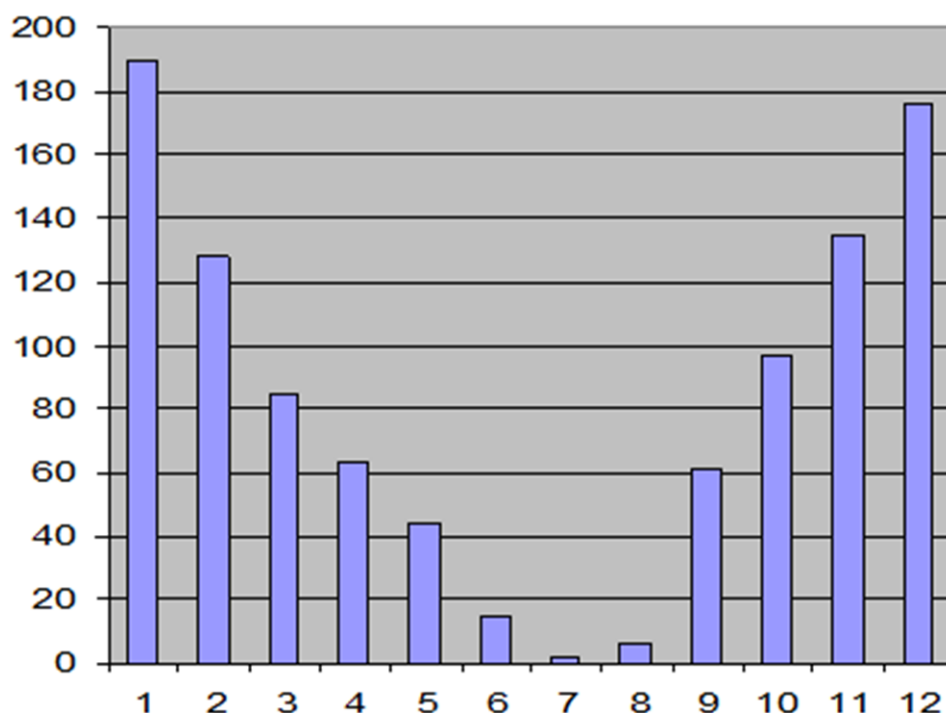


Figure II.01. Le taux mensuel de précipitation dans la station de Collo

Source (L'APC de tamalous)

II.2.3.L'humidité

L'humidité représente la quantité d'eau retenue dans l'air. Comme signalée plus avant, notre région d'étude (bassin de l'Oued Guebli) appartient à 139 étage climatique sub-humide. De ce fait et à partir des mesures enregistrées par la station de Guenitra, le mois de Juin est le mois le plus sec (avec un pourcentage de 45.12 %) et le mois le plus humide est le mois de Décembre (avec un pourcentage maximal égal à 59.80 %) (Merzougui.A ,2017).

II.2.4.L'insolation

C'est la durée pendant laquelle, le soleil brille sur le sol, elle conditionne l'activité photosynthétique.

L'intensité lumineuse agit différemment selon le stade de la plante qui a besoin de plus de lumière au fur et à mesure qu'elle vieillit, les éclaircissements faibles sont favorables intenses, racines tubercules et améliorent la qualité des fruits, (Eliard, 1987).

CHAPITRE II : HYDRO CLIMATOLOGIE

Par son intensité et ses fluctuations, au cours du cycle annuelle, la lumière constitue pour la végétation un facteur limitant aussi bien pour les faibles éclairagements que pour les flux intenses, (Ramad, 1984).

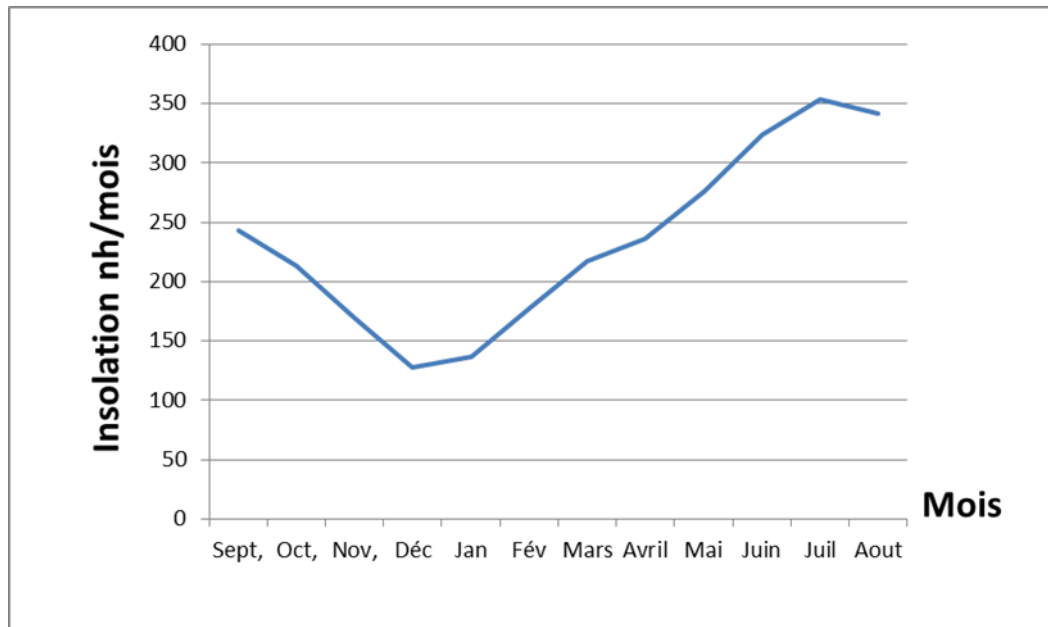


Figure II .02 Diagramme de l'insolation moyenne mensuelle en heure durant la période (2000-2010)

La courbe est montre que le nombre moyen annuel des heures d'insolation est environ de 234.77 heures ce qui correspond approximativement à 7.5 heures par jour. Le phénomène est régulier passant d'un minimum en décembre 127.41 heures à un maximum en juillet 353.71 heures (Laib.K et, all .2017).

II.3. Equipement pluviométrique du bassin

En ce qui concerne les stations pluviométriques du bassin versant de l'Oued Guebli, il en existe peu dont les séries d'observation sont suffisamment longues pour un dépouillement détaillé. En outre on y trouve de nombreuses lacunes qui rendent difficile le traitement statistique des séries. C'est ce qui explique que nous avons eu recours à des stations pluviométriques de longues durées situant tous près des limites du bassin versant dans les bassins voisins. Le bassin du Guebli disposait de 9 stations pluviométriques Parmi ces dernières, nous avons retenu quatre (4) stations pour l'étude de façon à couvrir le bassin à différentes altitudes, dont la station d'Afflassane occupe l'aval du bassin, la station de Tamalous couvre la partie centrale du bassin et la station de Guenitra qui contrôle l'amont du

CHAPITRE II : HYDRO CLIMATOLOGIE

bassin, et la station de Zitouna et Béni Zid couvrent la partie Ouest du bassin. Le choix de ces dernières est primordial pour arriver à une étude complète et significative concernant le diagnostic des ressources en eau du Guebli.

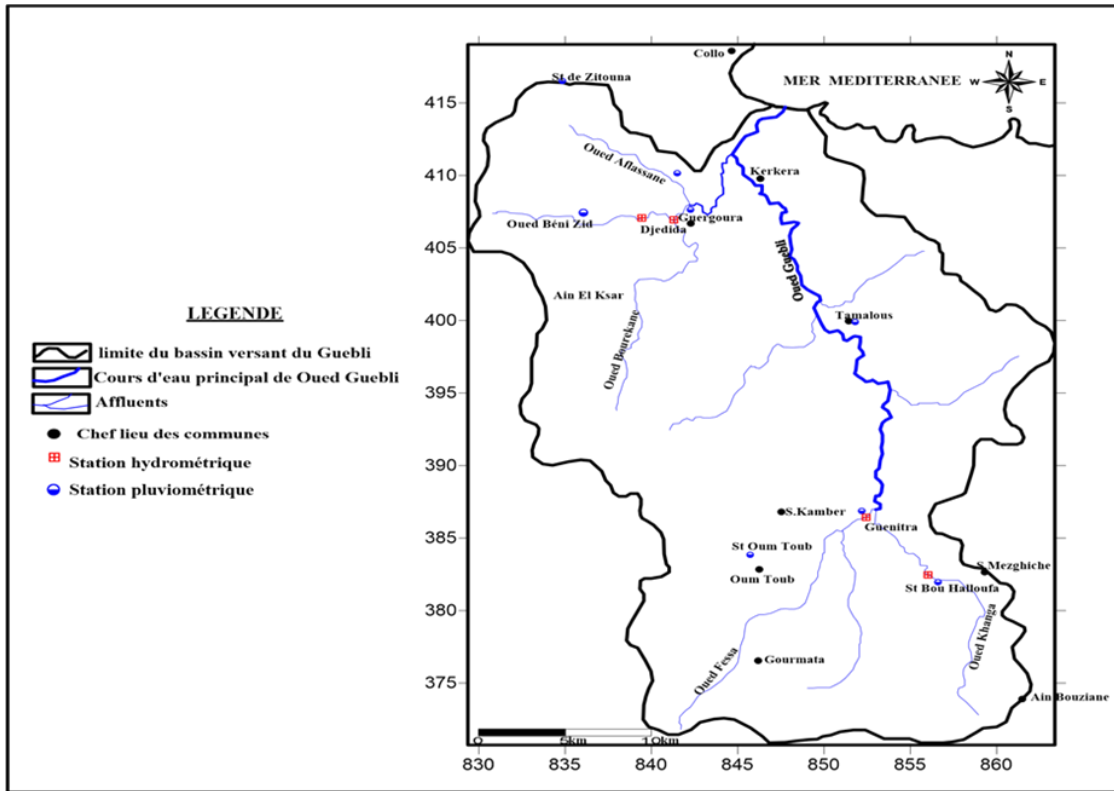


Figure II .03 Equipement en station pluviométrique et hydrométrique du bassin versant d'Oued Guebli [Source \(ANRH Constantine\)](#).

II.4.Diagramme Ombro-thermique de GAUSSEN (1956)

Gausсен considère qu'un mois est sec, lorsque la pluviométrie moyenne mensuelle (p mm) est inférieure ou double de la température moyenne mensuelle ($2T$ C), la méthode consiste à porter sur un même graphique ou les abscisses des mois, on commençant par le mois à jour court [Janvier], et sur les ordonnées des températures avec l'échelle $P = 2T$.

Ce type diagramme est dit Ombro-thermique ou les courbes des pluies passe ou dessus de la courbe des températures, la surface comprise entre les deux courbes correspondra à la période sèche (PS) qui s'étale de mois de Mai jusqu'au mois de Septembre (figure 04)

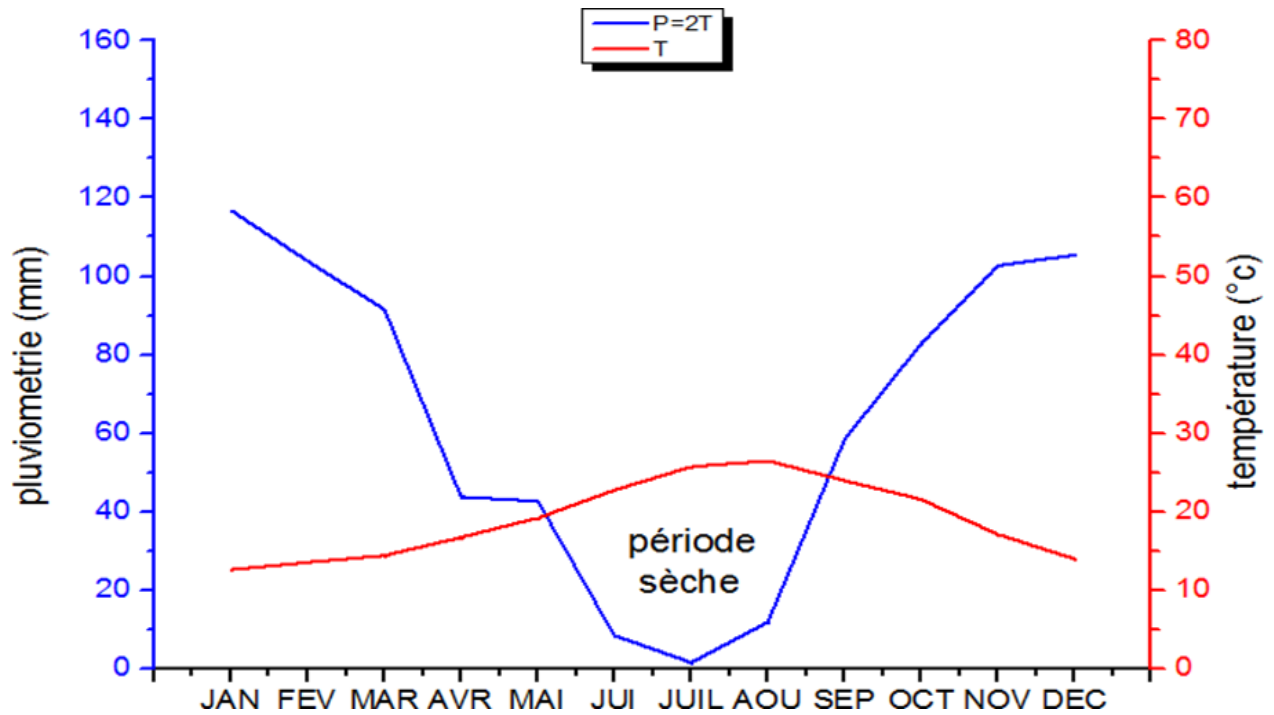


Figure II. 04. Diagramme Ombro-thermique de Gausson durant la période (2003-2012)

II.5 Conclusion

L'étude des caractéristiques Hydro-climatologiques joue un rôle primordial dans la connaissance des comportements des cours d'eau, les variations des réserves, la compréhension des mécanismes d'alimentation et de la circulation des eaux naturelles. Elle permet également d'identifier les termes du bilan hydrique notamment les précipitations, les températures, l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration. (Badreddin Rahmani, 2016).

CHAPITRE III : LES RESSOURCES EN EAU

III.1. Introduction

L'eau est très présente sur notre planète, ainsi vue de l'espace, la terre apparaît bleue car les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre (70%). La totalité de l'eau sur terre représente un volume de 1,4 milliard de km³ sous forme liquide, solide ou gazeuse. Cependant, la majeure partie de l'eau (97 %) est contenue dans les océans est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'homme. (CIE, 2013)

III.2. Aperçus de la plaine de Tamalous

La municipalité de Tamalous appartient au bassin d'Oued Guebli, qui a de nombreux affluents, se compose d'une superficie de 1211,77 hectares et la plus grande vallée de la municipalité la longueur de ligne silane de 10,5km.

La potentialité en eaux souterraine a estimé à environ de 5.00 Hm³ /an sont oublieront l'existence des barrages qui alimentent comme Barrage de Guenitra (117.821 Hm³). (DRE ,2021).

- Cycle de l'eau

L'eau se déplace constamment d'un point à un autre. Elle change même de forme en cours de route, passant de la phase gazeuse (vapeur) à la phase liquide, de la phase liquide à la phase solide, et de la phase liquide à la phase gazeuse.

Le périple sans fin de l'eau suit un cours appelé « cycle hydrologique » ou « cycle de l'eau ».

Une fois à la surface du sol, l'eau provenant des précipitations ou l'eau de fonte peut soit ruisseler à la surface du sol et gagner des étendues d'eau, soit s'infiltrer dans le sol et être absorbée d'eaux souterraines.

Elle peut aussi s'évaporer de la surface du sol ou des étendues d'eau, ou être libérée par la transpiration des végétaux et être relâchée dans l'atmosphère, le cumul de l'évaporation et de la transpiration étant appelé « évapotranspiration ». Le cycle est complet quand l'eau présente sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère retombe au sol à la faveur des précipitations (MAAARO, Juin 2021).

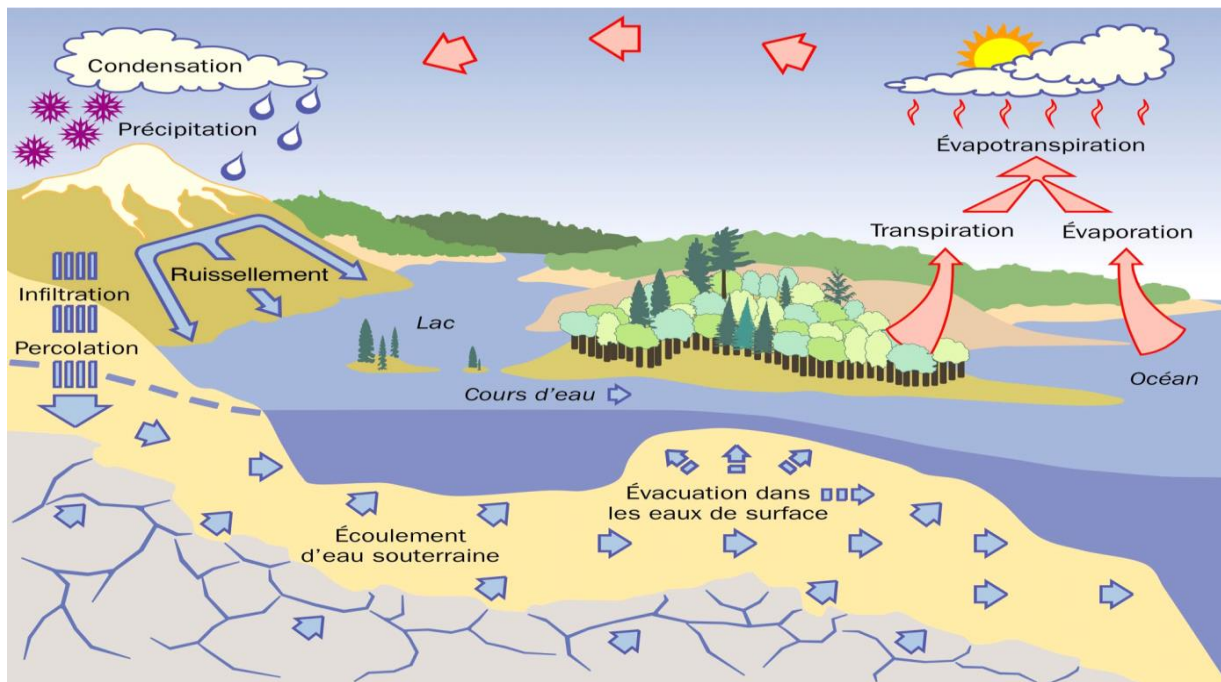


Figure III 1. Cycle de l'eau

III.3 Les sources naturelle de l'eau

L'eau de la planète est présente naturellement sous diverses formes dans l'atmosphère, sur et sous la surface de la Terre, et dans les océans. L'eau douce ne constitue que 2,5% de l'eau de la planète et se présente essentiellement sous forme gelée dans les glaciers et les calottes glaciaires. Le reste de l'eau douce est principalement stockée dans les nappes phréatiques et seule une petite partie se trouve en surface et dans l'atmosphère. Examiner la façon dont l'eau voyage au cours de son cycle nous permet de mieux comprendre ses interactions avec l'environnement et de mieux évaluer la quantité disponible pour la consommation de l'homme. (Laifaoui et al., 2021).

III.3.1. Les eaux de précipitations

Pluie, neige, rosée, etc. Jouent un rôle clé dans le renouvellement des ressources en eau et dans les conditions climatiques et la biodiversité locales. En fonction des conditions locales, les précipitations peuvent alimenter les rivières et les lacs, reconstituer les nappes phréatiques ou retourner dans l'atmosphère par évaporation (Laifaoui et al. 2021).

III.3.2. Les eaux de surfaces

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des

continents. Elles proviennent soit par des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit par les eaux de ruissellement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots). Elles sont caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable (Degremont, 2005).

III.3.2.1. Ressources en eau de surface

III.3.2.1.1 Oueds

Les ressources en eau de surface proviennent en quasi-totalité de l'Oued Guebli et ses principaux affluents, qui sont alimentés principalement par les eaux pluviales.

les apports en eau de surface de l'Oued Guebli et ses affluents traduisent un volume calculé par la formule de Turc qui donne généralement de très bonnes estimations pour les bassins versants Algériens, basée sur les valeurs des lames d'eau écoulées et les apports moyens

correspondants, de l'ordre de $143,3\text{Hm}^3/\text{an}^{-1}$, qui reste très peu exploité vu le volume total mobilisé par les différents ouvrages hydrauliques dans le bassin.

La chaîne de montagnes du nord est la source de la formation de la plupart des vallées.

Les vallées les plus importants de la ville de Tamalous sont :

- Oued El Guebli

Et les vallées secondaires sont :

- Oued Elsekour
- Oued Baroune
- Oued Elezitouna
- Oued Ahrache
- Oued El-Hadjar
- Oued Oudina
- Oued Elatba
- Oued Sahraoui

CHAPITRE III : LES RESSOURCES EN EAU

- Oued Bourghida
- Oued Bounmour
- Oued Bou Elounsour
- Oued Bouanek

La plupart des vallées existantes se déversent dans la vallée d'**Oued El Guebli**, qui à son tour se déverse dans la mer à l'entrée de la ville de Collo, c'est-à-dire que toutes les précipitations sont incontrôlées (**L'APC DE TAMALOUS**).

- La superficie agricole totale de la commune de Tamalous est 3849 hectares
- La superficie agricole utile est 2933 hectares
- La superficie irriguée est 215 hectares, dont environ 150 hectares proviennent d'Oued el Guebli et le reste passe par puits. (**subdivision agricole de la daïra de Tamalous**).



Figure III.2 photo satellitaire de la zone d'étude avec oueds

III.3.2.2 Barrages

Le barrage de Guenitra est situé à 50 km au sud-ouest de la ville de Skikda, proche de la localité d'Oum Toub, que cette infrastructure assure l'alimentation des populations des communes de Tamalous, Ben EL Ouidane et autres zones limitrophes (**ANBT**), où alimente la

commune de Tamalous en eau potable à partir du barrage de Guenitra d'une capacité de 1440 m³/h ([ADE DE TAMALOUS](#)).

III.3.2.3 Retenues collinaires

Quatre(4) retenues collinaires avec une capacité totale de l'ordre 0,31Hm³, ces retenues sont essentiellement destinées à l'agriculture.

III.3.3. Les eaux souterraines

L'eau souterraine est contenue dans ce qu'on appelle les « aquifères ». Un aquifère est une formation géologique, ou une partie de celle-ci, constituée d'un matériau perméable capable de stocker des quantités importantes d'eau. Les aquifères peuvent être constitués de différents matériaux : sables et graviers non consolidés, roches sédimentaires perméables telles que les grès ou calcaires, roches volcaniques et cristallines fracturées, etc. Les eaux souterraines sont (naturellement) rechargées par l'eau de pluie et la fonte des neiges ou par l'eau qui fuit à travers le fond de certains lacs et rivières. Les eaux souterraines peuvent également être rechargées lorsque les systèmes d'approvisionnement en eau fuient et que les cultures sont irriguées avec plus d'eau que nécessaire. Il existe également des techniques pour gérer la recharge des aquifères et augmenter la quantité d'eau d'infiltration dans le sol ([USGS Avril 2001](#)).

III.3.3.1 Les nappes d'eau

Le mot « aquifère » ou encore « nappe » désigne simplement une couche de sol contenant de l'eau. C'est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau ([Kettab, 1992 ; Arjen, 2010](#)).

Les nappes d'eau souterraine ne sont ni des lacs ni des cours d'eau souterrains. Les nappes d'eau souterraine sont de l'eau contenue dans les pores ou les fissures des roches saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées ([AEAG, 2012](#)).

III.3.3.1.1 Les différents types des nappes

La porosité et la structure du sol déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine ([OMS, 2000](#)).

- **Nappe libre**

Une nappe libre se définit comme une nappe dont le niveau piézométrique s'établit uniquement en fonction de la perméabilité des terrains à travers lequel pénètre l'eau

d'infiltration. Ce type de nappe de nappe libre dont la surface piézométrique est peu profonde s'appelle nappe phréatique (Vilagines, 2003).

- **Nappe phréatique**

C'est la première nappe rencontrée lors du creusement d'un puits. L'inconvénient de cette nappe est qu'elle est totalement polluée, par les fosses septiques, pesticides, engrais...elle fournit donc une eau non potable.

- **La nappe alluviale**

Elle est contenue dans une grande quantité de sable, de gravier et de galets dispersés dans les rivières et les ruisseaux, et les eaux souterraines alluviales ont un lieu d'échange privilégié avec les rivières et les zones humides. Ce type de nappe peut être reconstitué par les crues, au contraire, en renvoyant l'eau à la rivière pendant les périodes sèches (OFEFP, 2003).

- **Nappe captive**

Séparée de la surface par une couche imperméable. De ce fait, il n'est pas directement alimenté par le sol, et il est situé très en profondeur, il est donc peu sensible à la pollution (Degremont, 2005 ; Cardot, 1999).

III.3.3.2 Ressources en eau souterraines

Les eaux souterraines constituent une part très limitée du patrimoine hydraulique du bassin, elles représentent près de 11,6 % de son potentiel hydrique reconnu. Les réserves souterraines constituées par les différentes nappes existantes dans le bassin du Guebli sont alimentées par les précipitations efficaces. Les investigations réalisées dans le bassin permettent d'estimer son potentiel en eaux souterraines à près de $6,6 \text{Hm}^3 \cdot \text{an}^{-1}$ (DHWSkikda2012).

III.3.3.2.1 Forages

Les forages existant dans la plaine de Tamalous totalisent 4 forages. Ils sont répartis au lit d'oued Guebli la majorité des forages se situe au niveau de l'oued Ouadda et oued Guebli.

Ces forages sont réalisés dans le but de capter la nappe alluviale, ils sont utilisés à l'alimentation en eau potable.

Part de chacun d'eau :

CHAPITRE III : LES RESSOURCES EN EAU

- Forage 01 débit 14 L/s sa mise en service date depuis le 08 /09/2005.
- Forage 02 débit 5 L /s il a été activé 10 /10/1993.
- Forage 03 débit 1,5 L/s il a été activé 10/10/2002 et en raison de la faiblesse de son débit, il est actuellement suspendu.
- Fourrage 04 débit 6 L/s il a été activé 10/10/2002 et en raison de la détérioration du conduite de pompage, il a été mis en arrêt malgré la disponibilité des ressources en eau souterraines (**L'ACP DE TAMALOUS**).

Tableau III.1. Production annuelle et inventaire des forages en exploitation dans le bassin versant de l'Oued Guebli.

Le nom du forage	Les coordonnées		P. AQUI		Les caractéristiques de forage					La date de recrutement	L'utilisation	L'observation	
					Le diamètre (mm)	Prof(m)	Débit max (L/s)	Niv stat	Débit Expl (L/s)				Cote Calage Pompé (m)
	X	Y	Mur (m)	Toit (m)									
Tamalous F1					300	30	12	6.00	14	23	05/09/08	AEP	En service
Tamalous F2 (Toussane 1)	851,5	399.0	17	7	300	30	10	6.00	5	18	93/01/01	AEP	En service
Tamalous F 3 (Toussane 2)	852,3	397,525	18	6	300	30	8	4.00	1	21	02/01/01	AEP	A l'arrêt
F4Demnia	849,5	400,5	26	21	475	25	8	4.00	6	13.8	02/01/01	AEP	A l'arrêt

III.3.3.2.2 Puits

La région de Tamalous dispose d'un grand nombre de puits, estimé à 177 puits, qui sont prélevés dans la nappe phréatique de surface, dont le rôle se limite uniquement à la satisfaction des besoins domestique et à l'irrigation de certaines zones agricoles (SUBDIVISION AGRICOLE DE LA TAMALOUS).

III.3.3.2.3 Sources

A travers la surface du bassin versant de Guebli il existe un nombre considérable des sources, aux totale 150 sources mobilisant un potentiel de $1111.S^{-1}$ Soit $3.50Hm^3/an$.La majorité des sources inventoriées sont mal captées ou partiellement aménagées, avec des débits qui ne dépassent parfois les $0.5 l S^{-1}$ (Tamalous, et Karekera). Certaines d'entre elles ayant un débit intéressant plus de $2 l. S^{-1}$ (Zitouna, Ain Kacha). Assurant l'alimentation en eau potable des mêmes communes montagneuses où elles se trouvent (MECIBAH, 2017).

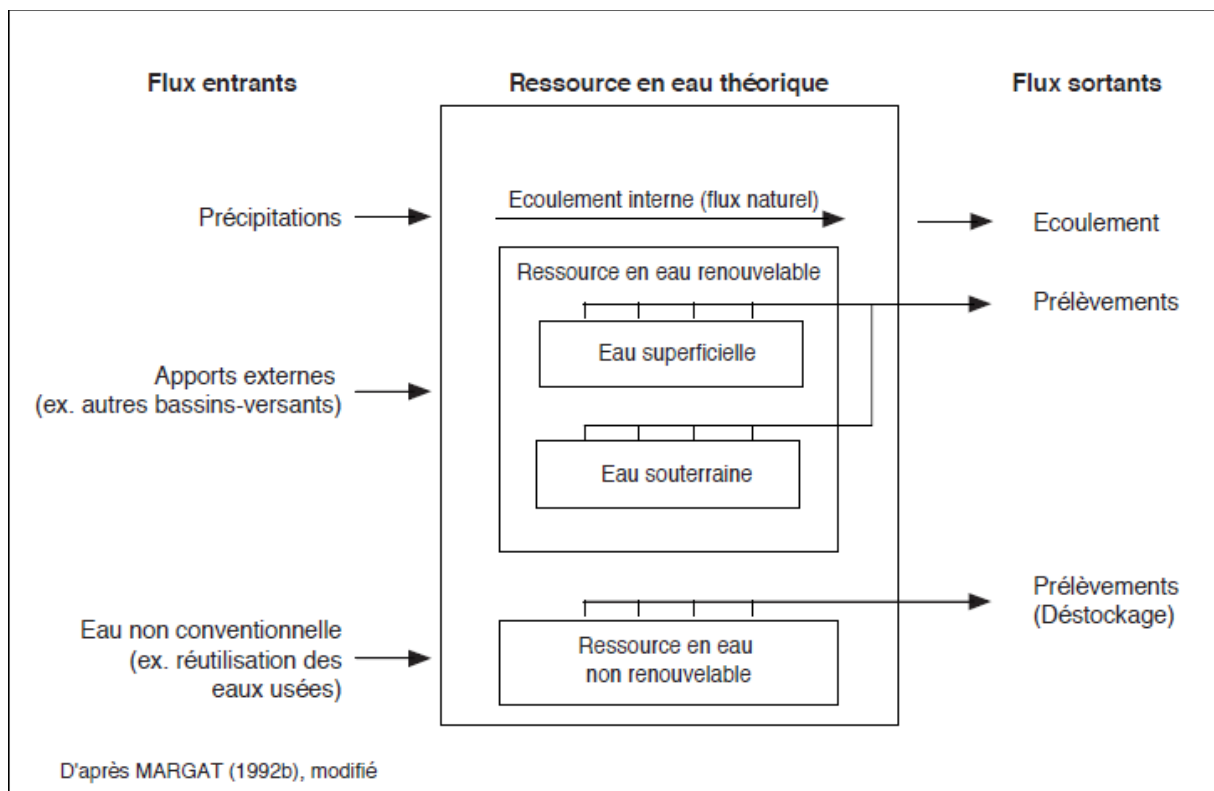


Figure III.3 Evaluation quantitative de la ressource en eau d'un système Hydrique naturel (bassin versant) [Source Margat1992modifié](#)

III.4. Diagnostic quantitatif des ressources en eau dans le bassin du Guebli

Bien gérer la problématique de l'eau, implique une connaissance aussi parfaite que possible de la disponibilité de la ressource et de sa variabilité dans le temps et dans l'espace, et autant que faire se peut proposer des scénarios prospectifs pour l'analyse du risque et la gestion des crises, dans un avenir où les effets anthropiques sont mal maîtrisés. Le bassin du Guebli ne fait pas exception, les ressources hydriques dont on dispose sont plus ou moins limitées, cette limitation est d'abord naturelle, mais elle est accentuée par les besoins toujours croissants du développement démographique et socio-économique, par le gaspillage, ainsi par les différents types de pollutions menaçant le bassin. Cette situation, paraît angoissante, nécessite une planification basée sur un diagnostic quantitatif et qualitatif des potentialités hydriques dans le bassin, pour faire face à toute situation de crise probable. Avec une pluviométrie moyenne annuelle de 813 mm sur l'ensemble du bassin, traduisant un apport pluviométrique total de l'ordre de $808Hm^3an^{-1}$.

Ce potentiel hydrique considérable, est malheureusement se trouve confronté à d'importants problèmes de gestion de la maintenance des ouvrages hydrauliques mis en place, réduisant le volume total reconnu à près de l'ordre $56,6Hm^3an^{-1}$. Dont un potentiel de $13,7Hm^3an^{-1}$. Est mobilisé dans le bassin du Guebli. Le reste du volume s'écoule tout simplement vers la mer.

III.5. Mobilisation des ressources en eau

Les ressources en eau de surface mobilisables dans le bassin du Guebli sont estimées après de $7,9Hm^3an^{-1}$, mais seulement un volume de $3,2Hm^3an^{-1}$ qui est mobilisé par les différentes infrastructures mises en place, traduisant un taux de 40% de la totalité des ressources mobilisables. Malgré sa pauvreté en ressources en eau souterraines, le volume mobilisable est estimé à $5,8Hm^3an^{-1}$, mais plus de $3,8Hm^3an^{-1}$ sont mobilisées.

III.6. Le réseau d'alimentation en eau potable dans la commune de Tamalous

La municipalité de Tamalous est considérée parmi les municipalités qui souffrent d'un grande pénurie d'eau potable, et parmi les agglomérations situées au niveau du sol de la municipalité, on trouve que le rassemblement de Tamalous qui est l'une des communautés les plus riches et

CHAPITRE III : LES RESSOURCES EN EAU

les plus abondantes, la capacité de réserve de cette dernière est de 3700 m³ alimentée du forage de Oued el Rekad.

Ce qui est perceptible au niveau communal, c'est que la plupart des communes secondaires ne disposent pas de réseaux de distribution d'eau potable ni de cuves de stockage des réserves d'eau, à l'exception de commune secondaire qui dispose de deux cuves 500*1-50*1, ou elle est alimentée par des robinets publics et fontaines, bien que la direction de l'irrigation ait pris des mesures concrètes pour améliorer la situation de l'approvisionnement en eau potable, comme le creusement de puits pour l'exploration, mais cela reste insuffisant pour répondre aux besoins de la population, surtout à moyen et long terme examiner l'état des réseaux, ainsi que rétablir d'autres réservoirs, et ceci en cohérence avec l'évolution urbaine et démographique de cette région le centre principal de Tamalous reste le seul avec un réseau de distribution et 100*2-300*2_100*2 réservoirs (**L'ACP de Tamalous**).

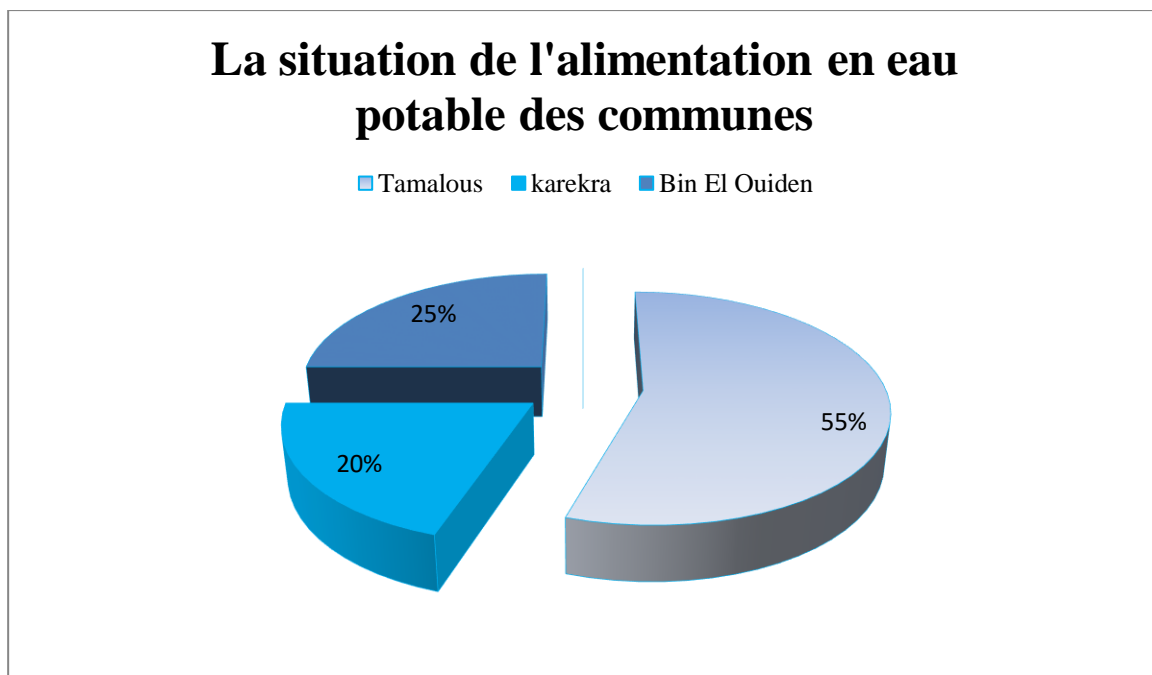


Figure III.4 la situation de l'alimentation en eau potable dans les communes de Tamalous, Karekera, bin el Ouiden Source (DRE de la wilaya de Skikda)

- ✓ On note à travers le secteur qui représente la situation de l'alimentation en eau potable dans les communes de Tamalous, Karekera, bin el Ouiden que la commune de Tamalous centre est le pourcentage le plus élevé et est estimée à 55%, suivie par bin el Ouiden avec un taux estimé à 25%, tandis que le pourcentage le plus bas est de 20% et est représenté par la municipalité de Karekera.

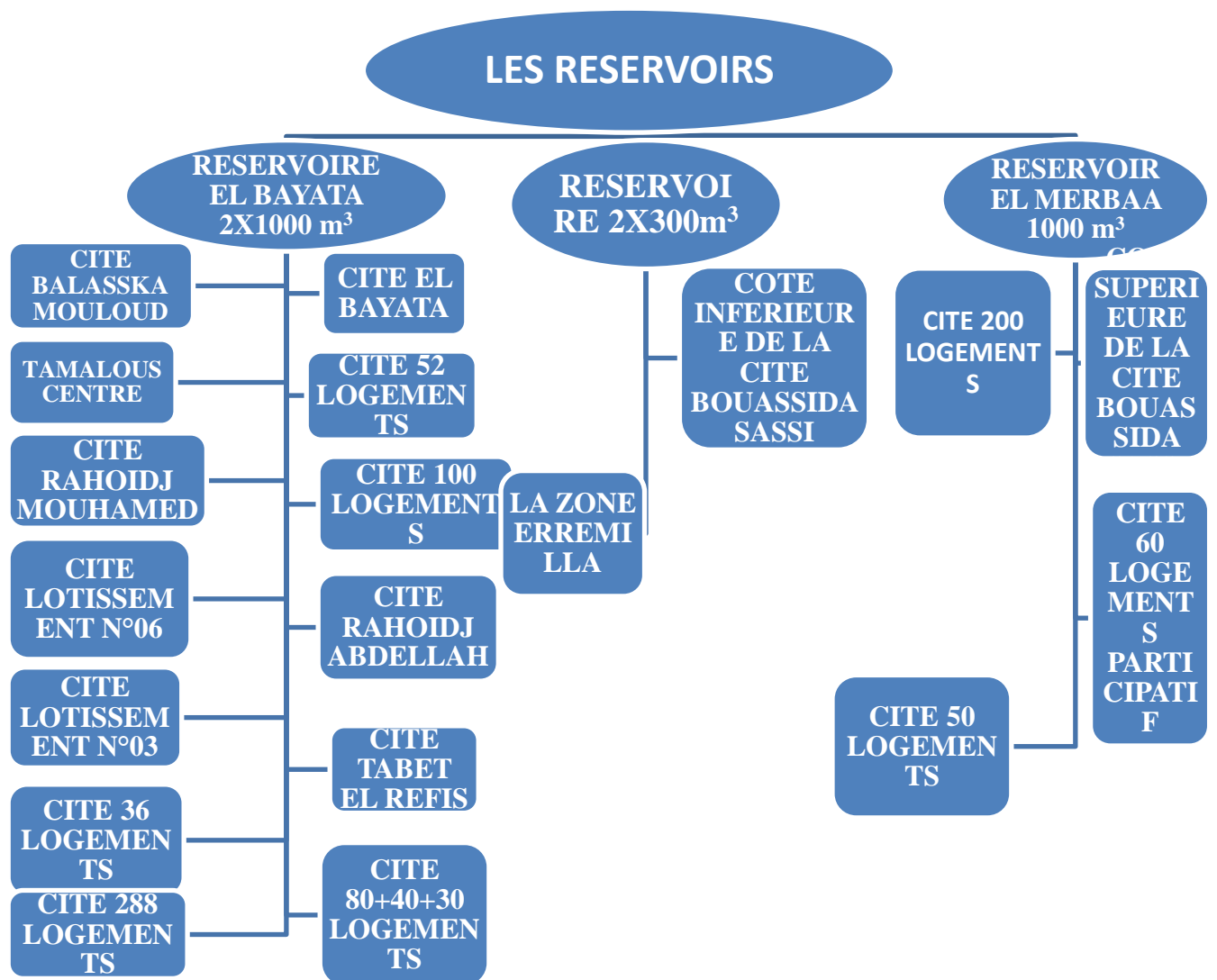


Figure III.5 schéma des distributions de la commune de tamalous

III.7 Le réseau d'assainissement et eau pluviale de la commune de Tamalous

Selon l'APC de Tamalous généralement le réseau d'assainissement dans la ville de Tamalous prend le système unitaire très ancien en état dégradé, le problème le plus posé est l'absence de réseau des eaux pluviale ; manque de station d'épuration.

On trouve une superficie de 723 hectares qui peut être inondé en hiver , ce qui rendant L'un des problèmes dans la région sud de tamalous à cause l'absence des regards pour les eaux pluviales , en raison des importantes vallées qui coupent le territoire de la commune , et aussi

CHAPITRE III : LES RESSOURCES EN EAU

on retrouve également la principale agglomération urbaine Tamalous l'une des agglomérations urbaines les plus vulnérables à ce type de catastrophe naturelle, du fait de sa proximité avec oued el Guebli et oued el Rekad, ainsi que l'absence de traitement des eaux sales, qui entraîne la pollution d'eau, ce qui est dangereux pour la santé des citoyens.

Le réseau de distribution reste incomplet et n'atteint pas tous les quartiers de la commune, ce qui nécessite l'intervention des pouvoirs publics pour le compléter.

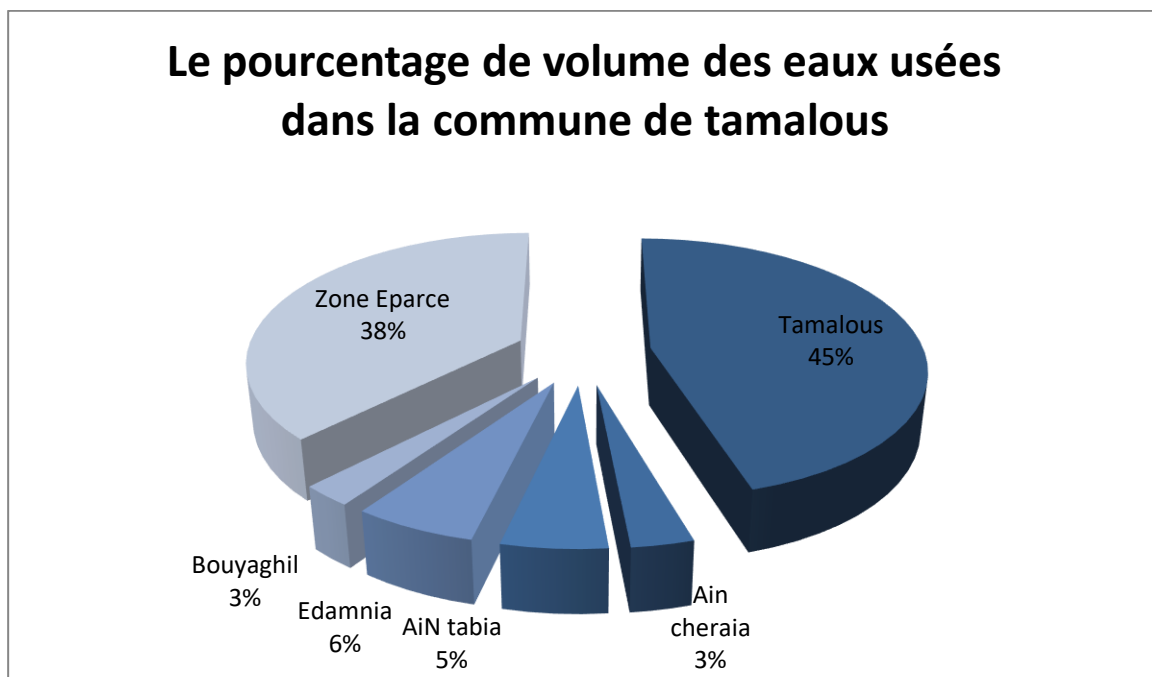


Figure III.6 le pourcentage de volume des eaux usées dans la commune de Tamalous

(Source DRE de la wilaya de Skikda)

- ✓ On remarque à travers le secteur qui représente le pourcentage de volume des eaux usées dans la commune de Tamalous que cette dernière contient le plus grand pourcentage d'eaux usées, qui est estimé à 45%, tandis que le pourcentage le plus faible est représenté dans les zones de bouyaghil et Ain cheraia, estimé à 3%.

II.5. Conclusion

L'eau souterraine constitue donc la plus grande réserve en eau douce liquide de la planète ; c'est l'une des matières premières les plus vitales pour l'homme et pour l'ensemble de l'économie.

CHAPITRE III : LES RESSOURCES EN EAU

La protection des eaux souterraines est une question de plus en plus préoccupante tant au niveau de l'exploitation de la ressource qu'à celui des impacts sur la santé humaine. La préservation de la qualité de l'eau souterraine est d'autant plus importante du fait que cette ressource, une fois contaminée, devient inappropriée pour la consommation.

D'un autre côté la commune de Tamalous souffre du manque des station d'épuration, qui jouent un rôle majeur dans l'élimination du phénomène de la pollution, aussi côté AEP les moyens qui à la commune reste insuffisante pour répondre aux besoins de la population surtout à moyen à long terme

CHAPITRE IV : POLLUTION, HYDROCHIMIE, RESULTATS ET DISCUSSION

IV.1 Introduction

L'eau est indispensable à la vie, elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégé, défendu et traité comme tel. (Devaux, 1999).

Très utilisée de nos jours, le terme pollution signifie une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme sous-produit de l'action humaine, elle se divise principalement en trois types (selon type de polluant): pollution de l'air, l'eau, sol.

Les paramètres régulièrement suivis lors des contrôles de qualité physico-chimiques comprennent : la turbidité, le pH, la température, les teneurs en pesticides et en minéraux qui présentent des risques néfastes pour la santé tels que les nitrates, l'arsenic, le plomb, et les ions métalliques en solution. (Laifaoui I et Bendjama A all 2021) .

IV.2 Pollution de l'eau

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, risques sanitaires... etc. (Ladjet, 2006).

Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives des milieux ou encore en enlaidissant la nature (Koller, 2004)

IV.3 La qualité des eaux souterraines

Étant donné que les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan

bactériologique (UNICEF, 1999). Elles constituent une meilleure solution que les eaux de surface en termes de génie sanitaire (Fiambusch, 1998) . Dans la réalité, la qualité naturelle de l'eau souterraine ne concerne pas seulement les aspects sanitaires et techniques de l'eau potable.

Il faut se souvenir en particulier que l'eau des nappes alimente les rivières et que par conséquent, certaines propriétés chimiques et microbiologiques des eaux souterraines peuvent avoir des incidences sur la vie aquatique (Colin, 2004).

Donc les qualités requises sont d'ordre bactériologique et physico-chimique.

IV.4 La qualité des eaux de surface

Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement et sont toujours plus ou moins polluées par divers rejets :

IV.4.1. Les eaux usées domestiques

Ce sont les eaux usées qui proviennent des établissements et services résidentiels, produites essentiellement par le métabolisme humain et les activités ménagères (eaux ménagères et eaux de vannes ([Directive Européenne, 1991](#)).

Les ordures ménagères accumulées dans des décharges sauvages ou non mises à la norme libèrent également des lixiviats riches en polluants ([Faurie et al, 2003](#)).

IV.4.2 Les eaux usées industriels

Les activités industrielles rejettent principalement des métaux, des hydrocarbures, des acides, et augmentent la température de l'eau. En moyenne, de 2004 à 2009, le S Statistiques du Ministère en charge du Développement Durable) en France, a montré que les secteurs de la métallurgie et de la chimie sont responsables des rejets de polluants dans l'eau les plus importants ([Benmaïd, 2013](#)).

IV.4.3 Les rejets agricoles

Le régime et la qualité des eaux sont fortement influencés par les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage ([Faurie et al, 2003](#)). L'utilisation des engrais phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les souterraines par infiltration ([Djabri, 1996](#)).

IV.4.4 Les eaux pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. (Desjardins, 1997).

IV.5 Les origines de pollution

Il y'a trois principaux origines :

IV.5.1 Pollution physique

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (Bouziati, 2000). La pollution physique désigne l'autre type de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées, qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz et la pollution radioactive (Boudjeal, Djoud 2003).

IV.5.2. Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles (Aroua, 1994).

L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines (Aroua, 1994). Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse. Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories (Boudeal, Djouid, 2003)

IV.5.3. Pollution biologique

Un grand nombre de microorganismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons (Thomas, O.1995).

Tableau N° IV.1.Exemples type de pollution

Type de pollution	Exemples
Pollution thermique	Eaux de refroidissement des centrales thermique ou nucléaire
Pollution microbiologique	Eaux vannes (issues des WC) : élevages
Pollution mécanique	Eaux riches en matières minérales ou organiques en suspension (gravières, mines....)
Pollution toxiques	Certaines eaux industrielles
Pollution radioactives	Eaux usées des hôpitaux et des centrales nucléaires
Pollution organiques	Eau domestique : industries agro-alimentaires
Pollution nutritives	Eau domestique : pollution diffuse agricole (excès d'azote et de phosphore)

IV.6 Impacts et risques des déversements des eaux usées

IV .6 .1. Sur l'environnement

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible (Chelléet all, 2005).

IV.6.2 Sur la santé humaine

L'eau, ressource naturelle indispensable à la vie, est aussi devenue, de manière directe ou indirecte, la première cause de mortalité et de maladie au monde. L'inégalité la répartition des ressources en eau associée à la dégradation de la qualité de l'eau engendrent de grands problèmes de santé. Ainsi, dans les pays en développement, 80 % des maladies sont dues à

CHAPITRE IV : POLLUTION, HYDROCHIMIE, RESULTATS ET DISCUSSION

l'eau, un Africain sur deux souffre d'une maladie hydrique. Bien que les nouveaux antibiotiques permettent des traitements plus courts, la résistance du virus aux antibiotiques progresse. Le contact prolongé avec les eaux usées, lors de baignades peut entraîner des infections au niveau de la peau, de la gorge, du nez et des oreilles ([Karaali, 2010](#))

Tableau N° IV.2. Germes pathogène rencontrés dans les eaux usées

Gerames	Organismes	Maladie
Les bactéries pathogènes	Salmonelle la Shigelles	Typhoïde Dysenterie
Colibacilles Leptospires	Mycobactéries Vibrion coma	Uberculose Cholera
Les virus	Entérovirus Reovirus Adénovirus Rota virus	Poliomyélite Méningite Affection respiratoire, diarrhée
Les parasites et les champignons	Taenia, ascaris	Lésions Viscérales Eczéma, Maladie de la peau

IV.7 Les paramètres de mesure de pollution

L'estimation de la pollution est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres. Parmi ces paramètres on cite les plus importants:

IV.7.1. Les paramètres organoleptiques

IV .7.1.1. Les goûts ou saveur

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs ([Rodier, 2005](#))

Une eau potable de bonne qualité à un bon goutte, la saveur dépend essentiellement de la qualité et la nature des corps dissous. Qualité et la nature des corps dissous. S'il y a l'absence

des sels habituels et d'anhydride carbonique. La saveur de l'eau sera fade et si elle renferme une trop grande quantité de chlorure (*CL*) l'eau aura une saveur saumâtre si elle contient de forte quantité de sel de magnésium. L'eau aura un goût amer. (Rodiar .J et ALL, 2009).

IV .7.1.2. L'odeur

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Tout odeur est pollution qui est due à la présence de matières organique en décomposition. (Par Dr : BOUGDAH.M ,2021), Une eau potable de bonne qualité ne doit pas présenter d'odeur (RODIAR.J et ALL ,2009).

IV.7.1.3. La couleur

La couleur de l'eau est due aux éléments qui s'y trouvent à l'état dissous ou colloïdal, elle est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux substances en solution. Et apparente quand les substances en suspension y ajoutent leurs propres colorations, une eau colorée n'est pas agréable pour les usages (Rodiar .J et ALL, 2009)

IV.7.2. Les paramètres physico-chimiques

On distingue les suivants :

IV.7.2.1. La température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). (Gaujous, 1995). Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (Rodier et al, 2005)

Tableau IV.3.Grille d’appréciation de la qualité de l’eau superficielle en fonction de la température (MASSON ,1988).

Température	Qualité	Classe
< 20 °C	Normale	1A
20°C–22°C	Bonne	1B
22°C–25°C	Moyenne	2
25°C–30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

IV.7.2.2.Le potentiel d’hydrogène (pH)

Le pH, mesure de l’acidité d’une solution, est définie par H^+ est l’activité de l’ion hydrogène H^+ dans la solution (RAMADE, 1998) Les eaux peuvent être, soit acidulées, soit neutres, soit alcalines, ses caractère sont représentés par le pH du milieu. Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limite dans lesquelles un développement quasi-normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis .Par ailleurs, il est souvent difficile d’établir de critères précis en ce qui concerne la vie et la reproduction des poissons (Salghi, 2000).

Tableau IV.4. Classification des eaux d’après leur pH (Krida, 1997)

PH<5	Présence d’acides minéraux ou organiques dans l’eau naturelle
PH=7	PH neutre
7<PH<8	Neutralité approchée →majorité des eaux de surface
5,5 < PH<8	Eaux souterraines
PH=8	Alcalinité forte

IV.7.2.3. Conductivité

Dans une solution, la solution conductivité électrique est proportionnelle à la concentration en équivalent-gramme du sel dans la solution.

La conductivité électrique est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement la minéralisation de l'eau et d'en suivre l'évolution (Samake, 2002)

Tableau IV.5. Classification des eaux selon la conductivité (Sari, 2014).

Type d'eau	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Résistivité ($\Omega.\text{m}$)
Eau pure	<23	30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

IV.7.2.4. Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l est fonction de l'eau- usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (Ladjel, 2006).

IV.7.2.5. Turbidité

La turbidité a pour origine la présence de matière en suspension qui donne un aspect trouble à l'eau. Autrement dit, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Pour la sécurité du consommateur, l'eau destinée à la consommation doit présenter une turbidité inférieure à 5 NTU (unité de turbidité Néphélométrique) (Rodier, 1984 ; Rejsek, 2002 et Rodier, 2009).

Les classes de turbidité usuelles sont représentées dans le tableau:

Tableau.IV.6. Les classes de turbidité de l'eau (Rodier et al, 2009).

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

IV.7.2.6. L'ion de calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature (Djouadi, 2015), leur présence dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles soit la est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature (Djouadi, 2015) dissolution des formations carbonatées ($CaCO_3$), soit la dissolution des formations gypseuses ($CaSO_4,2H_2O$) (Hidaoui, 2015). Il est considéré comme un composant majeur de la dureté de l'eau. Il est considéré comme un composant majeur de la dureté de l'eau.

IV.7.2.7. Magnésium (Mg^{2+})

C'est un élément qui accompagne souvent le calcium, il provient de la dissolution des dolomies, des calcaires dolomitiques et des minéraux ferromagnésiens (magnésite et dolomie) .La variation des concentrations du magnésium est presque similaire à celle du calcium (Gaagai, 2009).

La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale (Sari, 2014).

IV.7.2.8 Potassium (K^+)

Le potassium (K^+) est assez abondant sur la terre, mais peu fréquent dans les eaux. En effet, il est facilement adsorbé et recombéné dans les sols, sur les argiles notamment. Les sources principales de potassium sont les roches cristallines, mais dans des minéraux moins altérables que ceux qui contiennent du sodium, les évaporites (sylvinite), les argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques(NPK) (Zahi, 2014).La présence de cet élément peut être également liée au déversement des eaux usées domestiques (Boukhrissa, 2015).

IV.7.2.9. Les sulfate

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (KEMMER F, 1984).

IV.7.2.10. Les chlorure

Les chlorures sont très répandus dans la nature généralement sous forme de sels du sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl_2) (SEVESC, 2013). L'ion chlorure n'est pas adsorbé par les formations géologiques, reste très mobile et ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques. Il constitue un bon indicateur de la pollution (ChakeretSlimani, 2014).

IV.7.2.11. L'ion de sodium (Na^+)

C'est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région à une autre (Bouziyani, 2000). Son origine peut être naturelle (mer, terrain salé...) ; humaine (10 à 15 g NaCl dans les urines /jour) ou industrielle (potasse, industrie pétrolière). Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (Rodier et al, 2005).

IV.7.2.12. L'alcalinité (TA, TAC)

Les deux valeurs permettent de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonate et éventuellement en hydroxyde contenant dans l'eau, l'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution étalon en présence d'un indicateur coloré de $\text{pH}=8,3$ (Enrico Riboni).

IV.7.3 Les paramètres indésirables

IV.7.3.1. Le Fer

Le fer est un élément assez abondant dans les roches (quelques pourcentages) sous forme de silicates, d'oxydes et hydroxydes, de carbonates et de sulfures. (BARTHERLIN.J et CHERU.L, 1999).

IV.7.3.2. Le fluor

A faible dose, le fluor est indispensable à la santé. En effet, il protège les dents contre les caries. A trop forte dose, le fluor pourrait provoquer telle que des taches ou des dents cassantes. Si la concentration dépasse 4mg/l, cela peut provoquer des douleurs osseuses, c'est la fluorose osseuse. (Behloul.S, 2009).

IV.7.3.3. L'ammonium (NH_4^+)

Le cation NH_4^+ est produit par réaction acido-basique de l'eau et de façon générale de tout acide avec l'ammoniac NH_3 . En revanche, en milieu basique à pH supérieur à 9,2, le NH_3 se

dégage dans l'atmosphère (RAMADE, 2000). L'azote ammoniacal, assez souvent rencontré dans les eaux, traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il peut avoir diverses origines dont la plus grande part de l'azote des eaux superficielles provient de la décomposition des matières organiques contenues dans les débris végétaux des algues, plantes ou herbes du lit ou des berges à l'oued. Les urines humaines ou animales contiennent de grandes quantités d'urée qui induisent la présence d'azote ammoniacal en quantité relativement importante.

IV.7.3.4. Les Phosphates (PO_4)

Sels de l'acide ortho phosphorique, les phosphates représentent des éléments essentiels pour les végétaux autotrophes. Dans les écosystèmes aquatiques, les sédiments stockent des phosphates et constituent ainsi un puits pour ces derniers (RAMADE, 1998).

IV.7.3.5. Les Nitrates (NO_3)

Sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux constituent le stade finale de l'oxydation biologique de toutes les formes d'azote nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques (RAMADE, 1998).

Ils constituent le stade final de l'oxydation biologique de toutes les formes d'azotes dans leur présence, tandis que la pollution par les nitrates est due à la minéralisation de matière organique, à l'utilisation abusive des engrais azotés, aux résidus animaux, fumiers, purins, aux eaux usées domestiques et éventuellement aux effluents des stations d'épuration.

Tableau IV.7.Grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction du NO_3 (MASSON, 1988)

Qualité	NO_3
Normal	40 mg/l
Médiocre	44-100mg/l
Mauvaise	>100mg/l

IV.7.3.6. Nitrites (NO_2 -)

Étant un signe très fort de la pollution pour des concentrations limite de 0.1 mg/l, la présence de nitrites dans les eaux justifie une analyse chimique et bactériologique détaillée. Les nitrites peuvent causer un problème d'oxygénation du sang (Z.Kouidri Née Belala, 2006).

IV.7.4 Les paramètres organiques

IV.7.4.1. La demande biochimique en oxygène (DBO)

Représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau et qui constituent leur source de carbone (graisses, hydrates de carbone, tensioactifs, etc.). Ce prélèvement d'oxygène se fait au détriment des autres organismes vivants du milieu aquatique. En ce qui concerne les eaux domestiques, environ 70% des composés organiques sont généralement dégradés après 5 jours et la dégradation est pratiquement complète au bout de 20 jours. L'indicateur utilisé est généralement la DBO_5 qui correspond à la quantité d'oxygène (exprimée en mg/l) nécessaire aux microorganismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau polluée. Plus la DBO_5 est élevée, plus la quantité de matières organiques présentes dans l'échantillon est élevée. (Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", 2005).

IV.7.4.2. La demande chimique en oxygène (DCO)

Correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau. Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques (Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", 2005).

Tableau .IV.8. Grille d'appréciation de la qualité des eaux superficielle en fonction du pourcentage de saturation en oxygène dissous (MASSON, 1988).

Qualité	DCO mg/l
Excellente	<20
Bonne	20_50
Passable	25_40
Médiocre	40_80
Mauvaise	>80

IV.7.4.3. Carbone organique total (COT)

Le COT repret repose sur une mesure de CO_2 après oxydation complète. C'est une méthode directe pour mesurer la teneur en matières organiques d'une eau. Il consiste à brûler l'échantillon d'eau à 950 °C sous l'action de l'oxydation gazeuse et de mesurer le CO_2 dégagé et mesurer le carbone total (organique et minéral). La détermination du COT passera par l'élimination du carbone minéral avant la mesure, ou par sa soustraction du carbone total. (Baliter Khaoula, 2015).

IV.7.4.4. L'oxydabilité au permanganate de potassium ($KMnO_4$)

Cette mesure renseigne sur la concentration en matière organique présente dans l'eau. On groupe dans cette expression toutes des substances capables d'être oxydées, par le On groupe dans cette expression toutes des substances capables d'être oxydées, par le température, le milieu réactionnel et le protocole. Le ($KMnO_4$) n'attaque pas toutes les molécules organiques mais il est très utilisé pour suivre l'évolution de la matière organique dans les stations de traitement. (Baliter Khaoula, 2015).

IV.7.4.5. Matière organique (MO)

Sous forme dissoute (carbohydrates, acide humiques), composée d'origine artificielle comme les hydrocarbures, les solvants chlorés, ou les pesticides) ou en suspension (déchets végétaux, plancton...etc.) elles proviennent de la dégradation de la matière organique présente dans le milieu ou dans les sols lessivés par les pluies (décomposition des plantes et des animaux) mais aussi de composés issus de l'activité humain (Baliter Khaoula, 2015).

IV.8. Prélèvement d'échantillons

IV .8.1. Matériels d'échantillonnage utilisés

- La bouteille fumée
- Des gants
- Can de bâche
- Des tickets et un stylo et un marqueur
- Les bavettes
- Glacière

IV.8.2. Les étapes de prélèvement

Dans notre travail, nous avons suivi des étapes sur lesquelles le prélèvement a été effectué sur le long d'oued Guebli.

CHAPITRE IV : POLLUTION, HYDROCHIMIE, RESULTATS ET DISCUSSION

✓ **Étape 1:** Choix de point de prélèvement

Avant de faire notre prélèvement nous devons d'abord choisir les 3 points qui doivent être espacés et recouvrir l'essentiel de l'oued.

✓ **Étape 2:** La prise d'échantillon

Pour l'échantillonnage :

- Nous avons d'abord rempli et rincé la bouteille avant de procéder au

Véritable échantillonnage.

- Ensuite, Remplir la bouteille à ras bord afin d'éviter la présence d'air.
- Fermer la bouteille avec le bouchon.
- Mettre des tickets qui prennent le numéro de la bouteille, la date et heure de prélèvement

✓ **Étape 3:** La conservation de l'échantillon

les échantillons ont été conservés au glacière jusqu'au moment de son envoi au laboratoire.



Figure IV.1. Compagne de prélèvement avril-mai 2023 "oued Guebli " Tamalous



Figure IV.2. Les échantillons prise en prélèvement

IV.9. Les analyses physico-chimiques et bactériologiques

IV.9.1. Le but général de la manipulation

Faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau d'oued Guebli.

IV.9.2. Le principe de La manipulation

- La détermination de PH.
- La détermination de Température.
- La détermination de TDS
- La détermination de Conductivité
- La détermination de Turbidité.
- La détermination de Salinité.
- La détermination de Dureté
- La détermination de TA, TAC
- La détermination de la demande chimique en oxygène (DBO₅, DCO)
- La détermination de chlore, Nitrite, Phosphate, Sulfate, Ammonium, MES

IV.9.3. Méthodes d'analyses

IV.9.3.1. Détermination de PH

Le pH est l'une des mesures que l'on doit effectuer le plus fréquemment, il est relié à la teneur en ions H^+ et aussi à l'acidité et l'alcalinité de l'échantillon. Le pH-mètre est l'appareil plus utilisé pour la mesure du pH.

✓ Principe

Le principe repose sur le potentiel chimique existant entre une électrode plonge dans une Solution, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H⁺.

✓ Appareillage : PH-mètre



Figure IV.3. pH-mètre

✓ Mode opératoire

Après le rinçage de l'électrode à l'eau distillée .On plonge la sonde de pH dans 100 ml d'échantillon à analyser, on attend jusqu'à stabilité de la valeur du pH et on lit la valeur affichée.

IV.9.3.2. La Détermination de la Température

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°C, car on admet que l'eau doit être rafraichissante. Dans les eaux naturelles et au-dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de microorganismes d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'un changement de couleur et augmentation de la turbidité.

✓ Appareillage : Thermomètre



Figure IV.4. Thermomètre

✓ Principe

La température est mesurée par un thermomètre sur site et les valeurs obtenues sont estimées en °C.

✓ Mode Opérateur

Le thermomètre est rincé puis plongé dans l'échantillon, et on laisse l'appareil se stabiliser, puis la valeur de la température est notée.

✓ Calcul et expression des résultats

- La température égale à la valeur affichée sur le pH-mètre.
- La température est donnée directement en °C

IV.9.3.3 La conductivité électrique

✓ Principe

La conductivité électrique offerte d'une eau au passage du courant électrique est fonction directe de la concentration ionique de la solution. Sa détermination donne donc une mesure indirecte des substances dissoutes.

✓ Appareillage : conductivimètre



Figure IV.5: conductivimètre

✓ Mode opératoire

On lave soigneusement les électrodes à l'eau distillée, et on les plonge dans l'échantillon, agitée. Ensuite, on lit la température de l'échantillon et on la fixe sur le compensateur du conductimètre. Enfin, on lit la conductivité sur l'échelle, le résultat est exprimé en $\mu\text{s}/\text{cm}$ et ms/cm .

IV.9.3.4. La détermination de TDS

Le TDS (Total dissolve solids) est la quantité totale de solides dissous dans l'eau

✓ Appareillage: PH-mètre

✓ Mode opératoire

Après le rinçage de l'électrode à l'eau distillée On plonge la sonde dans 100 ml d'échantillon à analyser, on attend jusqu'à stabilité de la valeur du TDS et on lit la valeur affichée.

✓ Calcul et expression des résultats

TDS valeur affichée sur égale sur le pH-mètre.

La valeur de TDS est donnée directement en ppm (mg/l).

IV.9.3.5 La Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées (argile, limon, matière organique) elle donne une première indication sur la teneur en matière colloïdale d'origine minérale ou organique.

✓ Principe

Appréciation des matières en suspension, présentes (argile, limons, sable) colloïdales et matières dissoutes.

✓ Appareillage : Turbidimètre

✓ Le mode opératoire

Laisser descendre le disque et mesurer la profondeur à partir de laquelle il cesse d'être visible.

✓ Calcul et expression des résultats

On lit le premier résultat qui s'affiche sur le tableau, la valeur est donnée en NTU.

IV.9.3.6 La détermination de salinité

C'est la masse de sels (composés ionique) dissous dans l'eau.

✓ Principe

Désigne de la quantité des sels dissous

✓ Appareillage : Salinomètres.

✓ Mode opératoire

On plonge la sonde dans l'échantillon à analyser jusqu'à la stabilité de la valeur affichée et on aura donc sa salinité.

IV.9.3.7 La détermination de dureté

Le titre hydrotimétrique (T.H. ou G.H. en allemand pour (**Gesamt Härte**), ou dureté de l'eau, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium.

✓ Principe

C'est un titrage direct avec le sel di sodique de l'acide éthylène diaminétracétique ou EDTA qui forme avec les cations Ca^{2+} et Mg^{2+} des complexes ou chélates stables dans lesquels les cations sont dissimulés à leur réactif habituel. En présence de l'indicateur ériochrome ; noir T ; ces complexes se colorent en rouge cerise et vire au bleu quand la quantité d'EDTA a suffisamment complexés tous les Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans la solution.

✓ Mode opératoire

Dans un erlenmeyer de 300 ml verser 100ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de solution tampon et trois goutte de solution Noir ériochrome T (en présence de dureté la solution se colore en rouge cerise), en maintenant une agitation, verser L'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte jusqu'au virage bleu de l'indicateur. La solution doit être tamponnée à pH=10.

✓ Calcul et expression des résultats

$$TH = V_{EDTA} \cdot 2.10$$

IV.9.3.8 La détermination de TA, TAC

Le titre alcalimétrique TA permet de connaître les teneurs de l'eau en carbonates et bases fortes présent dans l'eau.

Le titre alcalimétrique complet TAC est la grandeur

Le titre alcalimétrique complet TAC est la grandeur utilisée pour mesure le taux d'Hydroxydes, de carbonate et de bicarbonates d'une eau.

✓ Principe

C'est déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

✓ Mode opératoire

Dans un bécher de 250ml verser 100ml d'eau à analyser, ajouter deux gouttes de phénophtaléine, une coloration rose se développe. Dans le cas contraire (pas de coloration) TA=0 ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3 verser ensuite doucement l'acide à l'aide d'une burette, en agitant constamment et ceci

jusqu'à la décoloration complète de la solution. Pour déterminer TAC, à la même solution précédente ajouter 2 à 3 gouttes d'indicateur méthylorange (couleur orange) et Titrer avec l'acide

Sulfurique H_2SO_4 jusqu'au changement de couleur puis noter le volume (V_b) ml.

✓ Expression des résultats

- Si on n'a pas de coloration $TA=0$
- Si non $V \cdot 10$ exprime le titre alcalimétrique avec V le volume en ml de la solution de H_2SO_4 utilisée pour le titrage.

$$TA(\text{pm}) = V_A \cdot 10$$

$$TAC \text{ en ppm de } CaCO_3 = V \times 10 \text{ avec } V = V_a + V$$

IV.9.3.9 La détermination de la demande chimique en oxygène (DBO_5)

✓ Principe

Le principe de mesure de la demande biochimique en oxygène consiste à déterminer la quantité d'oxygène au bout de cinq jours d'incubation, dans les conditions d'essai, à $20^\circ C$ dans une solution diluée de l'échantillon.

Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradable d'une eau (toute matière organique biodégradable polluante va entraîner une consommation d' O_2) au cours des procédés d'autoépuration, Elle est exprimé en mgO_2/L .

✓ Appareillage : l'incubateur



Figure IV.6 l'incubateur

✓ Mode opératoire

- Mesure un volume de l'échantillon et ajouter de l'eau distillée saturée en Oxygène.

$$(MES5mg/l) = (p1 - p0) * 1000 / ve$$

- Placer le contenu dans le flacon, mettre 2 pastilles de Na OH dans le flacon, puis Remettre le bouchon.
- Presser sur les touches M et S jusqu'à affichage du double zéro (M et S sont des Mémoires qui enregistrent respectivement la *DBO5* et la *DBO* journalière)
- Introduction le flacon dans l'incubateur, a une de 20°C. et après 5 jours faire la Lecture en appuyant sur les touches M et S.

IV.9.3.10 La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est représentative de la majeure partie des composés organiques contenus dans les eaux naturelles (biodégradables et non biodégradables) ainsi que des sels minéraux oxydables. La DCO correspond à la consommation globale à chaud de l'oxygène du dichromate de potassium.

✓ Principe

Cette méthode réalise la détermination la concentration de matières organiques dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale.

✓ Appareillages :

- Spectrophotomètre.

- Réacteur Adaptation de tube DCO sur Spectrophotomètre jaugée 2,00 ml
Poire à pipete



Figure IV.7. Spectrophotomètre

✓ Mode opératoire

On Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO après on Placer le tube bouché dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 150 °C.

✓ Calcul et expression des résultats

On Lire la DCO directement avec un colorimètre ou Spectrophotomètre.

IV.9.3.11. Dosage des nitrites

Rencontrés à très faible dose dans l'eau, ils résultent d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque ou d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Leur présence dans l'eau est un indice de pollution.

✓ Principe

Dans le cycle de l'azote, les ions nitrites sont des intermédiaires entre l'azote ammoniacal et l'ion nitrate.

✓ Appareillage : Spectrophotomètre.



Figure IV.8 Spectrophotomètre

✓ Mode opératoire

Dans un Bécher introduire 40 ml d'échantillon, Puis Ajouter 1 ml de solution de réactifs coloré et compléter avec l'eau distillé jusqu'à 50ml, après Laisser reposer pendant 20 minutes. En présence des nitrites dans l'échantillon la couleur virent vers le rose sinon la solution reste transparente. En fin à l'aide de spectrophotométrie lire l'absorbons à 540 nm (la blanche eau distillée).

IV.9.3.12 Dosage nitrate

Les nitrates sont la phase finale du processus d'oxydation de toutes les formes d'azotes (azote organique, ammoniacque, nitrite), bien que n'ayant pas d'effets toxiques sur l'organisme ; le fait qu'ils se transforment en nitrites par réduction sous l'action de bactéries dé nitrifiantes, les rend indésirables.

✓ Principe

Cette méthode réalise la détermination de Nitrate par mesure du coefficient d'adsorption d'une couleur Jaune qu'est produite par réaction entre le Nitrate et la brucine en présence d'acide Sulfurique.

IV.9.3.13 La Détermination des phosphates (PO_4^{3-})

✓ Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu

qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

✓ Appareillage



Figure IV.9 : Spectrophotomètre.

✓ Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser. (Pour chaque échantillon).
- Ajouter 1 ml acide ascorbique.
- Puis 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 min le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm

IV.9.3.14 La détermination de Sulfate

Un Sulfate est un sel de l'acide sulfurique H_2SO_4 on appelle ions sulfate l'anion SO_4^{2-} .

✓ Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de $BaCl_2$

✓ Mode opératoire

Dans un Bécher introduire 100 ml d'échantillon, puis ajouter 5 ml de la solution stabilisante et 2 ml de Chlorure de baryum et agiter énergiquement pendant 1 min, après l'aide de spectrophotométrie lire l'absorbance.

IV.9.3.15 La détermination d'Ammonium

L'ion ammonium de formule brute NH_4^+ est un ion polyatomique de charge électrique positive.

✓ Principe

Le réactif réagit avec les ions NH_4^+ en présence de dichlorocyanurate et forme un composé. La concentration en ion est calculée à partir de la mesure de l'absorbance à 655 nm effectuée avec un spectrophotomètre.

✓ Mode opératoire

Dans un Bécher introduire 40 ml d'échantillon, puis ajouter 4ml de solution de réactifs et 4ml dichlorocyanurate et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50ml, après Laisser reposer pendant 1h. En fin à l'aide de spectrophotométrie lire l'absorbance à 655 nm.

IV.9.3.16 La détermination du Potassium (K^+)

✓ Principe

Le potassium est dosé directement dans le vin dilué par photométrie de flamme.

✓ Mode opératoire

• Étalonnage

Dans quatre fioles jaugées de 100 ml, placer 25-50-75-100 ml de la solution de référence et compléter à 100 ml avec la solution de dilution. On obtient ainsi des solutions contenant respectivement 25-50-75-100 mg par litre de potassium.

• Dosage

Effectuer les mesures à 766 nm. Régler le 100 % de transmission avec de l'eau distillée. Aspirer directement dans le brûleur du photomètre, successivement les solutions-étalons, puis le vin dilué au 1/10ème avec de l'eau distillée et relever les pourcentages de transmission. Si cela est nécessaire, diluer à nouveau le vin déjà dilué au 1/10ème, avec la solution de dilution.

IV.9.3.17 La détermination du Sodium (Na^+)

✓ Principe

Photométrie de flamme Le sodium est dosé directement dans le vin dilué au moins 1/10 par photométrie de flamme

✓ Mode opératoire

• Étalonnage

Dans une série de fioles jaugées de 100 ml, placer 5-10-15-20-25 ml de la solution de sodium à 20 mg/l et compléter à 100 ml avec la solution de dilution. On obtient ainsi des solutions contenant respectivement 1-2-3-4-5 mg de sodium par litre.

• Dosage

Effectuer les mesures à 589 nm. Régler le 100 % de transmission avec de l'eau distillée. Aspirer directement dans le brûleur du photomètre, successivement les solutions-étalons, puis le vin dilué au 1/10 avec de l'eau distillée et relever les pourcentages de transmission. Si cela est nécessaire ; diluer le vin déjà dilué au 1/10 avec la solution de dilution.

IV.9.3.18 La matière en suspension (MES)

✓ Principe

Cette méthode se base sur le passage d'un échantillon d'eau de volume V à Travers un filtre en fibre de verre de 0.47 UM. Le poids de matière retenue par le filtre, Noté P, est déterminé par pesée différentielle (avant et après filtration). La concentration des matières en suspension (MES) ne sera donc que le rapport de ce poids sur le volume d'eau analysé.

✓ Appareillage :



Figure IV.10. Deçcecatteur

✓ Mode opératoire

- Laisser l'échantillon jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante et laver le filtre(0,47) avec l'eau distillée. Sécher à 105 °C (étuve) pendant 2 heures et peser le filtre Po(balance à 0,1 mg).
- Filtrer 100 ml d'échantillons Ve (partie lisse vers le bas) et sécher le filtre à 105°C pendant 2 heures.
- Refroidir dans un dessiccateur et peser le filtre P1.

$$MES5mg/l) = (p1 - p0) *1000/ve$$

P0 : la masse du disque filtrant avant utilisation

P1 : la masse du disque filtrant après utilisation (avec les MES)

Ve : le volume d'échantillons versé sur le filtre en ml.

IV.10. Normes de potabilité des éléments majeurs

• La détermination du Calcium (Ca^+)

Le calcium n'a pas d'effet nocif sur la santé de l'individu, car la quantité susceptible d'être ingérée quotidiennement sous forme des besoins est inférieure à celle nécessaire pour l'organisme. En effet l'O.M.S impose 140 mg. l^{-1} comme teneur maximal. Les eaux dépassant les 200 mg. l^{-1} présentent un sérieux problème pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières.

• La détermination du Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est un élément indispensable pour la croissance de l'organisme, au-delà d'une certaine concentration il offre un goût désagréable et provoque des troubles chez les enfants, l'O.M.S donne 50 mg. l^{-1} comme concentration maximale admissible.

• La détermination du Sodium (Na^+)

Le sodium ne présente aucun danger pour la santé, à l'exception de certaines maladies telles que l'hypertension et les maladies du cœur qui nécessitent des teneurs faibles. Les teneurs élevées offrent à l'eau un goût désagréable.

• La détermination du Potassium (K^+)

Présent dans l'eau naturelle, ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg. l^{-1} , donc il n'a pas de problèmes pour la santé.

• La détermination du Chlorures (Cl^-)

Les chlorures donnent un goût désagréable et pose le problème de corrosion et aussi pour les personnes atteintes de maladies cardio-vasculaires ou rénales. La norme donnée par l'O.M.S est de 250 mg. l^{-1} .

• La détermination du Sulfate (SO_4^{-2})

Les sulfates provoquent des troubles intestinaux, l'O.M.S fixe à 250 mg. l^{-1} la teneur maximale admissible.

• **La détermination du Bicarbonates (NaHCO_3)**-La présence des bicarbonates dans l'eau de boisson ne provoque aucun effet nocif sur la santé

-La recommandation pour la quantité de l'eau potable ne comporte pas de norme relative (l'OMS fixe le TAC à 500 mg. l-1).

IV.11. Résultats des analyses physico-chimiques

Dans cette partie nous présentons l'essentiel de notre étude est fondé le suivi de variation et caractérisation des eaux de la surface à long d'Oued Guebli pour l'accomplissement de notre travail d'une façon représentatif.

Au débit on signale que l'Oued Guebli dans sa partie dans la pleine de Tamalous en tournée des plusieurs établissement classée notamment: houillère, briqueterie et station de lavage ainsi les activités agricoles intensive et ponctuelle nous avons choisir cinq points de prélèvement.

IV.11.1 Classification chimique des eaux

Il existe trois types de classification présentant un intérêt pour l'hydrogéologie pour la composition chimique et l'origine de l'eau:

- ✓ Classification de Stable.
- ✓ Classification de Scholler et Berkaloff.
- ✓ Classification de piper.

IV.11.2. Classification de STABLER

Pour cette classification, les concentrations exprimées en (mq /l) sont réduites en quantités en réaction pourcent (r %) par rapport à la concentration totale de la façon suivant (Tableau .9)

$$r \% = r (\text{meq/l}) \cdot 100 / \text{concentration totale (meq/l)}$$

En se basant sur la prédominance de tel anion, on classe de gauche à droite et par ordre décroissant, les r % des anions et les r % des actions.

Tableau IV.9. Classification chimique des eaux selon STABLER.

Echantillons	Formule ionique	Faciès chimique
Points 1	$r \text{HCO}_3^- \geq r \text{Cl}^- \geq r \text{SO}_4^{--} = r(\text{Na}^{++}\text{K}^+) \geq r \text{Ca}^{++} \geq r \text{Mg}^{++}$	Bicarbonaté sodique
Points 2	$r \text{HCO}_3^- \geq r \text{Cl}^- \geq r \text{SO}_4^{--} = r(\text{Na}^{++}\text{K}^+) \geq r \text{Mg}^{++} \geq r \text{Ca}^{++}$	Bicarbonaté sodique
Points 3	$r \text{HCO}_3^- \geq r \text{Cl}^- \geq r \text{SO}_4^{--} = r(\text{Na}^{++}\text{K}^+) \geq r \text{Mg}^{++} \geq r \text{Ca}^{++}$	Bicarbonaté sodique

D'après cette classification, on distingue une seule famille de faciès chimique:

• Faciès bicarbonaté

C'est le faciès prédominant pour la seule période. Il occupe la majeure partie du secteur d'étude et se subdivise en deux sous familles:

- ✓ Sous famille bicarbonate calcique.
- ✓ Sous famille bicarbonate sodique

Les résultats des analyses des eaux de la région d'étude montrent que un seul faciès chimique est dominant dans toute la région, bicarbonaté sodique.

IV.11.3. Variation du Ph

Les résultats des analyses du pH sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous :

Tableau IV.10. Les valeurs de pH dans les eaux d'oued Guebli
(tronçon Tamalous)

Les points de prélèvement	Ph	La norme algérienne
1	8.13	$6.5 \geq \text{pH} \leq 8.5$
2	7.71	
3	7.11	

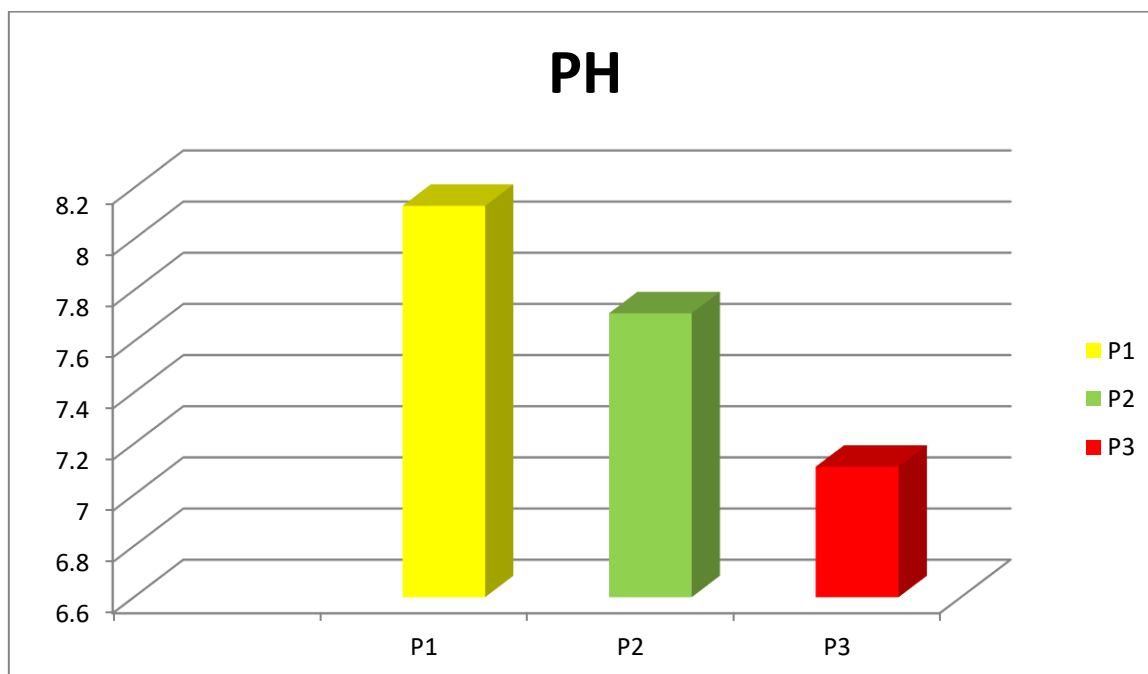


Figure. IV.11. Les valeurs de pH obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous)

• **Interprétation des résultats du pH**

D'après les résultats obtenus, on remarque que les valeurs du PH au niveau des trois points durant la période de prélèvement neutre, entre 7.11à 8.13 notre étude montrée aussi que les valeurs sont trouvées dans l'intervalle des normes algérienne (6à 8.5) est ce qu'indique que les eaux superfielles d'oued Guebli sont légèrement alcalines.

La pluie fait baisser du PH.

IV.11.4.Variation de la température

Les mesures de la température de l'eau sur le lieu de prélèvement de l'échantillon sont une partie intégrante du traitement des eaux Les résultats de la variation de la température sont présentés sur la figure et le tableau ci-dessous :

Tableau IV.11.Les valeurs de la température des eaux d'oued Guebli

Les point de prélèvement	La température	Les normes algériennes
1	15 C°	25C°
2	16 C°	
3	14C°	

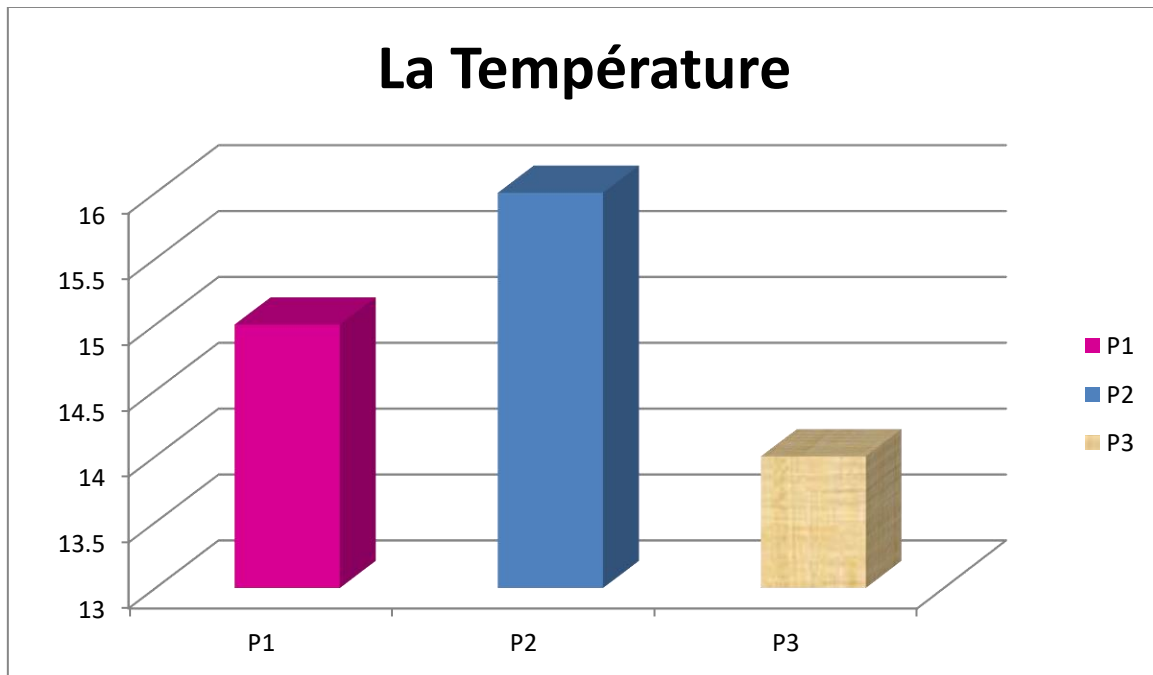


Figure. IV.12. Les valeurs de la température obtenues au niveau des trois points du prélèvement d'oued Guebli (tronçon Tamalous).

• Interprétation des résultats de la température

D'après la figure (IV.12) nous remarquons que les valeurs de la température durant la période d'étude est entre 16-14°C. Ces valeurs pas compatibles avec les normes algériennes (≤ 25 °C) dans les trois points.

Les résultats de la température dans les trois points peut être expliqué par :

- La situation géographique.
- L'exposition au soleil.
- La profondeur du niveau de l'eau dans chaque point

IV.11.5.La Variation de TDS

Les résultats de variation du Total de Solides Dissous (TDS) sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous :

TableauIV.10. Les valeurs de TDS obtenues au niveau des cinq points du prélèvement.

Les points de prélèvement	TDS (mg/l)
1	660
2	560
3	550

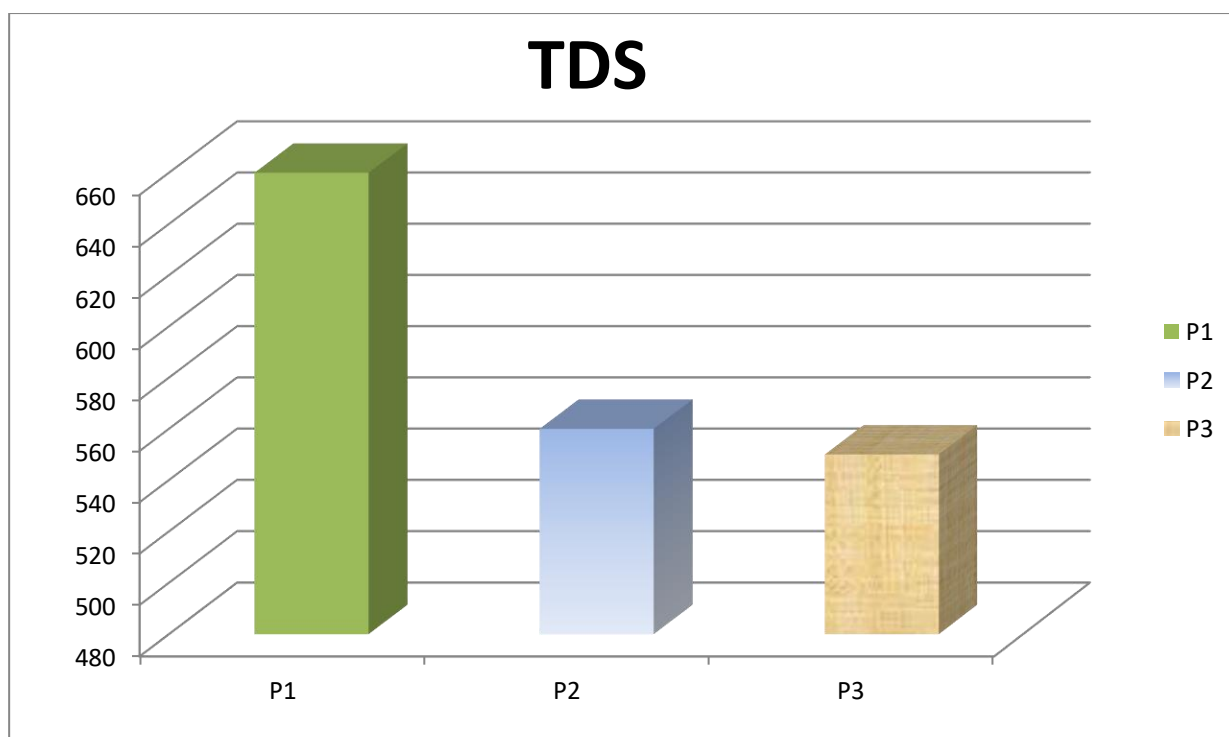


Figure IV.13. Les valeurs de TDS obtenues dans les eaux d'oued Guebli (tronçon Tamalous).

- **Interprétation des résultats de TDS**

Les résultats obtenus après l'analyse d'Oued Guebli montrent que les valeurs de TDS varient entre une valeur maximale 660 mg/l et une valeur minimale 550 mg/l avec une valeur moyenne de 560 mg/l.

Le TDS il ne peut pas être considéré comme un polluant car il n'a pas d'impact significatif sur la santé par rapport d'autre substance, mais ces valeurs de TDS montrent qu'on est dans le cas d'eau très dure.

IV.11.6. Variation de la conductivité

La mesure de la conductivité électrique nous a permis d'apprécier le taux de minéralisation des eaux d'oued Guebli.

Les résultats sont présentés sur la figure et le tableau ci-dessous :

Tableau IV.11. Les valeurs de la conductivité obtenues au niveau des cinq points du prélèvement

Les points de prélèvement	Conductivité	Les normes algériennes
1	1741 μ s /cm	2800 μs /cm
2	1437 μ s /cm	
3	1307 μ s /cm	

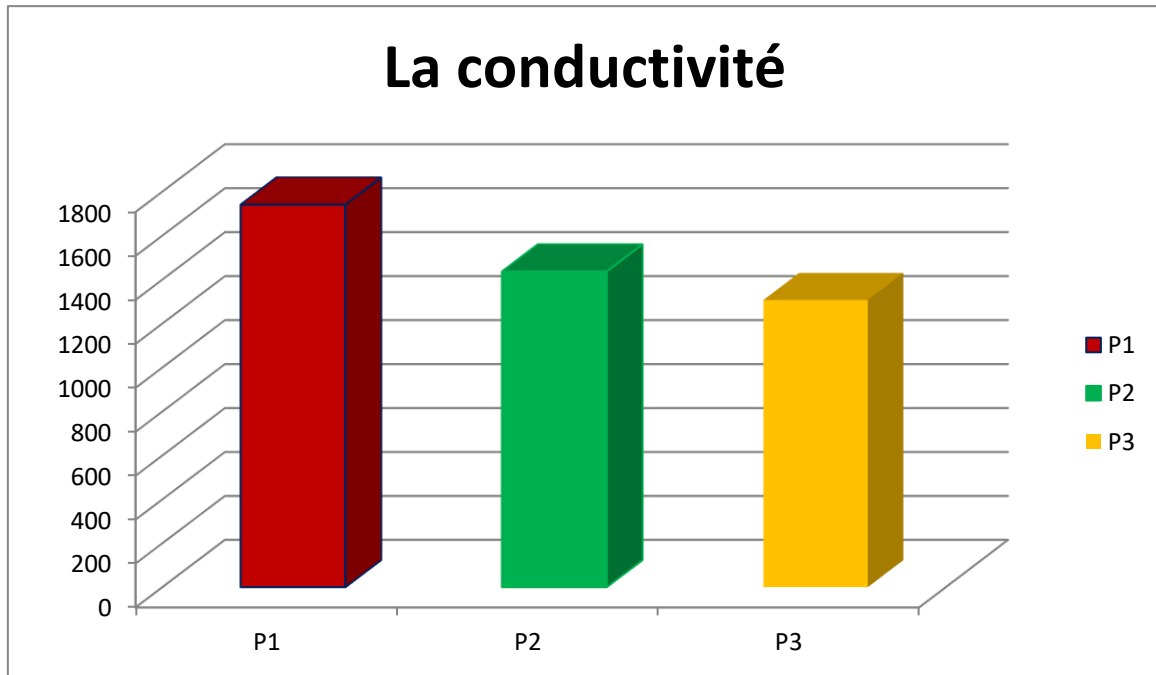


Figure IV.14: Variation de la conductivité dans l'eau d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

- **Interprétation des résultats de la conductivité**

Les valeurs de conductivité observées dans les eaux d'oued Guebli sont conformes aux normes algériennes qui sont fixées à 2800 µs/cm. Les valeurs sont situées entre une valeur minimale de 1307 µs/cm et une valeur maximale de l'ordre de 1741 µs/cm.

Ces eaux d'oued Guebli marquent une conductivité assez importante, ce qui est expliqué par une minéralisation élevée.

Ces résultats peuvent être expliqués par la relation de corrélation directe entre la conductivité et la teneur en solide dissous.

La pluie fait baisser la conductivité des cours d'eau.

IV.11.7. Variation de la turbidité

Les résultats de variation de la turbidité sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.12 Les valeurs de TDS obtenues dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

Les points de prélèvement	Turbidité (NTU)	Les normes algériennes
1	20.1	5 NTU
2	18.7	
3	9.6	

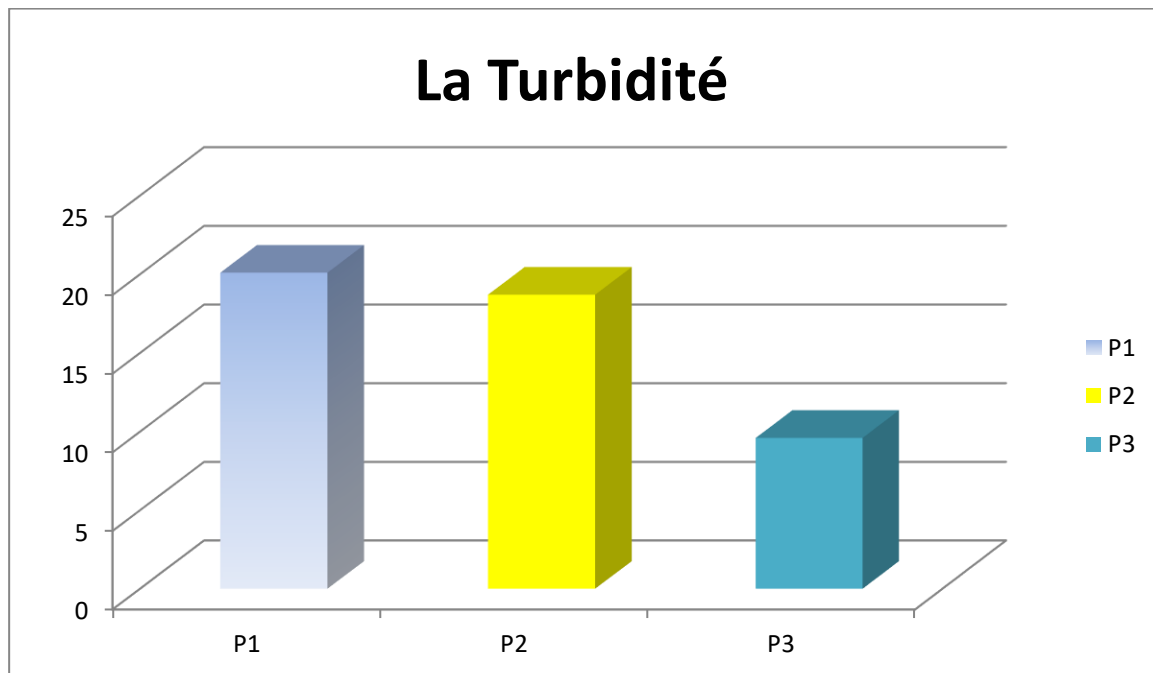


Figure IV.15: Variation de la turbidité dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

• Interprétation des résultats de la turbidité

Les valeurs de turbidité mesurées dans les différents points d'oued Guebli montrent que les valeurs sont entre une valeur maximale 20.1 NTU et une valeur minimale 9.6 NTU.

On remarque que nos résultats dépassent les normes algériennes donc ces eaux peuvent être considérées comme des eaux légèrement troubles sauf la 1ère point qui est élevée par rapport aux autres et on peut expliquer ça par :

- ✓ Probabilité d'existence des Fosse.
- ✓ Le point est à un niveau bas par rapport aux autres points.

IV.11.8. Variation de la salinité

Les résultats de variation de la salinité de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.13 : Les valeurs de salinité dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

Les points de prélèvement	Salinité %
1	0.73
2	0.71
3	0.69

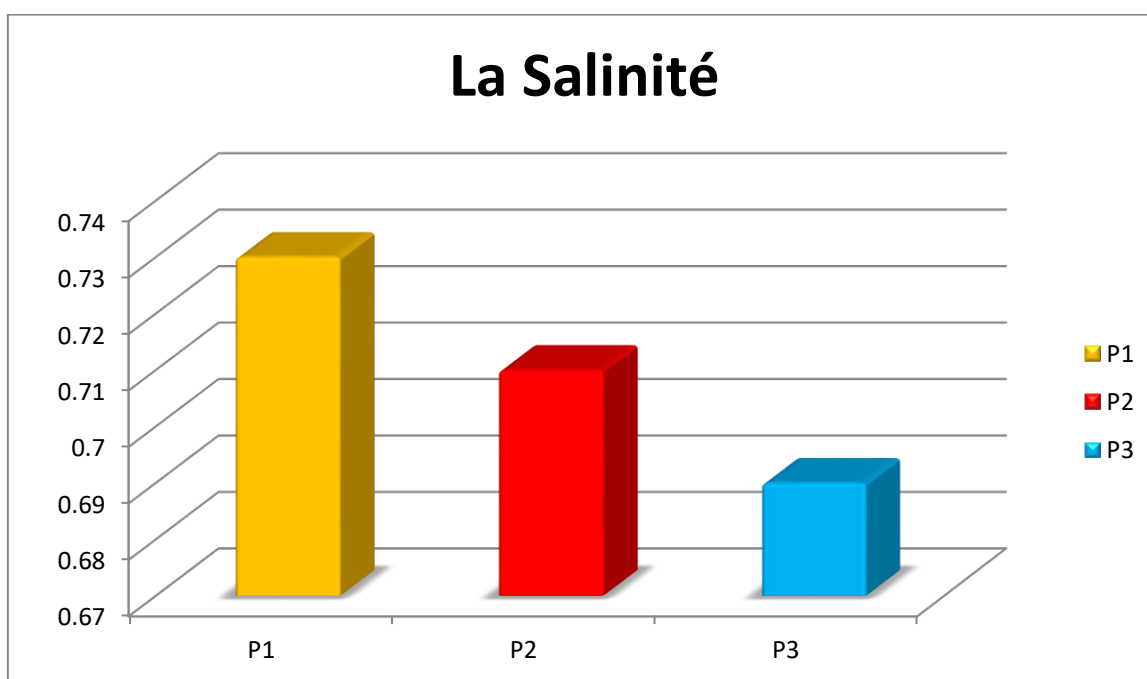


Figure IV.16: Variation de la salinité dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

• Interprétation des résultats de la salinité

Les valeurs de la salinité mesurées dans les différents points d'oued Guebli montrent que les pourcentages sont variables en différents points, le pourcentage le plus élevé étant estimé à 0.73% .il est représenté par le point 1, tandis que le pourcentage le plus bas est représenté par le point3, estimé à 0.69 % Les résultats de la salinité d'oued Guebli plaine de Tamalous sont conformes aux les normes algériennes qui sont de l'ordre de 0.8%.

IV.11.9. Variation de la dureté totale

La dureté totale est titre hydrotimétrique, il permet de déterminer la concentration des ions de calcium et de magnésium présent dans l'eau d'analyse de la dureté.

Les résultats de variation de la dureté totale de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.14 : Les valeurs de la dureté dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

Les points de prélèvement	TH (mg/l)	Les normes algériennes
1	300	500(mg /l)
2	210	
3	186	

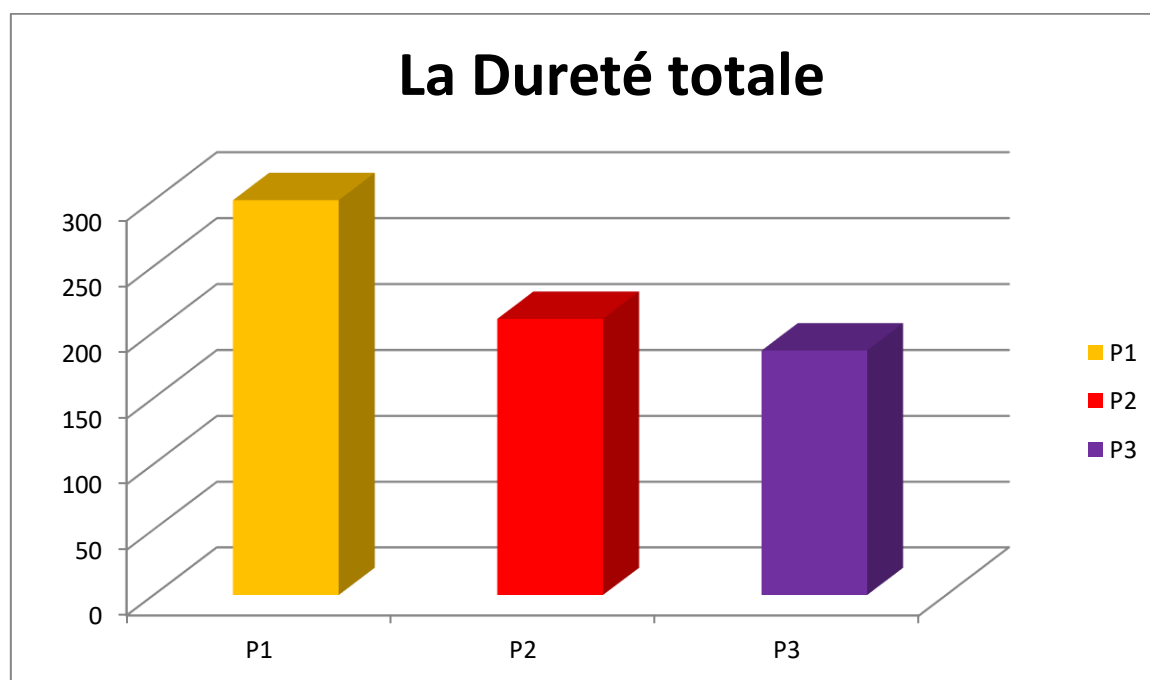


Figure IV.17: Variation de la dureté dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

- **Interprétation des résultats de la dureté totale**

Les résultats des duretés totale de l'eau dans les différents points montrent que les valeurs sont entre une valeur maximale 300 mg/l enregistrée au niveau de 1^{ème} point et une valeur minimale 186 mg/l enregistré au niveau de 3^{ème} point.

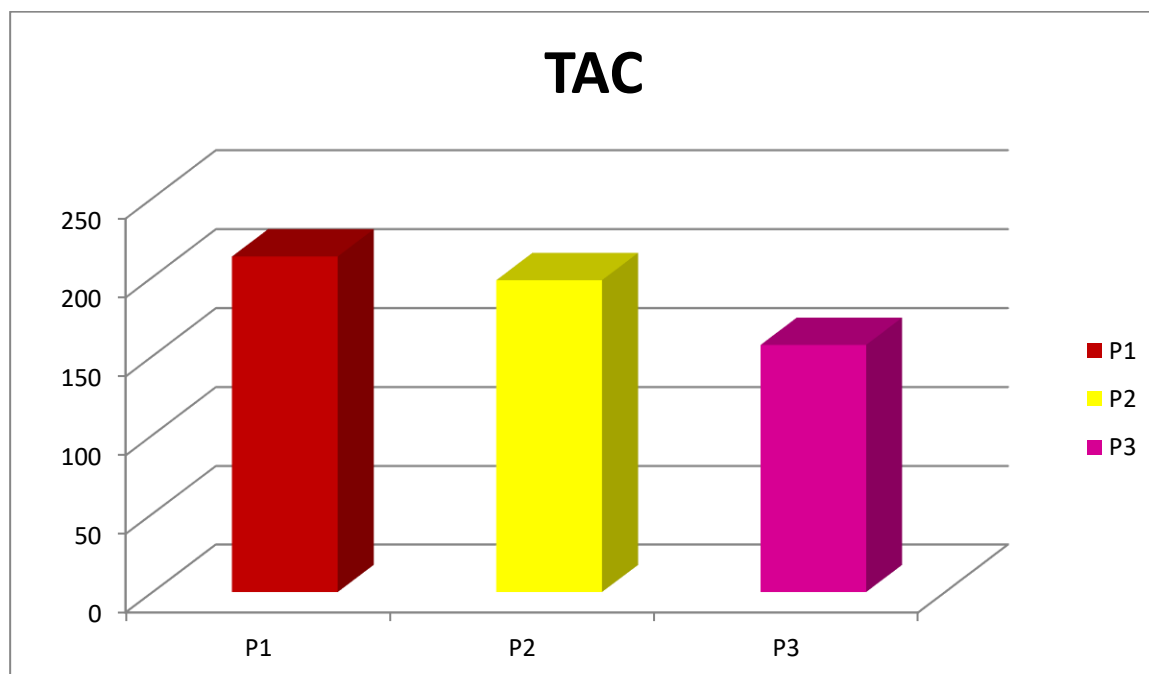
IV.11.10. Détermination d'alcalinité (TA et TAC)

La méthode est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré. Cette méthode sert à déterminer les volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser au niveau du pH=8,3 et 4,5 le volume d'eau à analyser. Le TA permet de déterminer en bloc le dosage d'hydroxydes et seulement la moitié des carbonates, le TAC permet la détermination de la teneur en bicarbonates.

Les résultats de variation de l'alcalinité de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.15 Les valeurs de l'alcalinité dans les eaux d'oued Guebli

Les points de prélèvement	TA	TAC
1	0	213
2	0	198
3	0	157



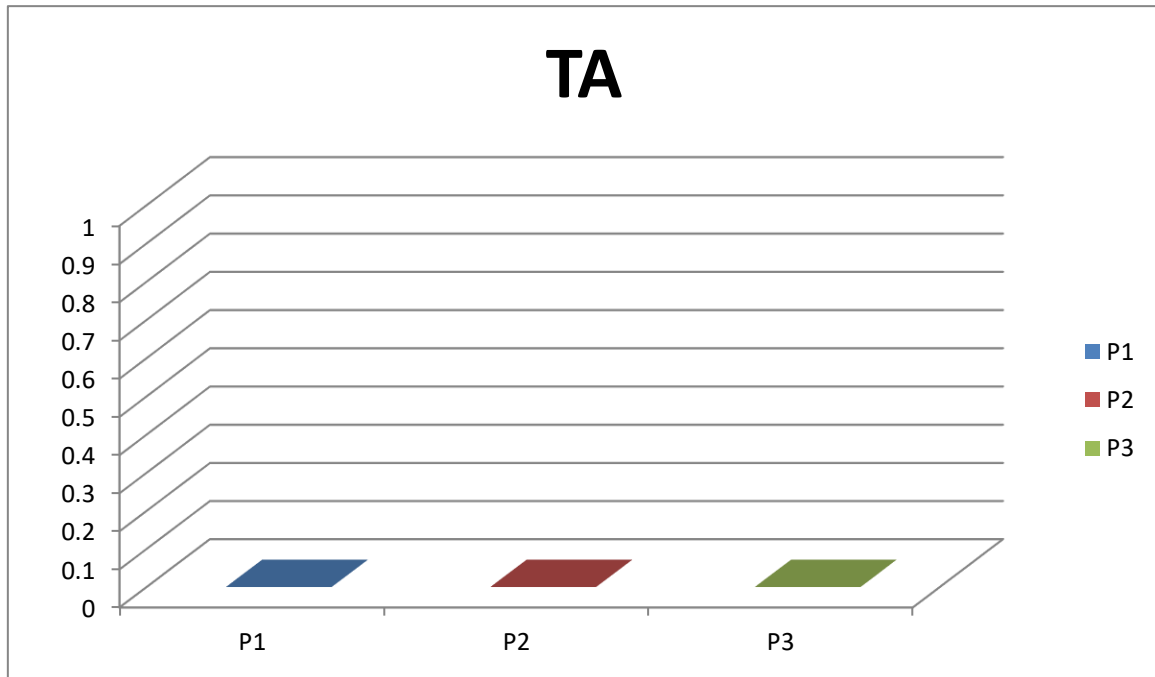


Figure IV.18. Variation de l'alcalinité dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

- **Interprétation des résultats de l'alcalinité**

D'après notre étude on remarque que tous les résultats de TA sont égaux et nulles donc on peut expliquer ça par la relation entre TA et le pH qui dit si le pH ne dépasse pas la valeur 8.3 le TA toujours nulle.

Par contre les résultats d'analyse montrent que les valeurs de TAC sont variées entre Une valeur maximale **213** mg/l enregistrée au niveau de 1er point et valeur minimale 157 mg /l enregistrée au niveau de 3ème point. Donc c'est résultats peuvent être expliqué par la présence d'hydroxydes et de bicarbonates dans l'eau au niveau d'oued Guebli plaine de Tamalous.

Les valeurs enregistrées sont conformes avec les normes algériennes.

IV.11.11 Variation de phosphate (P₂O₄)

Les résultats de variation de phosphate de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.16: Les valeurs de phosphate dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

Les points de prélèvement	Phosphate (mg/l)	Les normes algériennes
1	05	5 mg/l
2	3.5	
3	2.6	

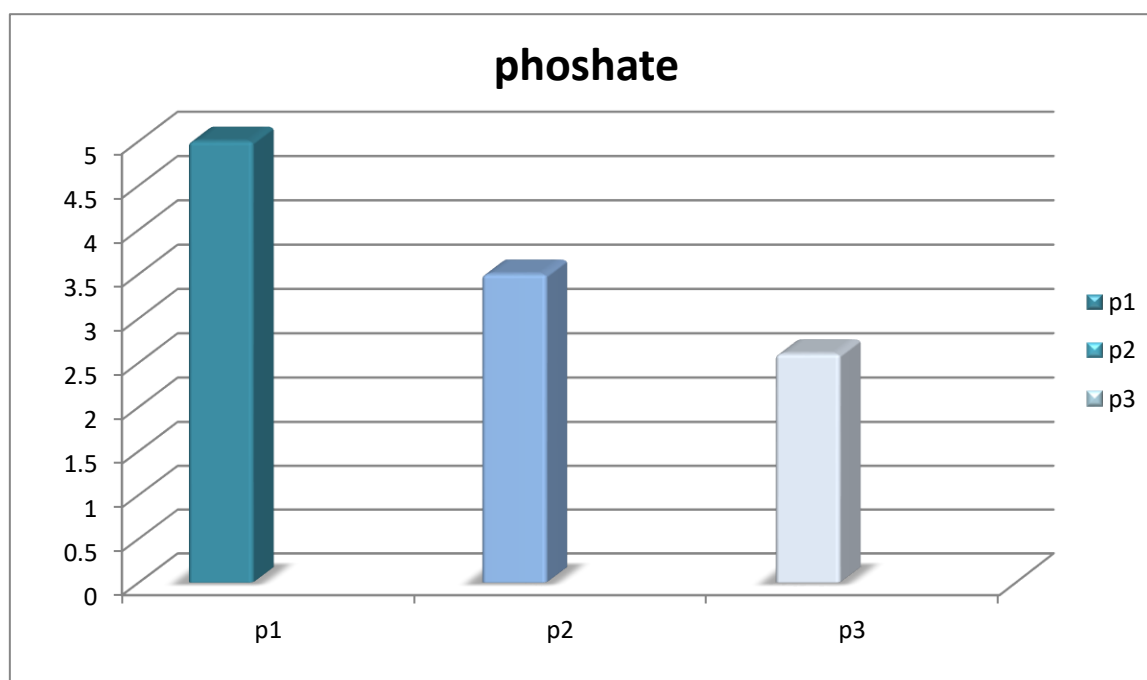


Figure .IV.19 Variation de phosphate dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

• Interprétation des résultats de phosphate

L'analyse de teneur de phosphate montre que les résultats sont variés entre valeur maximal 5 mg/l enregistré au niveau du 1^{er} point et une valeur minimale 2.6 mg/l enregistré au Niveau du 3^{eme} point.

On a expliqué les valeurs les plus élevées enregistrées au niveau du 1^{er} point par les travaux humaine et les déchets de la briqueterie accoté de lieu de 1^{er} point.

Ces résultats sont notamment inférieurs à la recommandation des les normes Algérienne (5 mg/l).

IV.11.12. Variation de sulfates (SO₄²⁻)

Les résultats de variation de sulfates de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la Figure ci-dessous:

Tableau. IV.17: Les valeurs de sulfate dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

Les points de prélèvement	Sulfate (mg/l)	Les normes algériennes
1	200.2	400 mg/l
2	180.12	
3	132	

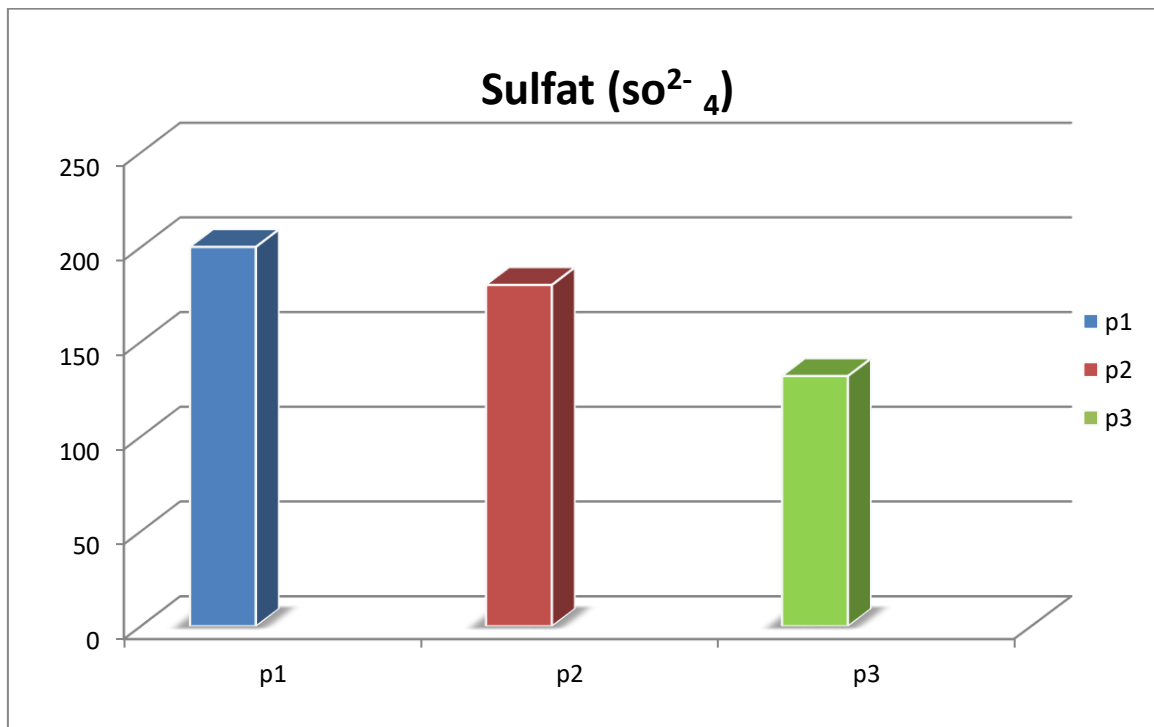


Figure IV.20 Variation de sulfate dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

• **Interprétation des résultats de sulfate**

L'analyse de teneur de sulfate montre que les résultats sont variés entre une valeur maximal 200,2 mg/l enregistré au niveau du 1er point et une valeur minimale 132, mg/l enregistré au niveau du 3ème point.

Ces résultats sont notamment inférieurs à la recommandation des les normes Algérienne (400mg/l)

IV.11.13. Variation de nitrite

Les résultats de variation de nitrite de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.18: Les valeurs de nitrite dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

Les points de prélèvement	Nitrite (mg/l)	Les normes algériennes
1	0.3	0.2 mg/l
2	0.2	
3	0.08	

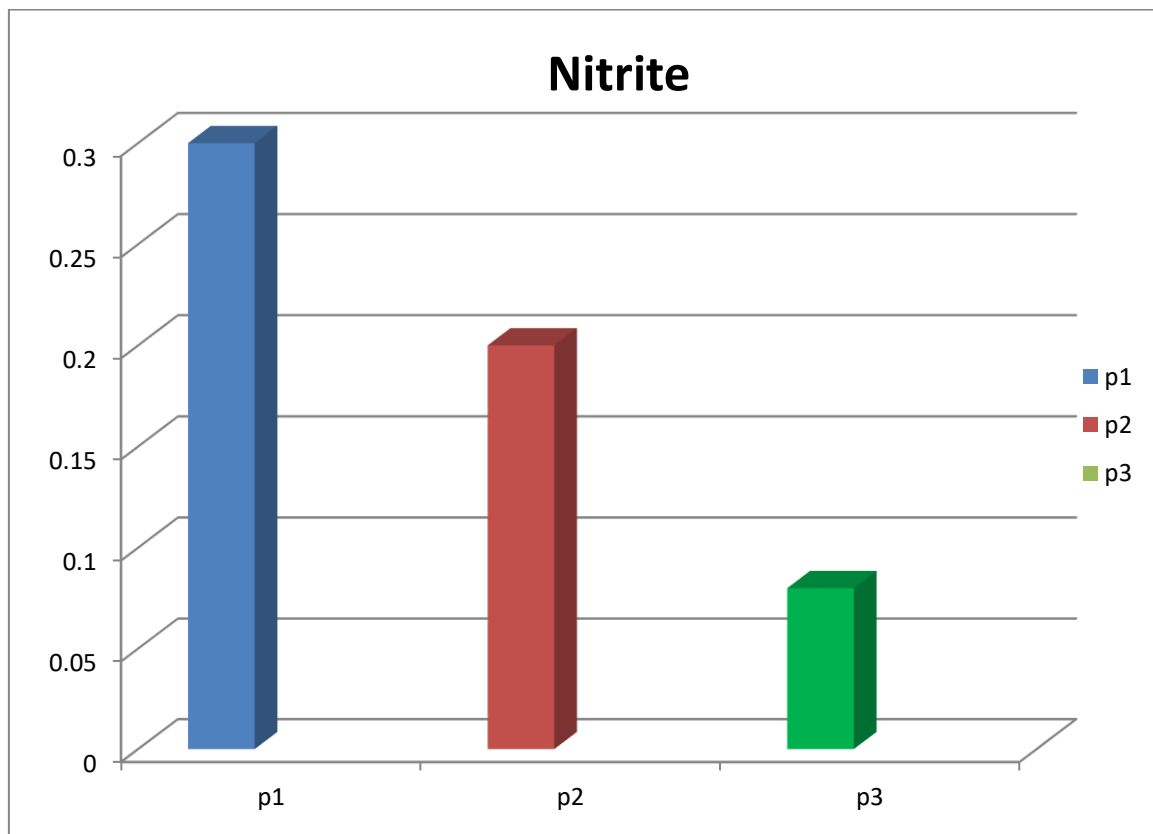


Figure IV.21: Variation de nitrite dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

• Interprétation des résultats de nitrite

Les résultats obtenus d'après les analyses montrent que les valeurs de nitrite varient entre une valeur maximale 0.3 mg/l enregistré au niveau du point 1 et une valeur minimale 0.08 mg/l au niveau du point 3.

On peut expliquer les résultats par :

Une maximum valeur de nitrite au niveau 1ere et 2ème point, on peut expliquer ça par le lessivage agricole des terres accoté du 1ème point et l'activité humaine accoté du 2eme point.

Les résultats de notre étude montrent que les teneurs d'ions de nitrite ne sont pas compatibles avec les normes Algérienne (0.2 mg /l), pour le point 1, alors que le reste des point sont très compatibles et comme les nitrites peuvent être des éléments toxiques en peut dire que cette eau est plutôt bonne au niveau d'oued Guebli plaine de Tamalous.

IV.11.14 Variation de l'Ammonium

Les résultats de variation de l'ammonium de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.19: Les valeurs de l'ammonium dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

Les points de prélèvement	Ammonium (mg/l)	Les normes algériennes
1	0.16	0,05 mg/l
2	0.06	
3	0.01	

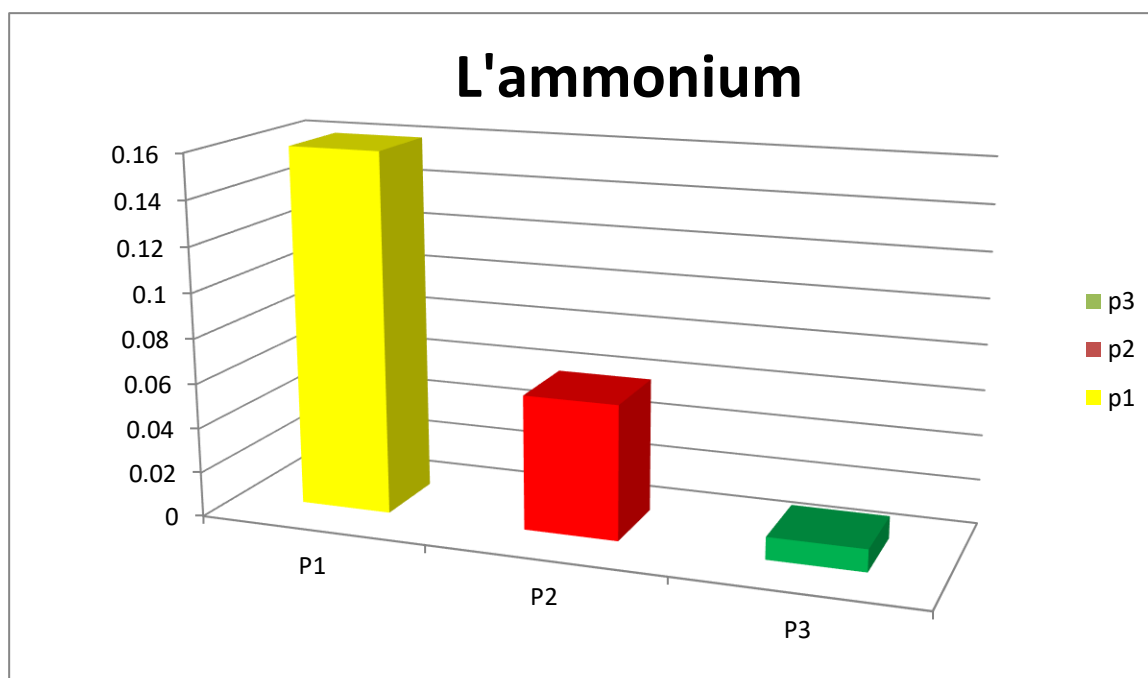


Figure IV.22 Variation de l'ammonium dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

• Interprétation des résultats de l'ammonium

L'ammonium est le principal indicateur chimique de la pollution directe, C'est-à-dire le déséquilibre du millier, et d'après notre étude on remarque que tous les résultats d'ammonium ne sont pas égaux. Aux 1er point (0.16mg/l), on note qu'il n'est pas compatible avec les normes algériennes (0.01mg/l) quant au point 3, il est très compatible, et cela est du aux précipitations récentes.

IV.11.15 Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières organiques existants dans l'eau et oxydables dans les conditions opératoires définies.

Les résultats de La demande chimique en oxygène (DCO) de l'oued Guebli sont représentés Sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.20 Les valeurs de la demande chimique en oxygène (DCO) dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

Les points de prélèvement	DCO (mg/l d'O ₂)
1	61
2	59.09
3	13.6

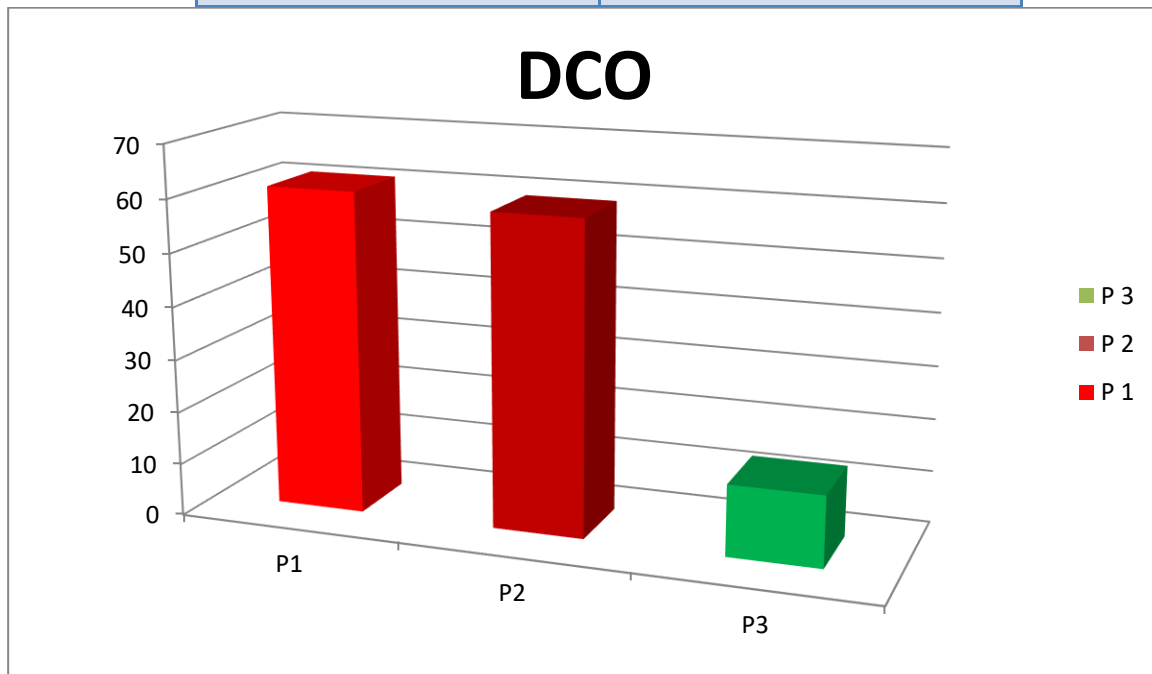


Figure IV.23 Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)

Dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

- **Interprétation des résultats de la demande chimique en oxygène (DCO)**

Les résultats obtenus d'après les analyses montrent que les valeurs de DCO varient entre une valeur maximale 61mg/l d'O₂ enregistrée au niveau du 1^{er} point et une valeur minimale 13.6 mg/l d'O₂ enregistrée au niveau du 3^{ème} point.

Pour nos résultats, les valeurs de DCO observées nous permettent de déduire que la charge de polluante est un peu haut.

IV.11.16. Variation de la demande chimique en oxygène (DBO₅)

Les résultats de La demande chimique en oxygène (DBO₅) de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.21 Les valeurs de la demande chimique en oxygène (DBO₅) dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

Les points de prélèvement	DBO (mg/l d'O ₂)	Les normes algériennes
1	37.9	40 mg/l
2	29.54	
3	5	

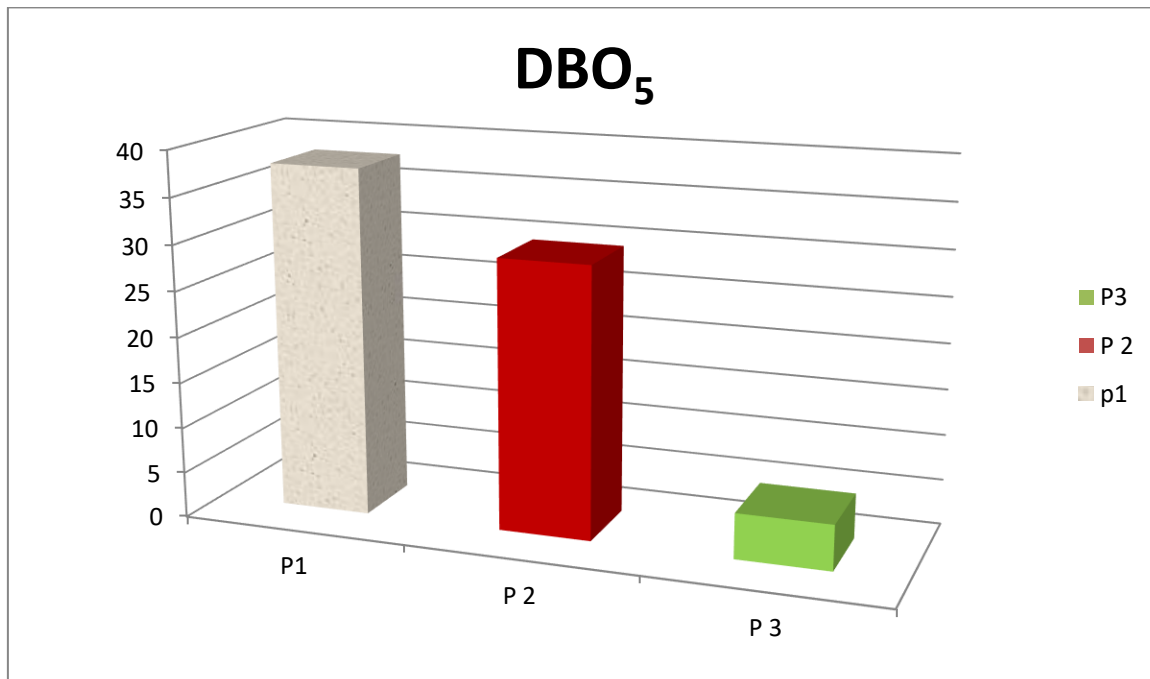


Figure IV.24 Variation de la demande chimique en oxygène (DBO₅)
Dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

- **Interprétation des résultats de la demande biologique en oxygène (DBO₅)**

Les résultats obtenus d'après les analyses montrent que les valeurs de DBO₅ varient entre une valeur maximale 37.9 mg/l d'O₂ enregistrée au niveau du 1^{er} point et une valeur minimale 5mg/l d'O₂ enregistrée au niveau du 3^{ème} point.

Pour nos résultats, les valeurs de DBO₅ observées nous permettent de déduire que la charge de polluante est peu haut par rapport aux les normes algérien (35mg/l).

IV.11.17. Variation de la matière en suspension

Les résultats de La matière en suspension de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.21: Les valeurs de la matière en suspension dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

Les points de prélèvement	La matière en suspension (mg/l)
1	35.55
2	10.01
3	3,25

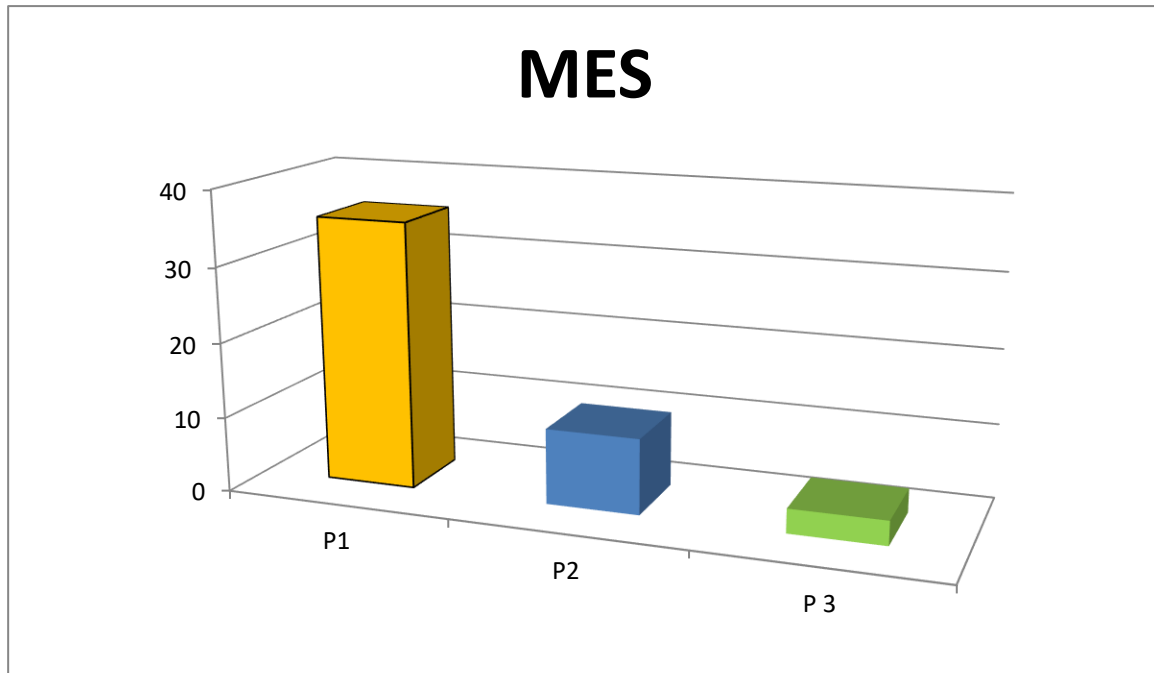


Figure IV.24: Variation de MES dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

- **Interprétation des résultats de la matière en suspension (MES)**

Les résultats obtenus d'après les analyses montrent que les valeurs de la MES varient entre une valeur maximale 35.55 mg/l enregistrée au niveau du 1ère point et une valeur minimale 3,25 mg/l enregistrée au niveau du 3ème point.

Ce changement de résultats se produit à cause des précipitations, dans le 3ème point il y a une précipitation.

IV.11.18. Variation de l'azote totale

Les résultats de l'azote total de l'oued Guebli sont représentés sur le tableau et la figure ci-dessous:

Tableau IV.22 Les valeurs de l'azote totale dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous).

Les points de prélèvement	L'azote total (mg/l)
1	24 ,17
2	20 ,67
3	16.02

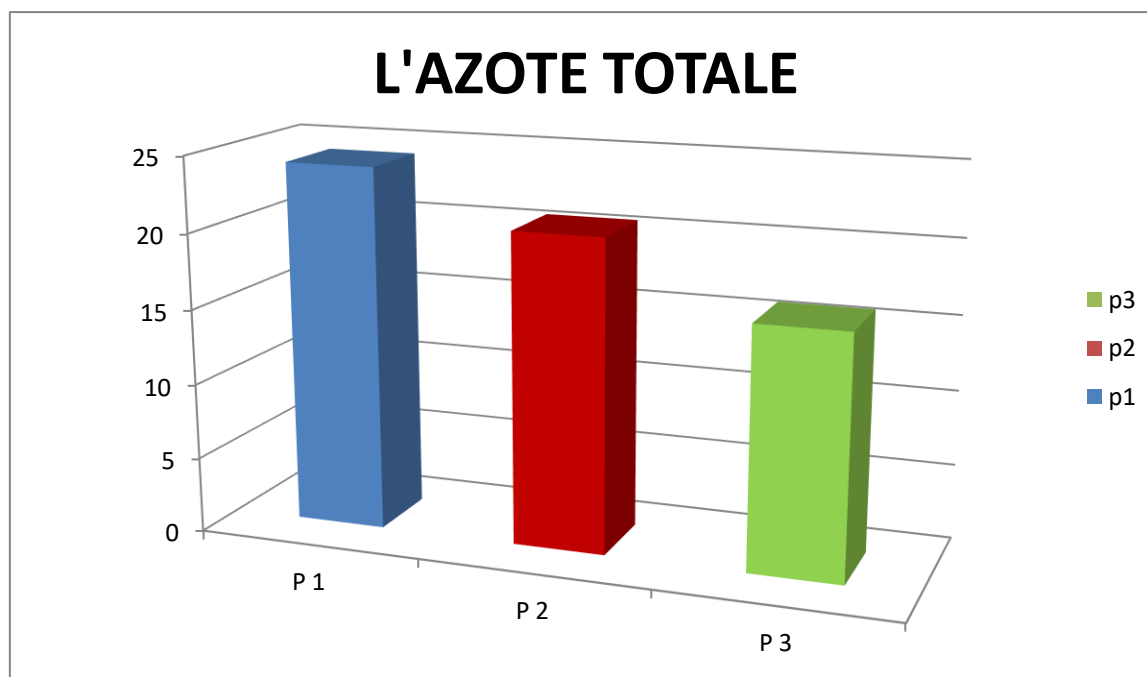


Figure IV.25 Variation de l'azote totale dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

- **Interprétation des résultats de l'azote total**

Les résultats obtenus d'après les analyses montrent que les valeurs de l'azote total varient entre une valeur maximale 24.7 enregistrée au niveau du 1^{er} point et une valeur minimal 19.01 enregistré au niveau du 3^{ème} point.

Ce changement de résultats se produit à cause des précipitations.

IV.11.19. Variation de nitrates (NO₃-)

Les points de prélèvement	nitrates (mg/l)	Les normes algériennes
1	37.7	40 mg/l
2	35.17	
3	10.03	

Tableau IV.23 Les valeurs de nitrate dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

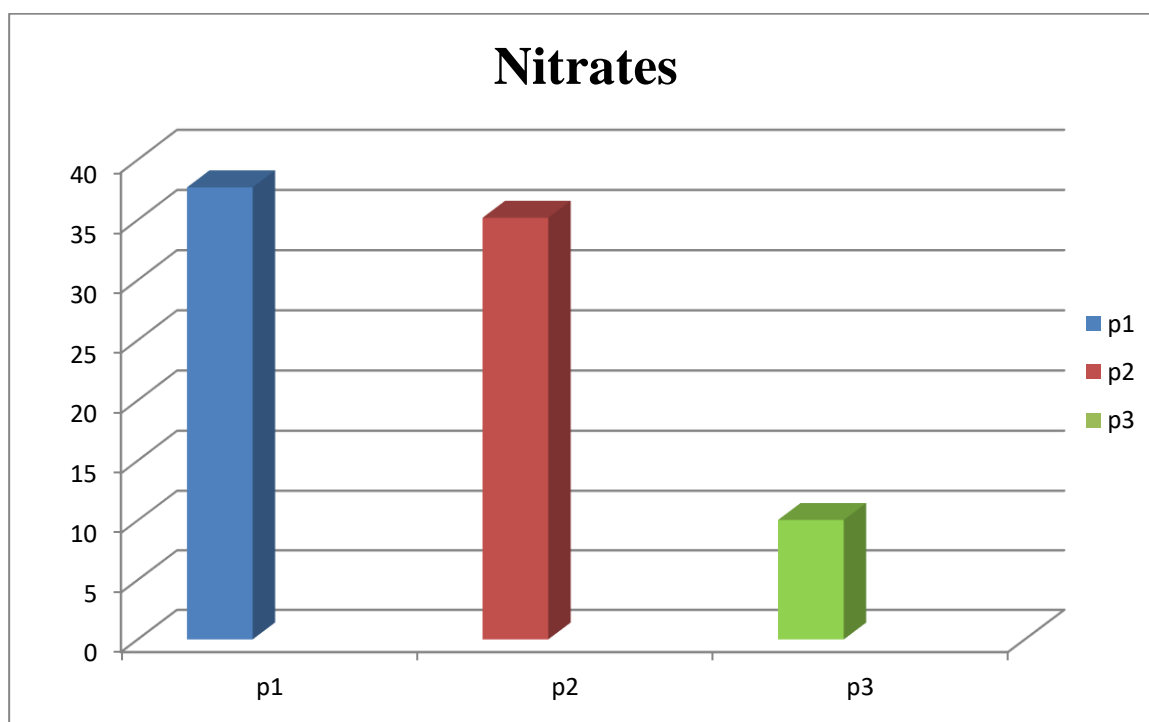


Figure IV.26 Variation de nitrates dans les eaux d'oued Guebli (plaine de Tamalous)

- **Interprétation des résultats de nitrates**

Les valeurs de nitrates sont variables, ce changement de valeurs est du au niveau du premier point à cause de la filtration des terres agricole, et pour la 2eme point nous l'interprétons par la présence d'activité humaine, et nous avons enregistré la valeur la plus faible au 3eme .Elle est estimée à 10,03mg/l .Cela peut s'explique par les précipitations durant cette période, cela fait baisser le taux de pollution. Nous ne concluons que l'eau étudiée au niveau de l'Oued Guebli est à risque d'être polluée.

IV.12. Conclusion

L'objectif principale de ce chapitre est de faire les analyses physico-chimiques des eaux au Niveau d'oued Guebli plaine de Tamalous. Cette étude hydrochimique montre que ces eaux sont généralement non compatibles avec les normes algériennes.



Figure IV.27 Schéma explicatif du processus de traitement de l'eau de oued el Guebli

CONCLUSION GENERALE

L'étude de gestion des ressources en eau nécessite des campagnes des terrains et données sur caractéristiques Hydro-climatologiques qui joue un rôle primordial dans la connaissance des comportements des cours d'eau, les variations des réserves, la compréhension des mécanismes d'alimentation et de la circulation des eaux naturelles. Elle permet également d'identifier les termes du bilan hydrique notamment les précipitations, les températures, l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration. L'objectif de notre travail est de connaître le potentiel hydrique en matière de ressources et de qualité de l'eau dans la région de Tamalous.

L'interprétation des résultats montre que la qualité des eaux superficielle d'Oued Guebli est polluée en absence des installations industrielles. Cette étude hydrochimie montre que ces eaux sont généralement non compatibles avec les normes algériennes.

Le potentiel hydrique de la commune de Tamalous est malheureusement confronté à importants problèmes de gestion et de maintenance des ouvrages hydrauliques mis en place. Ainsi, les milieux sont de plus en plus transformés par l'homme ce qui entraîne de nombreuses incidences sur l'eau, en matière de quantité comme celle en qualité. Pour cela la gestion efficace et équitable de l'eau est l'un des défis les plus importants auxquels le bassin du Guebli doit faire face, surtout avec les enjeux liés aux interconnexions des barrages actuels et futurs et le renforcement des capacités de stockage. Actuellement les populations achètent de l'eau à des transporteurs à des prix élevés et avec une hygiène à risques pathogènes.

Liste des symboles et abréviation

ONA : Office National de l'Assainissement.

Km² : Kilomètre carré

Km : Kilomètre

m : Mètre

PH : Potentiel hydrogène

C° : Degré Celsius

TAC : Le titre alcalimétrique complète

TA : titre alcalimétrique.

mg /l : Milligramme par litre

mg : Milligramme

MES : matières en suspension

DBO5 : La demande biochimique en oxygène

DCO : La demande biochimique en oxygène

TH : La dureté totale

COT : Carbone organique total.

NO₂ - : Nitrites.

NO₃⁻ : Nitrates.

NTU: Unité Néphélométrique de Turbidité.

M .O : microorganisme.

NTK : Azote Total K ejeldahl

Liste des Abréviation

CE : Conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

T : Température

g/l : Gramme par litre

ml : Mille litre

g : Gramme

ANEXE

S k i k d a	T A M A L O U S	Tamalous	U	29 901	ON A	95,0 0	34 810,00	26 937,20	61 747,82	3 588,1 2	5	Oued Guebli	Oued
		Ain cheraia	R	1 981	ON A	50,0 0	1 607,00	2 160,00	3 767,00	237,7 2	3	Chaaba ts vers O/Gu	Chaabats
		Ain tabia	R	3 080	ON A	80,0 0	4 021,00	2 415,00	6 436,00	396,6 0	2	Oued B/Ouid en	B/décantatio n
		Edmnia	R	3 900	ON A	80,0 0	3 400,00	2 780,00	6 180,00	468,0 0	2	Oued Guebli	B/décantatio n
		Bouyaghil	R	1 597	ON A	80,0 0	1 600,00	1 491,00	3 091,00	191,6 4	1	Oued Guebli	Oued Guebli
		Zone eparce		24 150	ON A		1 000,00	40,00	1 040,00	2 898,0 0	1		
	T C		64 609		77,0 0	46 43863	35 823,20	82 261,83	7 753,0 8	14			
	B i n E l O u i d e n	B/Ouiden	U	4 676	ON A	80,0 0	5 565,00	10 367,00	15 932,00	561,1 2	4	Oued B/Ouid en	B/décantatio n
		Rabah Metatla	R	1 550	ON A	80,0 0	1 443,00	1 431,00	2 874,00	186,6 0	1	Chaaba ts vers O/B	B/décantatio n
		Legregues	R	1 310	ON A	66,0 0	2 000,00	2 867,00	4 867,00	157,2 0	1	Chaaba ts vers O/B	Chaabats
		Ain Rouibah	R	1 813	ON A	75,0 0	2 500,00	2 000,00	4 500,00	217,5 6	2	Chaaba ts vers O/B	Chaabats
		Fedj Ijamaa		17 908	ON A	75,0 0	2 200,00	3 700,00	5 900,00	2 148,9 6	3	Chaaba ts	Chaabats
	T C		27 257		75,2 5	13 708,00	20 365,00	34 073,00	3 270,8 4	11			

ANEXE

VENTE EN GROS MOIS DE DECEMBRE 2022

<i>Commune</i>	<i>CITE</i>	<i>Prod m3/mois</i>
<i>Tamalous</i>	<i>Bourtal</i>	<i>9000</i>
	<i>bouyaghil</i>	<i>12000</i>
	<i>Ain tabia</i>	<i>9000</i>
	<i>El Merraya</i>	<i>6000</i>
	<i>Hermala</i>	<i>6000</i>
<i>B/ouidène</i>	<i>Ennkhal</i>	<i>9000</i>
	<i>Rabah metatla</i>	<i>6000</i>
	<i>Legreges</i>	<i>9000</i>
	<i>El ardja</i>	
	<i>Lagheldir</i>	<i>4000</i>
<i>Taghrass</i>		
<i>Ain Kachera</i>	<i>beni rahma</i>	<i>3500</i>
	<i>Oued Zeggar</i>	<i>0</i>
	<i>Draa Lecheheb</i>	<i>0</i>
<i>Sidi Mezghiche</i>	<i>Souk etlata</i>	<i>42000</i>
	<i>kahwet Aibeche</i>	<i>42000</i>
	<i>Errabiaine</i>	<i>42000</i>
	<i>Krarat</i>	<i>25000</i>
<i>Total</i>		<i>224500</i>

CHEF DE CENTRE

ANEXE

VENTE EN GROS MOIS DE JANVIER 2023

<i>Commune</i>	<i>CITE</i>	<i>Prod m3/mois</i>
<i>Tamalous</i>	<i>Bourtal</i>	<i>9000</i>
	<i>bouyaghil</i>	<i>12000</i>
	<i>Ain tabia</i>	<i>9000</i>
	<i>El Merraya</i>	<i>6000</i>
	<i>Hermala</i>	<i>6000</i>
<i>B/ouidéne</i>	<i>Ennkhal</i>	<i>15000</i>
	<i>Rabah metatla</i>	<i>6000</i>
	<i>Legreges</i>	<i>9000</i>
	<i>El ardja</i>	
	<i>Lagheldir</i>	
<i>Taghrass</i>	<i>4000</i>	
<i>Ain Kachera</i>	<i>beni rahma</i>	<i>2000</i>
	<i>Oued Zeggar</i>	<i>0</i>
	<i>Draa Lecheheb</i>	<i>0</i>
<i>Sidi Mezghiche</i>	<i>Souk etlata</i>	<i>42000</i>
	<i>kahwet Aibeche</i>	<i>42000</i>
	<i>Errabiaine</i>	<i>42000</i>
	<i>Krarat</i>	<i>25000</i>
<i>Total</i>		<i>229000</i>

CHEF DE CENTRE

ANEXE

VENTE EN GROS MOIS DE Février 2023

<i>Commune</i>	<i>CITE</i>	<i>Prod m3/mois</i>
<i>Tamalous</i>	<i>Bourtal</i>	<i>9000</i>
	<i>bouyaghil</i>	<i>12000</i>
	<i>Ain tabia</i>	<i>9000</i>
	<i>El Merraya</i>	<i>6000</i>
	<i>Hermala</i>	<i>6000</i>
<i>B/ouidéne</i>	<i>Ennkhal</i>	<i>15000</i>
	<i>Rabah metatla</i>	<i>6000</i>
	<i>Legreges</i>	<i>9000</i>
	<i>El ardja</i>	
	<i>Lagheldir</i>	
<i>Taghrass</i>	<i>4000</i>	
<i>Ain Kachera</i>	<i>beni rahma</i>	<i>2000</i>
	<i>Oued Zeggar</i>	<i>0</i>
	<i>Draa Lecheheb</i>	<i>0</i>
<i>Sidi Mezghiche</i>	<i>Souk etlata</i>	<i>42000</i>
	<i>kahwet Aibeche</i>	<i>42000</i>
	<i>Errabiaine</i>	<i>42000</i>
	<i>Krarat</i>	<i>25000</i>
<i>Total</i>		<i>229000</i>

CHEF DE CENTRE

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO ₅	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercuré total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

Recommandation

- Initialiser un système informatique de la surveillance des eaux potables.
- Le renouvellement ou bien faire des extensions sur les réseaux d'assainissement et d'AEP.
- L'implantation des nouveaux forages d'eau.
- Donne une importance a l'exploitation des eaux souterraines.
- L'implantation des stations d'épuration.
- Mettre des retenues collinaires à usage agricole.

Références Bibliographiques

- **Agence de l'eau Adour-Garonne (AEAG ; 2012)** Les eaux souterraines, Tamalous .
- **Algérienne des eaux de Tamalous (ADE).**
- **ANBT Agence National des Barrages de Transfert.**
- **AROUA, A ;(1994)** L'homme et son milieu. Edition société national. Alger.
- **Baliter Khaoula ;(2015)** Analyse Bactériologique d'eau brute et d'eau traitée, projet de fin d'étude de l'essence, Université Sidi Mouloud Ben Abdallah
- **BARTHERLIN.J et CHERU.L ;(1999)** Origine des éléments indésirables ou toxiques dans les eaux souterraines.
- **Behloul.S ;(2009)** évaluation de la matière organique dans l'eau du barrage de Timgad, thèse de magister, université de Batna.
- **Belaissaoui, 2004.**Genèse des sols sous climat Sub humide cas des sols d'Elhadaïk (Nord-Est de Algérie) thèse de magister Uni Batna,116-p
- **Benmaïd. A, (2013).** La sécurité liée à l'eau : gestion des risques et arbitrages, Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, études & documents.
- **BEROUISSA. I.2018** Carte d'occupation des sols de la région de TAMALOUS-COLLO Mémoire de ,Univ . Master Skikda
- **BOUDEAL., DJOUID.H ;(2003).**Pollution de l'Oued Boussem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ING, des écosystèmes universitaires.
- **Boukhari s, Djebbar Y et Abida H, (2008)** . Prix de service de l'eau en Algérie, un outil de gestion durable, centre universitaire de Souk-Ahras, Algérie, 1p
- **Boukhrissa M.L., (2015).**Collecte des rejets et système d'épuration des eaux usées de la commune d'Oum Toub willaya de Skikda. Mémoire du master, Univ. Bejaia.
- **Bouziati M., (2000).**l'éde la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun.

Références Bibliographiques

- **Cadot C.,(1999).** Les traitements de Centre d'information sur l'Eau (CIF.,2013),l'eau :procédés physico-chimique et biologique : cours et problèmes résolus, Ellipse Edition –
- **Chaker H. K., Slimani A., (2014)** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'abreuvements des ruminants dans la zone semi-aride d'Oum El Bouaghi: Nord-est de l'Algérie, Institut des sciences agronomiques, université d'El Tarf, Algérie.
- **Chelléo F, Dellale M. Décacheter M. Mapakou F., Vermey L ,2005** l'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer office internationale de l'eau p 15. Marketing, paris.
- **Colin J.J., (2004).** Les eaux souterraines : Connaissance et gestion, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts, paris.
- **Degremont G ;(2005).**Memento technique de l'eau
- **Deniz Z,(2003)** .cour d'approvisionnement en eau potable, Ecole inter Etats ingénieur de l'Equipment Rural, Département infrastructure Energie et Génie Sanitaire,129 p
- **Desjardins R. (1997).**, Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole poly technique de Montréal, Canada, 303p.
- **Devaux I, 1999.** Intérêt et limité de la mise en place d'un suivi sanitaire dans le cadre de la réutilisation agricole des eaux usées traitées de l'agglomération clermontoise. Thèse scientifique (science de la vie et de la santé), Université de Joseph Fourier, Grenoble, p257
- **DHW Skikda ;(2012).**d'érection l'Hydraulique de la wilaya
- **Djabri L.,(1996).** Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines, Thèse de doctorat d'état, Université d'Annaba, Algérie.
- **Djouadi A et Oubelaid A., (2015).**Etude hydro chimique des eaux de la région de Gourara (Timimoune) Algérie. Mémoire de master, Univ. Khemis Miliana.
- **Eliart,1987** : Manuelle D'agriculture Ed bailli Paris.
- Enrico Riboni : purification de l'eau dans l'industrie ,12p
- Faurie, Medori.P, Ferra.C., (2003). Ecologie : Approche scientifique et pratique, 5èmeEdition, Lavoisier doc et tec, Paris.

Références Bibliographiques

- **Fiambsch H.B., (1998).** Chang from chlorine residual distribution to no chlorine residual distribution in ground water system, Water supply.
- **Gaagai. A., (2009).** Etude hydrologique et hydro chimique du bassin versant du barrage de Babar sur Oued el Arab région Est de l'Algérie. Mémoire de magister, Univ .Batna.
- **GAUJOUS.D ;(1995).** La pollution des milieux aquatique. aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier.
- **Gonde H, 1968 .**cours d'agriculture moderne.8^{ème} édition la maison rustique.Paris.628p.
- **Guyote, 1999.** climatologie de l'environnement (cours exercices corrigés) 2^{ème} édition dunod-INARA Paris 525p.
- **Hidaoui. A et Louannas. A., (2015).** Etude du système traditionnel d'irrigation au Sahara, exemple des Foggaras de la région d'Adrar (Touat).Mémoire de master, Univ. Tlemcen.
- **Karaali Rima ,2010.**caractérisation physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées urbaines de Guelma, Mémoire d'ingénieure, p06.
- **KEMMER.F., (1984).**Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et Documentation.
- **LADJEL, F ;(2006).**Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02 Centre de formation au métier de l'assainissement.
- **Laibe, Karima. Bourai, Halima, 2017 :** Caractéristique du sol de la région de Tamalous. Mémoire de fin d'étude master 2 , Université 20 aout skikda
- **Laifaoui I, Bendjama A, Benrazek A, (2020) .**Evaluation et suivi de la qualité physicochimique des eaux de l'Oude Guebli (Tronçon Tamalous). Mémoir du fin d'études Univ, Skikda.
- **Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", (2005).**
- **MASSON, J P., (1988).**Suivi de la qualité des eaux superficielles.
- **Mecibah.I., (2008).**Les ressources en eau et gestion intégrée du bassin versant d'Oued Guebli (Nord-est Algérien).Mémoire de magister, Univ. Annaba.

Références Bibliographiques

- **Mecibah.I., (2017).**Les ressources en eau et gestion intégrée du bassin versant d'oued Guebli (Nord-est Algérien).Thèse de doctorat, Univ.Annaba.
- **Merzougui.A, 2018.** Les formation alluvionnaire d'Oued Guebli, Nord Est Algérie :Etude géologique et sédimentologie, implication. Mémoire de Master, Université KasdiMerbah-Ouargla.
- **Ministère de l'Agricultur de l'Alimentation et des Affaires rural (MAAARO ;2021**
- **Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (OFEFP) ;(2003).**
L'eau souterraine, Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la consommation.
- **OMS ;(2000).** Directives de qualité pour l'eau de boisson
- **RAMADE.F ;(1998).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Edi science internationale, Paris.
- **RAMADE.F., (2000).** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Edi science internationale.
- **Rodier, J. (1996) :** L'Analyse de l'eau-Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux Demer, 8ème édition. Paris.
- **Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (2005).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N ;(2009).** L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod.
- **Sari H., (2014).**Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » (Tlemcen). Mémoire de master, Univ. Tlemcen.
- **Service de l'Eau (SEVESC) ;(2013).** Qualité de l'eau potable en sortie de l'usine de traitement d'eau potable de Versailles et Saint Cloud.
- **Subdivision agricol de Tamalous**
- **The U.S. General services Administration (USGSA; 2012)**
- **Thomas, O ; Mazas, N ;(1986).** La demande de la demande chimique en oxygène dans les milieux faiblement pollués.
- **UNICEF ;(1999).** Manuel sur l'eau.