

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

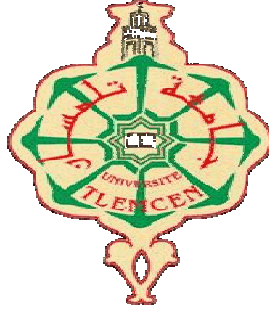
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : HYDRAULIQUE

Spécialité : Technologies de Traitement des Eaux

Par :

M^{lle} NASRI Mazaria Meriem

M^{me} FODIL Chahrazed

Sujet

**Etude quantitative et qualitative des rejets de la ville de
Ghazaouet dans l'oued Ghezouana**

Soutenu publiquement

Devant le jury composé de :

M^{me} LALLAM Faiza

M^r SEDDINI Abdelali

M^r DEBBAL Mohammed Zakaria

M^r BESSEDIK Madani

M^{me}MAROK Imen

Présidente

Encadreur

Encadreur

Examineur

Examinatrice

Année Universitaire : 2016-2017

Remerciements

Au terme de ce travail, nous commençons par remercier « Dieu » le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nos plus vifs remerciements vont à M^r SEDINI et M^r DEBBAL pour avoir accepté de nous encadrer et nous diriger tout au long de la réalisation de ce projet, et pour tous les conseils instructifs et judicieux et pour leur disponibilité.

Nous tenons à remercier également les membres de jury :

M^{me} LALLAM, M^r BESSEDIK et M^{me} MAROK

pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements aux responsables et personnel de

La direction des ressources en eaux (DRH).

A messieurs MESKI et BELMELOUKI

A la directrice de la STEP de Sidi bel Abbes

A la subdivision de l'hydraulique de Ghazaouet

Aux personnels de l'entreprise HPO

Nous remercions profondément tous les enseignants du département d'hydraulique qui nous ont encouragé et soutenu pendant notre cursus.

Nous remercions également tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de mon mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail,

A

Ma très chère mère qui m'a toujours apporté son amour et son affection.

La mémoire de mon Père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le respect que j'ai toujours eu pour lui. Je vous dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, vous accueille dans son vaste paradis.

Mon époux, pour ses encouragements pendant toute cette période de formation et sa présence à mes côtés dans les moments de joie et de peine.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille : Mes beaux parents, ma petite fille et tous mes proches et amis, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Phahrazed

Dédicaces

Je dédie ce travail,

A

Mon cher papa et ma chère maman, qui m'ont beaucoup donné de leur amour et leurs encouragements durant mes longues années d'études.

Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; je les remercie infiniment pour leur soutien permanent durant mes hauts et mes bas.

Mon cher frère Abdelhamid, mes deux chères sœurs, ma chère belle-sœur et mes deux chers beaux frères qui n'ont pas cessé de m'encourager.

A toute la famille NASRI, BOUDJEMAA, HAMITI, ADDABOUDJELAL et BAKHTI

A mes chers cousins et cousines

A Mes chères amies Sarah, Atika, Zineb, Naima et Manel

A M^r K. BOUKLI et M^r K. MEZIANE

Enfin je remercie tous ceux qui m'ont aidé et soutenu.

Mazaria M

Résumé

L'objectif de notre étude consiste à faire une évaluation quantitative et qualitative des rejets de l'Oued Ghezouana dans la ville de Ghazouet Wilaya de Tlemcen.

En premier lieu, nous avons fait une évaluation quantitative des eaux usées d'oued Ghezouana où nous avons estimé le nombre de population à l'horizon 2040. Par suite nous avons déterminé des débits des eaux usées domestiques.

En deuxième lieu, nous avons procédé à des analyses afin d'établir un diagnostic de l'état de la pollution des eaux de surface de ce cours d'eau. Ainsi, des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau de deux stations en périodes différentes.

Les résultats obtenus montrent qu'au niveau des stations où se déversent les eaux usées des cités limitrophes de l'oued on assiste à une augmentation des teneurs de plusieurs paramètres physico-chimiques.

L'interprétation des données confirme que la composition des eaux usées de cet oued ne répond pas aux normes préconisées par l'OMS et les normes algériennes; en effet la plupart des paramètres analysés sont supérieurs aux normes et révèlent une pollution de ce cours d'eau.

Mots clés: Eaux de surface, Eaux usées, Oued Ghezouana, Paramètres Physico-chimiques, Normes, Débit, Pollution

الملخص:

الهدف من دراستنا هو التقييم الكمي والنوعي لمياه الصرف بواد غزوانا في مدينة غزوات ولاية تلمسان.

أولاً، إجراء تقييم كمي لمياه الصرف الصحي وادي غزوانا وذلك بتقدير عدد السكان بحلول عام 2040. ومما ساعدنا علي تقييم كمية مياه الصرف المحلية.

ثانياً أجرينا تحاليل لتشخيص حالة تلوث المياه السطحية وهذا، بأخذ عينات المياه في محطتين في فترات مختلفة.

أظهرت النتائج أن المحطات حيث تصريف مياه الصرف الصحي من المدن المجاورة للوادي وجود ارتفاع في المؤشرات الفيزيوكيميائية.

تفسير البيانات تؤكد أن تركيبة مياه الصرف الصحي من هذا النهر لا يلبي المعايير الموصي بها من قبل منظمة الصحة العالمية والمعايير الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: المياه السطحية ومياه الصرف الصحي، واد غزوانا، المؤشرات الفيزيائية والكيميائية، المعايير، التدفق، التلوث.

Abstract

The objective of our study is to make a quantitative and qualitative assessment of the Oued Ghezouana discharges in the town of Ghazaouet Wilaya of Tlemcen.

First, we carried out a quantitative assessment of Wadi Ghezouana Wastewater, where we estimated the number of population in 2040. As a result we determined the flows of domestic wastewater.

Secondly, we carried out analyzes in order to establish a diagnosis of the state of pollution of the surface waters of this watercourse. Thus, water sampling was carried out at two stations in different periods.

The results show that at the level of the stations where the waste water flows from the cities bordering the wadi, there is an increase in the contents of several physicochemical parameters.

The interpretation of the data confirms that the composition of the waste water of this wadi does not meet the standards recommended by the WHO and the Algerian standards; indeed most of the analyzed parameters are above the norms and reveal a pollution of this water course

Key words: Surface water, Sewage, Oued Ghezouana, Physico-chemical parameters, Standards, Flow, Pollution

TABLE DES MATIERES

Pages

REMERCIEMENTS

DEDICACES

INTRODUCTION GENERALE

i

Chapitre I : GENERALITE

I. Introduction	1
II. Généralité	1
II.1. Les eaux de surface	1
II.1.1. Le cours d'eau	1
II.1.1.1. Quelque généralité sur les cours d'eau	2
II.1.1.2. La terminologie des cours d'eau	2
II.1.1.3. Les différents types de cours d'eau	2
II.1.1.4. Les différentes parties d'un cours d'eau	3
II.1.1.5. Les différents facteurs influençant sur la qualité des cours d'eau	4
II.2. Définitions des eaux usées	5
II.3. Evolution des quantités d'eaux usées	5
II.4. L'origine et la composition des eaux usées	6
II.4.1. L'origine des eaux usées	6
II.4.1.1. Les eaux usées domestiques	6
II.4.1.2. Les eaux usées industrielles	7
II.4.1.3. Les eaux agricoles	7
II.4.2. Les eaux de pluie ou de ruissèlement	8
II.4.3. Caractéristiques des eaux usées	8
II.4.4. Les paramètres physico-chimiques	8
II.4.5. Les métaux lourds	12
II.4.6. Analyses bactériologiques	12
II.4.6.1. Paramètres microbiologiques	12
III. Normes de rejets	14
IV. La pollution des cours d'eau	14
V. La pollution des cours d'eau en Algérie	15
VI. Les conséquences de la pollution de l'eau	15
VII. Conclusion	16

Chapitre II : ETUDE HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED GHEZOUANA

I. Introduction	17
II. Caractéristiques du bassin versant	17
II.1. La surface du bassin versant	17
II.2. La forme	17
II.2.1. Coefficient de compacité K_c	17
II.3. Le relief	18
II.3.1. La courbe hypsométrique	18
II.3.2. Altitudes caractéristiques	18

II.3.3. Rectangle équivalent	18
II.3.4. L'indice de pente ip	19
II.3.5. L'indice de pente global Ig	19
II.3.6. Dénivelée spécifique	19
II.3.7. La pente moyenne du bassin versant	20
II.3.8. Densité de drainage (Dd)	20
II.3.9. Fréquence de talwegs	20
II.3.10. Coefficient de torrentialité	20
II.3.11. Temps de concentration	20
II.3.12. Le coefficient de ruissellement	21
II.3.13. Vitesse moyenne de ruissellement	22
III. Etude des bassins versants d'oueds (Tlata et Taima) composant le bassin versant d'oued Ghazouana	22
III.1. Etude du bassin versant d'oued Tlata	23
III.1.1. Caractéristiques géométrique	23
III.1.2. Caractéristique hypsométrique	24
III.2. Etude du bassin versant de l'Oued Taima	25
III.2.1. Caractéristiques géométrique	25
III.2.2. Les caractéristiques hypsométriques	26
IV. Conclusion	27

Chapitre III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I. Introduction	28
II. Présentation de l'oued Ghazouana	28
III. Caractéristiques de l'oued Ghezouana	28
III.1. Hydrographie de l'oued Ghazouana	28
III.2. Hydrologie d'oued Ghezouana	29
III.3. Stratigraphie	29
III. 4. Etude géologique	29
III.5. Hydrogéologie	29
III.5.1. Nappe alluvionnaire d'Oued Ghazouana	29
III.6. Géométrie de l'oued	30
III.7. Configuration de l'oued	30
III.8. Calculs hydrauliques	31
III.9. Calcul de vitesse d'écoulement au niveau des sections de contrôle	32
III.10. Illustration des zones de débordement éventuelles	33
IV. Historique	34
V. Conclusion	36

Chapitre IV : EVALUATION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE

I. Introduction	37
II. L'évaluation quantitative des eaux usées	37
II.1. Estimation de la population	37
II.2. Estimation des Besoins en eaux	37
II.3. Evaluation des débits des eaux usées	38
III. Evaluation qualitative des eaux usées	39

III.1. Généralités sur les analyses	39
III.2. Précautions lors du prélèvement	40
III.3. Technique de prélèvement de l'eau usée de Ghezouana	40
III.4. Matériels utilisés lors de l'échantillonnage	40
III.5. Méthodes et protocoles d'analyse	40
IV. Résultats et discussions	47
IV.1. Station de prélèvement 01	47
IV.2. Station de prélèvement : 02	48
V. Une comparaison entre les deux stations	49
VI. Interprétation et résultats	55
VII. Conclusion	57
CONCLUSION GENERALE	58
LISTE DES ABREVIATIONS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
ANNEXES	

Introduction générale

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification dans la qualité de l'eau et la rendent impropre

De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité des eaux de surface et à la pollution des écosystèmes aquatiques continentaux

Oued Ghezouana, était une des ressources en eau les plus importantes dans la commune de ghazaouet wilaya de Tlemcen

Cet oued est actuellement soumis à des pressions démographiques, agricoles importantes et il reçoit quotidiennement un volume important d'eau usée.

Notre travail consiste à étudier les volumes d'eaux usées rejeté dans cet oued, d'évaluer sa qualité physico-chimique et bactériologique et de détecter la présence des métaux lourds.

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la présentation d'un mémoire de master, l'objectif visé étant l'étude quantitative et qualitative des eaux usées d'oued ghezouana

Le contenu de cette étude s'articule en quatre chapitres, après avoir introduit notre projet :

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique qui définit les eaux de surface en précisant les cours d'eau, leurs caractéristiques et les paramètres influençant sur ces derniers.
- Le deuxième chapitre est consacré à l'étude du bassin versant de l'oued Ghezouana (Morphométrie, relief, hydrographie).
- Le troisième chapitre présente la zone d'étude.
- Le quatrième chapitre englobe l'évaluation quantitative et qualitative des eaux usées et l'estimation démographique et à la fin une présentation et une interprétation des résultats obtenus.

Enfin nous terminons notre travail par une conclusion.

I. INTRODUCTION

L'eau est le dissolvant universel, elle est utilisée et ensuite rejetée, contenant souvent des polluants en suspension, flottants et dissous suite à la croissance et l'expansion des secteurs industriels. L'assimilation de ces polluants par des processus naturels d'épuration dans les cours d'eau ne peut pas suffire pour éviter l'accroissement de la pollution.

La qualité et la quantité de l'eau de surface ou souterraine constitue donc aujourd'hui un enjeu environnemental primordial [1].

Ce chapitre présente sommairement les diverses caractéristiques générales des eaux de surface, précisément les cours d'eau, en citant l'origine des eaux usées rejetées et polluées et en mettant en face les normes des rejets qui permettent de définir les caractéristiques et/ou les paramètres à évaluer.

II. GENERALITE

II.1. Les eaux de surface :

L'eau de surface est de l'eau qui s'accumule sur le sol ou dans un cours d'eau, le lit d'une rivière, un lac, une zone humide, une mer ou un océan. Elle est essentiellement alimentée par les précipitations et naturellement perdue par l'évaporation et l'infiltration souterraine dans le sol [2].



Figure. 1 : Lac Sidi Mohamed ben Ali sidi bel abbes



Figure. 2 : Barrage Taksebt (Tizi Ouzou)

II.1.1. Le cours d'eau :

Tout chenal dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. Il est un terme général pour désigner un fleuve, une rivière, un ruisseau, un torrent, un oued. [3]

En hydrologie, un cours d'eau est un collecteur d'eau alimenté par les sources, les nappes phréatiques et les eaux de ruissellement qui trouvent leur origine dans les précipitations. De la source à l'embouchure, les conditions de vie se transforment dans les cours d'eau en permanence et, parallèlement à ces modifications du milieu, des flores et des faunes variées s'y succèdent. Les cours d'eau transportent des eaux continentales sur leur lit et entre des rives. [4]

II.1.1.1. Quelques généralités sur les cours d'eau

On désigne par cours d'eau tout chenal superficiel ou souterrain dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire.

II.1.1.2. La terminologie des cours d'eau

L'amont d'un cours d'eau est la partie la plus élevée par rapport au point d'observation et s'oppose à l'aval, plus bas dans le sens de l'écoulement de l'eau. Ce sens d'écoulement de l'amont vers l'aval définit aussi les noms des rives: rive droite à droite du point d'observation vers l'amont, rive gauche à gauche du même point.

Certains cours d'eau comme le torrent ou l'oued peuvent avoir un débit non continu, avec un arrêt du débit à certaines saisons : c'est le cours d'eau intermittent, avec parfois un simple ruissellement. Si la plupart des cours d'eau ont une source, certains n'en ont pas. Les parties avec des virages serrés sont des méandres.

Les cours d'eau ont plusieurs aspects, et selon les scientifiques, une classification des différentes zones d'un cours d'eau en distingue trois principales : le crénon, le rhitron et le potamon. D'autres préfèrent un morcellement en : cours supérieur (près de la source), cours moyen et cours inférieur (près de l'embouchure ou l'exutoire), mais ces appellations sont à l'interprétation de chacun, sans règle scientifique propre.

Les rives sont aux cours d'eau ce que les rivages sont aux mers, océans et lacs, ou ce que les berges sont aux petits plans d'eau. Les faunes et flores vivant près des rives sont appelées "population riveraine". Les petits cours d'eau, les ruisseaux et les rivières sont les affluents des fleuves qui coulent dans la mer ou un lac. Un cours d'eau est dit endoréique lorsqu'il aboutit à une étendue d'eau continentale (lac, étang), ou exoréique lorsqu'il aboutit en milieu océanique ouvert [7].

II.1.1.3. Les différents types de cours d'eau

En fonction de ces caractéristiques mais également de la longueur, de la localisation géographique ou d'autres paramètres, différents types de cours d'eau peuvent être distingués tels que:

- Ruisseaux : petit cours d'eau, de faible largeur et de longueur limitée, alimentée par des sources d'eau naturelles, souvent affluent d'un étang, d'un lac ou d'une rivière. Les ruisseaux se trouvent à la tête des bassins versants.
- Rivière : cours d'eau moyennement important, à écoulement continu ou intermittent, suivant un tracé défini et se jetant dans un autre cours d'eau, un lac, une mer. abondant, et particulièrement celui qui se jette dans un fleuve.

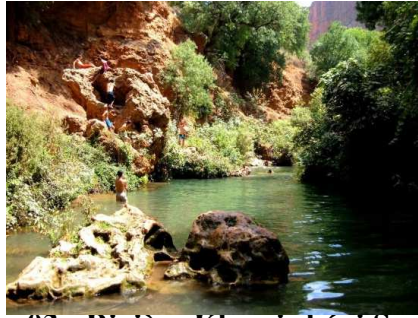


Figure 03 : Rivière Khemis bēni Snous (Tlemcen)

- Fleuve : cours d'eau important, long et au débit élevé, comptant de nombreux affluents et se jetant dans la mer.
- Oued : terme d'origine arabe désignant un cours d'eau temporaire dans les régions arides ou semi-arides. Son écoulement dépend des précipitations et il peut rester à sec pendant de très longues périodes.) : cours d'eau moyennement importants dont l'écoulement est Continu ou intermittent, ils se jettent dans d'autres rivières ou dans des fleuves.
- Torrent : cours d'eau au débit rapide et régulier, situé sur une pente plus ou moins prononcée. Les torrents se retrouvent sur des terrains accidentés ou en montagne. Ce terme est utilisé principalement pour désigner les cours d'eau de montagne avec un lit rocheux et encaissé.
- Fossé : fosse creusé en long dans le sol servant à l'écoulement des eaux, à la séparation des terrains (ex. fossé de voie publique ou privée, fossé mitoyen, fossé de drainage).



Figure 04 : Schéma représentatif des cours d'eau

II.1.1.4. Les différentes parties d'un cours d'eau

Diverses parties peuvent caractériser un cours d'eau :

- **La source** : qui représente le point d'origine du cours d'eau.
- **L'amont** : (la partie la plus élevée du cours d'eau topographiquement) en opposition à l'aval (la partie la moins élevée).
- **Le lit mineur** : c'est-à-dire l'espace qui est occupé de manière permanente Ou temporaire par le cours d'eau.
- **Le lit majeur** : qui est occupé temporairement en période de crue lors des inondations.
- **la rive** : qui borde le cours d'eau.
- **Les berges** : qui délimitent le lit mineur maintenues par la végétation.
- **Les annexes hydrauliques** : qui peuvent être définies comme une forme topographique quelconque, remplie plus ou moins d'eau et fréquemment coupée du lit majeur du fleuve durant la période d'étiage.
- **La ripisylve** : qui correspond à la végétation de bords de cours d'eau ; elle est composée de plusieurs strates : herbacée, arbustive, arborée.
- **l'embouchure** : ou estuaire qui est le lieu où le cours d'eau (fleuve) termine sa course (généralement dans un océan, dans la mer ou dans un lac).

D'autres éléments secondaires permettent de caractériser un cours d'eau comme les **méandres** par exemple qui sont des sinuosités très prononcées du cours d'un fleuve ou d'une rivière. L'ensemble des cours d'eau naturels et artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement forme le réseau hydrographique.[6]

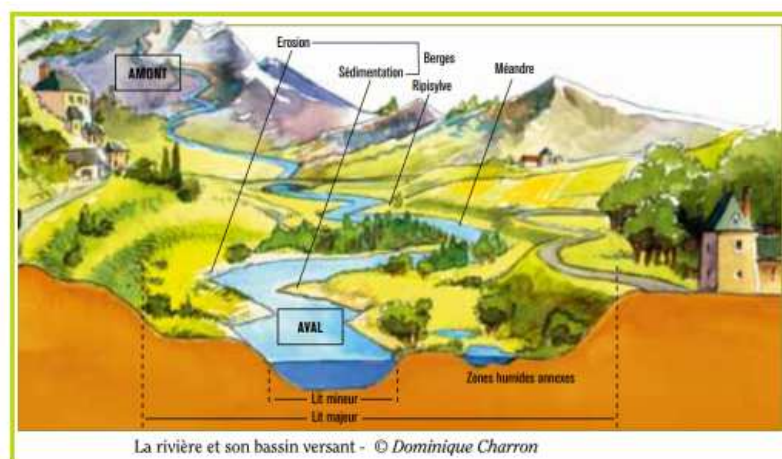


Figure 05 : Schéma d'une rivière et son bassin versant [dynamique chorrion]

II.1.1.5. Les différents facteurs influençant sur la qualité des cours d'eau

La qualité des cours d'eau dépend de différents facteurs qui peuvent être modifiés et dégradés. Ils permettent de dresser un diagnostic du cours d'eau pour évaluer le besoin ou non d'aménagement.

➤ Les facteurs physico-chimiques

Les principaux facteurs déterminant l'état des cours d'eau sont les suivants :

- ✓ La température,
- ✓ Le taux d'oxygène dissous,
- ✓ Le taux d'azote,
- ✓ Le taux de phosphore,
- ✓ Le taux de polluants,
- ✓ Le pH,
- ✓ La DBO₅,
- ✓ La DCO,
- ✓ La Conductivité,
- ✓ Les Nitrates,
- ✓ L'Ammonium,
- ✓ Le taux de salinité,
- ✓ La présence ou non de prolifération végétale,
- ✓ Le taux de matières en suspension,

➤ Les facteurs hydro morphologiques

Ils représentent les facteurs morphologiques et dynamiques (évolution des profils en long et en travers). Sont alors étudiés :

- Le lit mineur (diversification des écoulements, aménagement de l'habitat piscicole, sinuosité du cours d'eau, pente, granulométrie...),
- L'état des berges et des ripisylves,
- Le lit majeur et ses annexes (maillage bocager, reconnexion des annexes hydrauliques, bandes enherbées, restauration de zones humides...),
- La continuité écologique (migration des poissons) et la ligne d'eau : présence d'un obstacle à l'écoulement, reconquête des écoulements libres,
- Le débit

➤ Les facteurs biologiques

Des facteurs biologiques sont également utilisés pour déterminer la qualité d'un cours d'eau. Les facteurs écologiques essentiels sont la vitesse du courant, la nature du fond, l'éclairement, la température, l'oxygénation et la composition chimique. Ces facteurs varient en fonction de la zone du cours d'eau (source, cours supérieur ou cours inférieur) et influent sur la composition des peuplements animaux et végétaux qui peuvent être très diversifiés.

[6]

II.2. Définitions des eaux usées

Les eaux usées constituent l'ensemble des déchets liquides produits par l'homme pour ses propres besoins et au cours de ses activités domestiques, agricoles et industrielles.

Les eaux usées sont généralement chargées de débris divers, de matières minérales dissoutes et de produits organiques en suspension

Les eaux usées constituent un milieu de culture pour de très nombreuses espèces de microorganismes pathogènes et à ce titre elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique surtout dans les pays où les conditions d'hygiène sont défavorables.[8]

II.3. Evolution des quantités d'eaux usées

L'eau, la source de vie, est indispensable pour tout être vivant. L'importance de cette richesse naturelle est d'autant plus remarquable dans les pays à climat aride ou semi-aride qui souffrent d'un déficit hydrique et une irrégularité des apports d'eau dans le temps et dans l'espace

Parallèlement, les besoins en eau de la population ne cessent de croître en raison de l'urbanisation galopante, du développement industriel et de l'extension de l'agriculture urbaine, cet accroissement des besoins en eau potable se traduit naturellement par une augmentation du volume des rejets d'eaux usées.

Deux milliards de litres d'eaux usées utilisées par l'humanité, sont rejetées chaque jour dans les rivières et les mers, soit plus de 23000L/s.

A cause des fuites dans les canalisations, des déversements directs d'eaux sales dans la nature, du manque de stations d'épurations, chaque année ce sont 730 milliards de litres d'eaux usées qui sont rejetés. Une quantité bien supérieure à l'évaporation naturelle des océans dans l'atmosphère (1 milliard de litres d'évaporation/jour). Dans les pays en développement ou émergents, 90% des eaux usées sont rejetés dans le milieu naturel sans aucun traitement.

En Algérie leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³, dont quelque 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50000 habitants [9]

Notons que 60% de ses eaux sont rejetées soit loin des périmètres d'irrigations et de barrages soit en mer ce qui rend leur réutilisation en irrigation peu rentable.

Ainsi seulement 240 millions de m³ sont potentiellement utilisables en irrigation en raison de la localisation des points de rejet

Toutes les catégories de sources de rejets d'eau usée existent dans la ville de Ghazaouet :

- Agro alimentaire,
- Industrielles,
- Domestiques,
- Agricoles.

Il existe quatre types d'eaux usées qui génèrent la pollution :

- ❖ La population génère un volume d'eaux usées de nombreux rejets.
- ❖ Le raccordement des unités industrielles aux réseaux d'assainissement où les rejets dans le milieu récepteur sont conditionnés par l'installation préalable d'une station d'épuration et une autorisation. Mais cette disposition réglementaire n'est pas appliquée. L'oued est devenu le déversoir de toutes les unités industrielles ce qui conduit naturellement à une accumulation des résidus industriels dans ce milieu naturel contribuant ainsi de façon significative à la pollution.
- ❖ Les eaux usées de l'hôpital sont chargées de germes pathogènes à cause de la présence des maladies à transmission hydrique notamment dans les services d'infections. Ses eaux ne subissent aucun de traitement et elles sont déversées directement dans l'égout communal.
- ❖ Les eaux usées de l'abattoir assurent une pollution par les germes pathogènes d'origine animale notamment par le sang et les eaux de lavage.

Ces quantités importantes d'eaux résiduaires rejetées en dépit des problèmes de pénurie d'eau potable des populations offrent une bonne alternative dans la gestion des ressources en eau.

L'épuration et la réutilisation contrôlées des eaux usées pourraient constituer des approches crédibles pour une meilleure gestion de l'eau.

Une bonne connaissance des techniques de traitement des eaux usées s'avère indispensable pour éliminer la plupart de ces germes pathogènes et de réduire la pollution du sol, des eaux usées, il est nécessaire de connaître leurs origines, leur caractéristiques physico-chimiques et biologiques.

II.4. L'origine et la composition des eaux usées

II.4.1. L'origine des eaux usées

Suivant l'origine des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

II.4.1.1. Les eaux usées domestiques

- Les eaux ménagères sont des eaux usées composées essentiellement des eaux de cuisine (les deux tiers environs) .elles renferment diverses particules en suspension, des matières organiques, des éléments minéraux et plusieurs types de substance chimique de lessivage (les détergents). [8]

- Les eaux de vannes,
- Les eaux usées véhiculent aussi des microorganismes pathogènes ou saprophytes et virus.
-

Tableau 01 : Composants majeurs typique d'eau usée domestique (source ONA Oran)

Constituants	Concentration (mg/l)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous (TDS) 1	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore1	100	50	30
Alcalinité (en CaCO ₃)	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO ₅ 2	300	200	100

II.4.1.2. Les eaux usées industrielles

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie, le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels qu'ils déversent:

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...),

- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...),
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...),
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....),
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires....).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [11].

II.4.1.3. Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses [12].

Les épandages d'engrais nitrates et phosphatés, sous une forme ou en quantité, telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues. Parmi les polluants d'origine agricole, il faut tenir compte aussi des détergents se dispersant lors des applications de traitement des cultures [13].

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- ✓ Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais,
- ✓ Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants et d'insecticides,
- ✓ Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection de vignes en région viticole [14].

II.4.2. Les eaux de pluie ou de ruissèlement

L'eau de pluie ou eau météorite est l'eau provenant des précipitations atmosphériques et qui ne s'est pas encore chargée de substances solubles provenant de la terre.

Une eau de pluie est dénommée eau pluviale après avoir touché le sol, et qu'elle ruisselle sur les surfaces la réceptionnant.

Les eaux pluviales ou de ruissèlement sont issues des eaux de pluie, mais aussi des eaux provenant de la fonte des neiges, de la grêle ou de la glace tombante ou se formant naturellement sur une propriété, ainsi que les eaux d'infiltration. [27].



Figure 06: Les eaux pluviales

II.4.3. Caractéristiques des eaux usées

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite de nombreuses analyses, incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et microbiologique. Ces analyses sont réalisées par les méthodes dont les protocoles sont bien définis

II.4.4. Les paramètres physico-chimiques

Selon **Gaujous (1995)**, la pollution provient de l'introduction dans un milieu, de substance conduisant à son altération. Elle se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur.

Et Selon **Hamdi (2012)**, les analyses physico-chimiques concernent le pH, la température, la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO5), l'oxygène dissous, les nitrites (NO_2^-), les nitrates (NO_3^-) et les phosphates (PO_4^-).

✓ La température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique) certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une fore perturbation du milieu [13].

✓ Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH exprime si l'eau est à réactif acide ou alcaline. Les pH inférieurs à 7 indiquent une tendance vers l'acidité, tandis que les pH supérieurs à 7 indiquent une tendance vers l'alcalinité.

Le PH n'a pas une signification de l'agressivité de l'eau, vis-à-vis des métaux.

Les valeurs limites du ph sont comprise entre 6,5 et 8 au-dessous de ce seuil, l'eau est dite "agressive", elle a un effet corrosif sur la canalisation et peut conduire à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites. Avec un pH supérieurs à 8, au contraire, une eau trop alcaline [8].

Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9) donc elles n'influent pas sur le pH du milieu récepteur, mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur du pH [15].

✓ Odeur

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde [15]

En effet, toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul parfois les déceler [15].

✓ Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution.

La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés, induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible [16].

✓ Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence [8]. La turbidité est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, et l'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été efficace.

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire. Il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après le prélèvement [15].

✓ Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique .elle est due à la présence dans le milieu, d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations [17].

✓ **Matière en suspension**

Les matières en suspension rencontrées dans les eaux sont très divers tant par leur nature que leurs dimensions. Elles sont caractérisées par :

- Matière organique : particules organique composées de microorganismes et de produits de dégradation animales et végétales.
- Matières minérales : quartz, argiles et sels minéraux insolubles,
- Taille supérieure de 1m,
- Responsables du trouble de l'eau (Cardot et Gilles, 2003)

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation [15].

✓ **Matières volatiles**

Elles présentent la fraction organique de matières en suspension, elles constituent environs (70-80)% de MES.

✓ **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 10mg/L. Elle est en fonction de l'origine de l'eau, cet eau domestique peut contenir de 2 a 8 mg /L [18].

✓ **La demande biochimique en oxygène (DBO₅)**

Elle correspond à la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par une biomasse pour décomposer les matières organiques. Elle est mesurée à partir d'un DBO mètre, et exprimée en mg d'O₂/ L. L'échantillon est incubé dans l'enceinte thermo statée à 20°C en présence d'air. Les microorganismes présents, consomment l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. La mesure de cette perte en oxygène est effectuée durant cinq jours par le principe hydrostatique (changement de niveau de mercure) (**Baumont, 1997**)

(Berne et Cordonnier, 1991) définissent la DBO₅ comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C

✓ **La demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène est l'un des paramètres utilisés pour quantifier la pollution organique d'une eau. Il s'agit d'une estimation indirecte des matières oxydables en l'occurrence la quasi-totalité des matières organique et certains sels minéraux. La DCO permet le contrôle des eaux usées.

La demande chimique en oxygène est la quantité de dioxygène consommée par les matières oxydables dans les conditions réactionnelles spécifiques. L'unité de la DCO est le $\text{mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ équivalent à la quantité de dichromate de potassium (K_2CrO_7) en milieu sulfurique, en présence de sulfate d'argent et de mercure, à ébullition pendant deux heures. L'excès de dichromate est dosé par une solution de sels de Mohr avec de la ferroïne.

La connaissance de la valeur de la DCO est indispensable pour la réalisation de la DBO. Ces deux paramètres sont liés par le rapport biodégradabilité. Il est à noter que la DCO n'est pas un paramètre de caractérisation de l'eau potable

✓ **Les nitrites, les nitrates et les phosphates**

Ils sont dosés par colorimétrie, à l'aide d'un spectrophotomètre de type DR/2000, qui donne par lecture directe, les concentrations de chaque élément.

✓ **Azote**

Il rentre dans la composition des molécules organiques des êtres vivants. Les bactéries présentes dans le milieu transforment cet azote organique en différents formes (Rouba, 2009).

✓ **Phosphore**

Cardot & Gilles (2013), affirment que dans les eaux naturelles et usées, l'élément phosphore se trouve majoritairement sous la forme d'anions phosphates. On peut répertorier les ortho phosphates (PO_4^{3-}), les phosphates hydrolysables et les phosphates organique à l'état dissous ou particulaire. Leur présence est le fruit de l'utilisation de détergents et de lessives phosphatés, l'emploi abusif d'engrais et la non maîtrise des effluents d'élevage. Le phosphore n'est pas toxique pour la faune et la flore mais il est responsable de la prolifération des algues. En conséquence, son rejet est normé.

✓ **Potassium**

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/L (12 à 36 mg/L de K_2O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins (Fabry et Bissau, 1997)

Il faut noter cependant qu'il existe ,un excès de fertilisation potassique conduit a une fixation éventuelle du potassium a un état très difficilement échangeable ,a une augmentation des pertes par drainage en sols légers ,a une consommation de luxe pour les récoltes (FAO, 2002)

✓ **Chlore et sodium**

Leur origine est :

- Naturelle (mer : 27 g/L NaCl, et terrains salés),
 - Humaine (10 g/L NaCl dans les urines/j),
 - Industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire)
- (Gaujous, 1995),

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment 'en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres (Faby et brissaud, 1997).

✓ **Rapport de DCO/DBO₅ (Rodier ,1996)**

Les matières présentes sont caractérisées d'une part selon qu'elles sont des solides en suspension (matières en suspension – MES) ou qu'elles sont oxydables, soit par un oxydant chimique (demande chimique en oxygène – DCO), soit naturellement grâce aux processus biochimiques naturels, c'est-à-dire biodégradables (demande biochimique en oxygène – DBO).

La DBO est mesurée de façon standardisée sur 5 jours, d'où l'appellation DBO₅. En moyenne, par habitant et par jour, on compte :

90 g de matières en suspension (MES), 60 g de DBO₅, 120 g de DCO, 15 g d'azote total et 4 g de phosphore total. Le rapport moyen DCO/DBO₅ d'eaux usées domestiques varie typiquement de 1,5 à 2,5

Le rapport DCO/DBO₅ est l'indice de la biodégradabilité en milieu liquide d'un effluent. Il caractérise son aptitude à un traitement biologique

- ✓ Si $(2 < \text{DCO/DBO}_5 < 5)$: le traitement biologique avec adaptation de souches.
- ✓ Si $(\text{DCO/DBO}_5) > 5$: le traitement physico-chimique .l'eau est pratiquement non traitable par voie biologique.
- ✓ Si le rapport $(\text{DCO/DBO}_5) < 2$ le traitement se fait biologiquement.

II.4.5. Les métaux lourds

Les métaux lourds sont comme étant des éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires, notamment dans les boues ou ils sont accumulés pendant les différentes phases de l'épuration. Leur origine est avant tout industrielle mais aussi diffuse (corrosion des tuyauteries).

L'utilisation de diverses substances chimiques pour les besoins du développement industriel a entraîné dans presque toutes les régions du monde, des disséminations dans le milieu naturel de différents types de résidus toxiques et de sels des métaux lourds.

Déversées généralement en faibles quantités, mais avec les années, plusieurs tonnes de métaux lourds se dispersent dans la nature et s'accumulent progressivement dans toute la chaîne alimentaire et dans les êtres vivants.

La particularité de la pollution des eaux ou des aliments par les métaux lourds est son irréversibilité. Parmi les substances chimiques très toxiques que l'on peut retrouver accidentellement dans l'eau on distingue le plomb, le cadmium, le mercure, le cyanure, l'arsenic, le chrome, le nickel, l'antimoine, le Nickel, le Manganèse. [8].

II.4.6. Analyses bactériologiques

Les analyses microbiologiques portent sur la recherche des coliformes totaux, les coliformes fécaux, les clostridium sulfito-réducteurs et les salmonella. (Hamidi, 2012)

II.4.6.1. Paramètres microbiologiques

La plupart des micro-organismes connus pour les microbiologistes peuvent être trouvés dans les eaux usées :

✓ Les protozoaires

Ils sont présents dans les eaux usées à l'état de kystes. La principale forme pathogène pour l'homme est *Entamoebahistolytica*, agent responsable de la dysenterie amibienne [11].

✓ Les helminthes

Les eaux usées sont susceptibles de véhiculer un grand nombre d'helminthes parasites d'origine humaine ou animale (El Shazly et al, 2003). La plupart de ces parasites sont excrétés dans le milieu extérieur sous forme d'œufs, éliminés avec les matières fécales, le nombre et la variété des œufs d'helminthes dans les eaux résiduaires sont liés au niveau d'infestation de la population humaine et /ou animal desservies. (Moubarrad, 2005.)

✓ Les coliformes fécaux

C'est un groupe de bactéries utilisé comme indicateur de contamination fécale. Ils appartiennent à la classe des *Enterobacteriaceae*. (Manuel Bergey (1984)) Ce sont des bacilles à gram négatif, sporogones, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier et de fermenter le lactose et produisent du gaz, de l'acide et de l'aldéhyde (Guedira, 2001). On les considère comme bons indicateurs de contamination fécale, ils se cultivent à 44°C les coliformes totaux se développent à 37°C. Ces derniers

peuvent avoir une origine non strictement fécale : Le sol, les insectes et les plantes peuvent les héberger. Les coliformes totaux sont inclus dans les germes témoins de contamination fécale de deuxième ordre. [20].

✓ Les germes témoins de contamination fécale

Une contamination fécale est anormale, elle révèle un problème d'hygiène générale. Il est impossible de rechercher dans les eaux usées la présence systématique de tous les pathogènes. On évalue alors la qualité sanitaire en recherchant la présence de bactéries fécales dites témoins de contamination fécale; parce que cela signifie la présence possible d'un grand nombre de pathogènes transmis par les fèces ou les urines de l'homme et des animaux à sang chaud. [19] .

✓ Virus

Les virus se trouvent dans les eaux résiduaires à des concentrations de l'ordre de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau. Parmi les infections virales d'origine hydrique, on trouve la poliomyélite, également on peut citer l'hépatite A.[28]

Tableau 2: Les virus dans les eaux usées.[29]

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de Contamination Principales
Virus de l'hépatiteA	Hépatite A.		Ingestion
Virus de l'hépatiteB	Hépatite B.		Ingestion
Rotavirus	Vomissement, diarrhée.	400 à 85000	Ingestion
Virus de Norwalk	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
Adénovirus	Maladie respiratoire, Conjonctivite, vomissement.		Ingestion
Astrovirus	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
Calicivirus	Vomissement, diarrhée.		Ingestion
Coronavirus	Vomissement, diarrhée.		Ingestion/Inhalation
Réovirus	Affection respiratoire bénigne, diarrhée.		Ingestion

Entérovirus			Ingestion
Poliovirus	Paralyse, méningite, fièvre.	182 à 492000	Ingestion
Coxsackie A	Méningite, fièvre, pharyngite, Maladie respiratoire.		Ingestion
Coxsackie B	Myocardite, anomalie congénitale du coeur (si contamination pendant la grossesse), éruption cutanée, méningite, maladie respiratoire.		Ingestion
Echovirus	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash, diarrhée, fièvre.		Ingestion
Entérovirus 68-71	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, conjonctivite hémorragique aigue, fièvre.		Ingestion

✓ Les streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille des streptococcaceae, sont des cocci généralement disposées en diplocoques ou en courte Chain, à gram négatif, sporulâtes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif. Ces germes colonisent l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans le milieu hydrique prouve une pollution d'origine fécale de l'eau. Cependant, on peut trouver aussi des streptocoques fécaux dans le sol, les plantes et les insectes [21].

III. Normes de rejets

Au sens commun c'est un guide des valeurs, recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) visant à la protection de la santé publique, mais ne constituant pas des limites impératives

Tableau. 3 : Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées.

Paramètres	Normes d'OMS	Unité
pH	6.5-8.5	-
DBO ₅	30	mg/l
DCO	90	mg/l
MES	30	mg/l
Température	<30	°C
Couleur	Claire	-
Odeur	Sans odeur	-
NH ₄ ⁺	0.5	mg/l
NO ₂ ⁻	1	mg/l

IV. La pollution des cours d'eau

A tel point que 2 milliards de litres d'eaux usées, utilisées par l'humanité, sont rejetées. Chaque jour dans les rivières et les mers, soit plus de 23 000L chaque seconde. A cause de fuites dans les canalisations, de déversements directs d'eaux sales dans la nature, du manque de stations d'épurations, chaque année ce sont 730 milliards de litres d'eaux usées qui sont rejetés.

Une quantité bien supérieure à l'évaporation naturelle des océans dans l'atmosphère (1 milliards de litres d'évaporation / jour). Dans les pays en développement ou émergents, 90% des eaux usées sont rejetées dans le milieu naturel sans aucun traitement. Autant de pollution en plus dans la nature! On comprend mieux le risque de pollution que cela entraîne et l'importance des stations d'épuration [22].

L'urbanisation, l'essor de l'industrie et de l'agriculture intensive ont accru, de manière chronique ou accidentelle, la pollution des cours d'eau. La moitié des fleuves et rivières de la planète sont pollués. Cette pollution chimique provient entre autres des engrais de synthèse et des pesticides utilisés par l'agriculture, et des rejets toxiques de l'activité industrielle et minière. Le ruissellement des pluies et les infiltrations dans le sol entraînent la pollution vers les cours d'eau et l'océan [23].



Figure. 7 : La pollution d'un cours d'eau (oued Ghezouana)

V. La pollution des cours d'eau en Algérie

Les oueds d'Algérie sont devenus de véritables dépotoirs, en ce sens ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides [I. Guasmi, 2005].

Par exemple Les oueds (Seybouse, Medjerda, Kebir Est et Bouhamdene), reçoivent les eaux usées déversées par les localités et par les industries situées le long de ces cours d'eau.

Ces eaux usées contribuent à la dégradation de la qualité des eaux des oueds. Notons que ces eaux sont utilisées pour l'irrigation, ce qui permet le déplacement des polluants vers les nappes superficielles soutenues par les oueds [Djabri L. & al, 2012].

VI. Les conséquences de la pollution de l'eau

Dans les pays en développement ou émergents, 90% des eaux usées sont rejetées dans le milieu naturel sans aucun traitement. Cela entraîne des dommages sanitaires et environnementaux des plus conséquents.

Les maladies infectieuses, notamment celles dues à une contamination des eaux, sont les principales causes de mortalités infantiles mondiales. 10% de la population mondiale est approvisionnée par de la nourriture cultivée grâce à l'utilisation des eaux usées (l'irrigation et la fertilisation) [24].

4 milliards de cas de diarrhées, dû à l'insalubrité des eaux, sont recensés chaque année. Ils causent 2,2 millions de morts par an [8].

Les enfants de moins de cinq ans en sont les principales victimes puisqu'on a constaté environ 6 000 enfants morts par jour à cause des maladies diarrhéiques telles que la dysenterie, la typhoïde et le choléra. L'utilisation d'eau polluée entraîne également des maladies de la peau comme la gale [25].

Mais les êtres humains ne sont pas les seuls à subir les conséquences de la pollution de l'eau, la faune et la flore en sont également victimes. Les substances toxiques contenues dans l'eau polluée peuvent être stockées par les plantes cultivées dont la consommation ultérieure peut provoquer des maladies digestives, des atteintes au foie et aux reins.

La pollution chimique est l'une des plus dangereuses, avec la révolution industrielle de nombreuses substances toxiques ont été créés, ou utilisées comme le plomb (canalisation...), le mercure et la plus part des autres métaux lourds, l'arsenic, et les nombreux pesticides. Ces substances toxiques déversées dans un cours d'eau peuvent pénétrer dans les chaînes alimentaires, et se révèlent être de terrible poisons pour la faune et la flore aquatique.

Toutes ces substances dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre à la consommation.

Ces produits ont des effets dits cumulants, c'est à dire qu'ils se concentrent dans certains organes et ne sont que faiblement éliminés par excrétion. De ce fait plus on remonte la chaîne alimentaire et plus les concentrations de substances toxiques sont importantes.

La pollution marine est à la source de la dégradation de la faune et la flore aquatiques. Les produits nocifs contenus dans les déchets qu'on déverse directement dans les mers sont plus ou moins absorbés par les organismes marins. De nombreuses espèces animales et végétales ont déjà disparu et beaucoup d'autres sont en voie de disparition [26].

Cette dégradation perturbe l'écosystème. En 2003, 24% des mammifères et 12% des oiseaux, liés aux eaux continentales, étaient considérés comme des espèces menacées.

En 2009, dans certaines régions, plus de 50% des espèces de poissons d'eau douce étaient en voie d'extinction

VII. Conclusion

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature, lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Afin de montrer l'intérêt de leur épuration, nous avons présenté dans ce chapitre d'une part, les origines et caractéristiques des eaux usées, et d'autre part, les normes de rejets. L'intérêt consiste à définir les enjeux des eaux usées.

I. Introduction

Tout régime hydrologique ne peut être catégoriquement perçu, sans avoir besoin d'effectuer une étude avec le plus possible de minutie des circonstances physico géographiques du bassin versant, dont l'interaction et la complémentarité de ses éléments déterminent la variabilité et l'intensité du comportement des phénomènes hydrologiques dans le temps et dans l'espace.

Ce chapitre présente l'étude du bassin versant De l'oued Ghazouana qui conclut l'étude des deux sous bassins versants.

II. Caractéristiques du bassin versant

II.1. La surface du bassin versant

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont être en partie reliés à sa surface. La surface du bassin versant peut être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur papier transparent, par l'utilisation d'un planimètre ou, mieux, par des techniques de digitalisation.

Le bassin versant de l'Oued Ghazouana est de 294 km² de superficie répartie en deux sous bassins principaux celui d'Oued Tlata et d'Oued Taima. Le périmètre planimétrie présenté par la ligne de partage des eaux est de 102 km.



Figure 08: Situation géographique du bassin versant de l'oued Ghezouana

(Source: DHW Tlemcen)

II.2. La forme

La forme du bassin versants peut avoir des conséquences hydrologiques importantes. L'évolution des écoulements en période de crue la nature de l'averse, ce sont les caractéristiques morphologiques du bassin qui conditionnent l'allure de l'hydrogramme observé à l'exutoire, plusieurs formules et indices permettent de chiffrer ces caractéristiques.

II.2.1. Coefficient de compacité K_c

Indice de Gravelius « K_C » appelé aussi indice de forme, cet indice caractérise la forme

$$k_c = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

On a :

P: Périmètre du bassin versant.

A : Surface du bassin versant.

Plus le K_c sera proche de 1, plus le bassin aura une forme ramassée et plus le temps de concentration sera court.

II.3. Le relief

L'influence du relief sur l'écoulement se conçoit aisément, car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures, etc.) et la morphologie du bassin. En outre, la pente influe sur la vitesse d'écoulement. Le relief se détermine lui aussi au moyen d'indices ou de caractéristiques suivants :

II.3.1. La courbe hypsométrique

La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief. Cette courbe représente la répartition de la surface du sous bassin en fonction de son altitude. Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de surface) du sous bassin qui se trouve au-dessus (ou au-dessous) de l'altitude représentée en ordonnée. Elle exprime ainsi la superficie du sous bassin ou le pourcentage de superficie, au-delà d'une certaine altitude. La courbe hypsométrique est déterminée par planimétrie des surfaces entre les courbes de niveau.

II.3.2. Altitudes caractéristiques

Certaines altitudes sont notées pour caractériser les bassins versants. L'altitude moyenne, c'est l'altitude qui correspond à la moyenne de la courbe Hypsométriques.

$$H_{moy} = \sum \left(\frac{A_i \cdot H_i}{A} \right)$$

D'où

H_{moy} : Altitude moyenne du bassin [m].

A_i: Aire comprise entre deux courbes de niveau [km²].

H_i : Altitude moyenne entre deux courbes de niveau [m].

A: Superficie totale du bassin versant [km].

- L'altitude la plus fréquente, c'est le maximum de la courbe des fréquences altimétriques.
- L'altitude de fréquence 1/2, c'est l'altitude qui correspond au point d'abscisse 1/2 de la courbe hypsométrique.

II.3.3. Rectangle équivalent

Suivant la méthode de **Roche** pour l'établissement d'un rectangle représentatif de deux bassins versants (Tlata- Taima) de la région de Ghazouana dont les paramètres suivants :

- Le périmètre du rectangle équivalent: $P=2 \cdot (L+l)$,
- La surface : $A=L \cdot l$,

➤ Le coefficient de compacité : $K = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$

En combinant ces trois relations, on obtient :

$$L = \frac{K_c \cdot \sqrt{A}}{1,12} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c}\right)^2}\right)$$

Le tracé des droites de niveau du rectangle équivalent découle directement de la répartition hypsométrique cumulée.

II.3.4. L'indice de pente i_p

$$I_p = \frac{1}{L} \sum \left(X_i \cdot \sqrt{\frac{d}{X_i}} \right)$$

Où

I: Indice de pente [%],

: Longueur du rectangle [m],

X: Distance qui sépare deux courbes sur la longueur du rectangle [m] (la largeur du rectangle étant constante, cette distance est égale au facteur de pondération),

: Distance entre deux courbes de niveau successives (peut être variable) [m].

$\frac{d}{X_i}$: Pente moyenne d'un élément [%].

II.3.5. L'indice de pente global I_g

Le relief joue un rôle important, car il commande en grande partie l'aptitude au ruissellement des terrains. Son appréhension peut être faite à l'aide de l'indice de pente global **I_g** donné par

$$I_g = \frac{D}{L}$$

Où :

I_g : Indice globale de Roche

: Longueur du rectangle équivalent [m],

: Dénivelée (m). Avec : $D = H_{5\%} - H_{95\%}$

Sur la courbe hypsométrique déjà tracée, on prend les points tels que la surface supérieure ou inférieure soit égale à 5% de la surface totale. H_5 et H_{95} sont les altitudes entre lesquelles s'inscrivent 90% de la surface du bassin.

L'indice **I_g** décroît pour un même bassin lorsque la surface augmente, donc c'est difficile de comparer des bassins de tailles différentes.

II.3.6. Dénivelée spécifique

La dénivelée spécifique D_s ne présente pas cet inconvénient: elle dérive de la pente globale I_g en la corrigeant de l'effet de surface admis étant inversement proportionnel à A : Il est donnée par :

$$D_s = I_g \cdot \sqrt{A}$$

Les paramètres de la formule ont été définis auparavant.

On se réfère généralement à la classification dressée par L'O.R.S.T.O.M. pour classer les bassins en fonction de leurs reliefs. Cette classification est donnée par le tableau suivant :

Tableau. 4 : Classification selon L'O.R.S.T.O.M du relief selon l indice de pente global I_g et selon la dénivelée spécifique

	Relief	Valeur de I_g	Valeur de D_s
01	Relief très faible	$I_g < 0.002$	$D_s < 10$
02	Relief faible	$0.002 < I_g < 0.005$	$10 < D_s < 25$
03	Relief assez faible	$0.01 < I_g < 0.01$	$25 < D_s < 50$
04	Relief modéré	$0.02 < I_g < 0.02$	$50 < D_s < 100$
05	Relief assez fort	$0.02 < I_g < 0.05$	$100 < D_s < 250$
06	Relief fort	$0.05 < I_g < 0.5$	$250 < D_s < 500$
07	Relief très fort	$0.5 < I_g$	$500 < D_s$

II.3.7. La pente moyenne du bassin versant

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin versant. Elle donne une bonne indication sur le temps de parcours du ruissellement direct (donc sur le temps de concentration t_c) - et influence directement le débit de pointe lors d'une averse. Plusieurs méthodes ont été développées pour estimer la pente moyenne d'un bassin. Toutes se basent sur une lecture d'une carte topographique réelle ou approximative. La méthode consiste à calculer la moyenne pondérée des pentes de toutes les surfaces élémentaires comprises entre deux altitudes données. Une valeur approchée de la pente moyenne est alors donnée par la relation suivante :

$$I_{moy} = \frac{D \cdot L}{A}$$

Où :

Imo: Pente moyenne [m/km].

L : Longueur totale de courbes de niveau [km].

D : Équidistance entre deux courbes de niveau [m],

A : Surface du bassin versant [km²].

II.3.8. Densité de drainage (Dd)

Appelée aussi la densité de thalwegs, elle est définie comme étant le rapport de la somme des longueurs des cours d'eau de tous les ordres sur la surface drainée.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A}$$

D: Densité de drainage

: Longueur cumulée de tous les thalwegs du bassin en km.

A : Surface du bassin en km².

II.3.9. Fréquence des thalwegs

Elle représente le nombre des canaux d'écoulement par unité de surface.

$$F = \frac{\sum N_i}{A}$$

Avec : F : densité du réseau hydrographique (Km²).

N_i : nombre de cours d'eau. S : surface du bassin versant (Km²).

II.3.10. Coefficient de Torrentialité

C'est un coefficient qui tient compte à la fois de la densité des thalwegs élémentaires par la densité de drainage :

$$C_t = F \cdot D_d$$

D_d : densité de drainage.

F : fréquence des thalwegs élémentaires.

II.3.11. Temps de Concentration

C'est le temps nécessaire à une particule d'eau pour s'écouler depuis l'élément hydrologiquement le plus éloigné du bassin versant jusqu'à l'exutoire. Théoriquement on estime que T_c est la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin de ruissellement. Pratiquement le temps de concentration peut être déduit des mesures sur le terrain ou s'estimer à l'aide des formules empiriques

➤ Formule de Giandotti

$$T_c = \frac{1.5 * L_p + 4\sqrt{S}}{0.8\sqrt{H_{moy} - H_{min}}}$$

Où :

T: Temps de concentration en (heures)

L_p : Longueur du talweg principale (Km).

: Surface du bassin versant (Km²).

H_{moy} : Altitude moyenne du bassin versant (m).

H_{min} : Altitude minimale du bassin versant (m).

➤ **Formule de CALIFORNIA**

$$T_c = \left(\frac{0.87 \cdot L^3}{H_{max} \cdot H_{min}} \right)^{0.386}$$

T: Temps de concentration en (heurs)

L: Longueur du talweg principal en [Km];

H_{ma}: Respectivement l'altitude maximale et minimale du B.V en [m].

➤ **Formule de TEMEZ**

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{(I_r^{0.25})} \right)^{0.76}$$

T_c : temps de concentration en heures ;

L : Longueur de talwegs principale [Km] ;

I_r : La pente moyenne de talwegs principale [m/m].

II.3.12. Le coefficient de ruissellement

Pour caractériser la capacité d'un bassin versant à ruisseler un indice est très souvent utilisé en hydrologie de surface : le coefficient de ruissellement (*C_r*). Son calcul et son emploi sont simples, mais notons qu'il peut conduire à commettre de grossières erreurs. Ce coefficient (en %) est défini comme suit :

$$C_r = \frac{\text{Hauteur d'eau ruissellée (mm)}}{\text{Hauteur d'eau des Précipitation (mm)}}$$

C_r=Hauteur d'eau ruisselle (mm)

Ce coefficient est fortement influencé par la couverture du sol comme le montre le tableau suivant dans lequel les quelques valeurs de ce coefficient sont présentée

Tableau 05 : Valeurs du coefficient de ruissellement pour différentes couvertures du sol

Nature superficiel du bassin versant	Coefficient de ruissellement <i>C_r</i>
Bois	10%
Prés, champs cultivés	20%
Vignes, terrains nus	50%
Roches	70%
Routes sans revêtement	70%
Routes avec revêtement	90%
Villages, toitures	90%

II.3.13. Vitesse moyenne de ruissellement

Cette vitesse est donnée par la formule :

$$V_R = \frac{L}{T_c}$$

V_R : Vitesse moyenne de ruissellement [km/h] ;

L : Longueur de talweg principal en [Km];

T_c : temps de concentration en [heure].

III. Etude des bassins versants d'oueds (Tlata et Taima) composant le bassin versant d'oued Ghazouana

D'après la carte topographique du bassin versant de l'Oued Ghazouana nous distinguons plusieurs Oueds :

- Oued Ghazouana qui passe au milieu de la commune de Ghazaouet et constitue le cours principal du bassin.
- Oued Taima au sud de la commune de Ghazaouet et Tient et Oued Tlata qui draine l'Est et le Sud du bassin constituant les principaux effluents de l'Oued Ghazouana qu'ils rejoignent à l'amont de Djamaa Essakhra.
- Oued El-Aoum qui se trouve à l'extrémité sud du bassin versant et constitue le principal affluent de oued Taima.
- Oued Sbair qui draine de la commune de Nedroma et il se jette dans le oued Tlata.

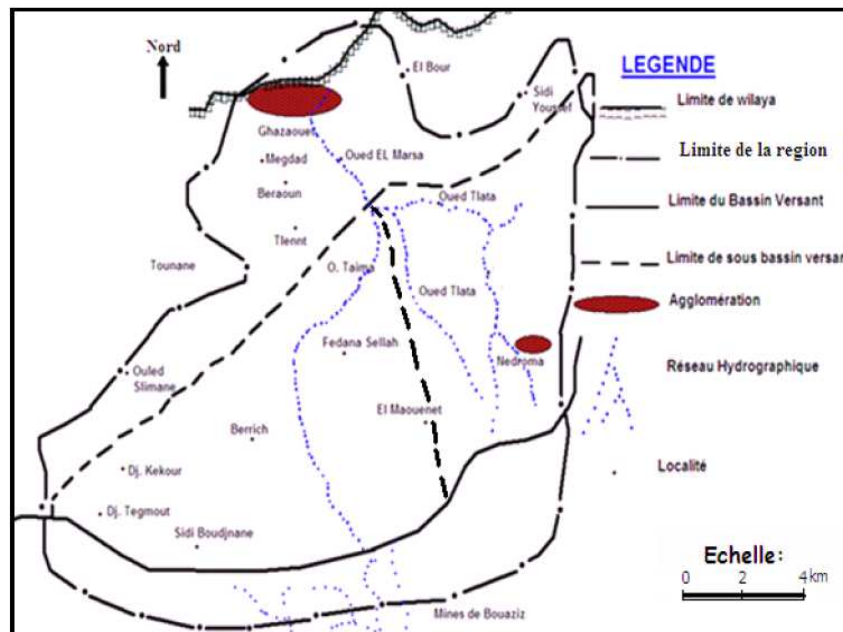


Figure 9: Bassin versant de l'oued Ghazouana[ANRH Tlemcen]

Donc le bassin versant de l'Oued Ghazouana regroupe deux sous bassins versants, le sous bassin versant d'oued Tlata et le sous bassin versant d'oued Taima.

L'étude du bassin versant de l'oued Ghazouana va se conclure dans l'étude des deux sous bassins versants.

III.1. Eude du bassin versant d'oued Tlata

III.1.1. Caractéristiques géométrique du bassin versant

➤ Paramètres de forme

Tableau 6 : Paramètres de forme du bassin versant d'oued Tlata

	A (km ²)	P (km)	K _c (km)	L _{re} (km)	I _{re} (km)
B.V de l'Oued Tlata	88.7	50	1.48	20.718	4.281

La valeur de l'indice de compacité de Gravelius K_c=1,48 pour le bassin versant de l'Oued Tlat.

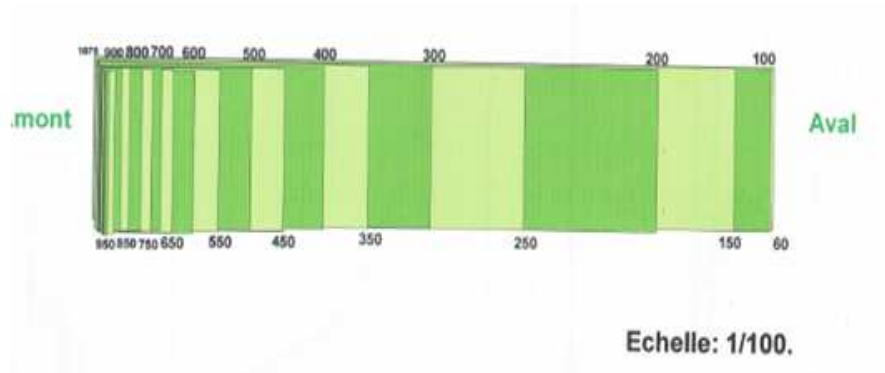


Figure 10. Rectangle équivalent du bassin versant de l'oued Tlata [DRE]



Figure.11. Chevelu hydrographique de l'oued Tlata [DRE]

III.1.2. Les caractéristiques hypsométriques

Les caractéristiques hypsométriques sont classées dans le tableau suivant :

Tableau. 7: Représentation des surfaces partielles en fonction des altitudes de l'oued Tlata

Tranche d'altitude (m)	$S_i(\text{km}^2)$	$S_i\%$	cumulées de $S_i(\text{km}^2)$	cumulée de $S_i\%$
1075 à 1000	0,58	0,65	0,58	0,655
1000 à 900	2,05	2,31	2,63	2,96
900 à 800	2,51	2,82	5,14	5,79
800 à 700	2,75	3,10	7,89	8,89
700 à 600	4,59	5,174	12,48	14,06
600 à 500	7,61	8,57	20,09	22,64
500 à 400	9,35	10,54	29,44	33,19
400 à 300	14,03	15,81	43,47	49
300 à 200	29,73	33,51	73,2	82,52
200 à 100	14,98	16,89	88,18	99,41
100 à 60	0,58	0,65	88,76	100

La considération de la répartition des surfaces élémentaires en fonction des altitudes permet de dresser la courbe hypsométrique.

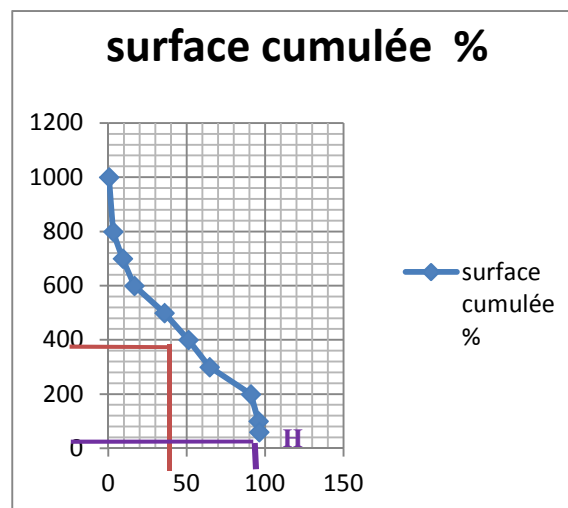


Figure 12. Courbe Hypsométrique de l'Oued Tlata

La courbe possède une allure plus au moins régulière. Donc le relief est accidenté et présente d’énormes différences d’altitudes et les petites surfaces.

On constate aussi que le bassin versant est dans un état de vieillesse ce qui implique un sol érodé.

Tableau. 8.: Paramètres de relief du bassin versant de l’Oued tlata

	D_s	H_{max} (m)	H_{min} (m)	H_{50%} (m)	H_{moy} (m)	I_m	I_g	I_p
B.V de l’Oued Tlata	310.98	1075	60	290	381.85	49	33.01	1.97

A partir de la densité spécifique, on déduit que le relief de notre bassin versant est <<fort>>; ce qui est traduit par les indices de pente.

➤ **Paramètres hydrographiques**

Tableau. 9: Classification de Shaum pour le bassin versant de l’Oued Tlata

N° d’ordre	1	2	3	4	5	6
Nombre	443	117	27	10	5	1
Longueur (km)	127	68.6	41.5	23	16	7.5
Rc	3.78	4.33	2.7	2	5	Rc moy =3.56
Rl	1.85	1.65	1.80	1.43	2.13	Rl moy =1.77

Tableau. 10: Paramètres hydrographiques du bassin versant Oued Tlata

	D_a(km/km²)	F₁	C₁
B.V d’Oued Tlata	3.19	5	15.93

III.2. Etude du bassin versant de l’Oued Taima

III.2.1. Caractéristiques géométrique du bassin versant

➤ **Paramètres de forme**

Tableau. 11: Paramètres de forme du bassin versant de l’Oued Taima

	A(km²)	P(km)	K_c	L_{re} (km)	L_{re}(km)
B.V de l’Oued Taima	137.67	57.11	1.36	22.31	6.61

Dans l’oued Taima, $K_c=1,36$. Ce coefficient se traduit par le bassin versant de Oued Taima est plus moins allongé. Avec une surface plus grande que celle du premier sous bassin, dans les mêmes conditions hydrologiques, l’apport du bassin versant de l’Oued Taima est plus grande que celui de Oued Tlata .

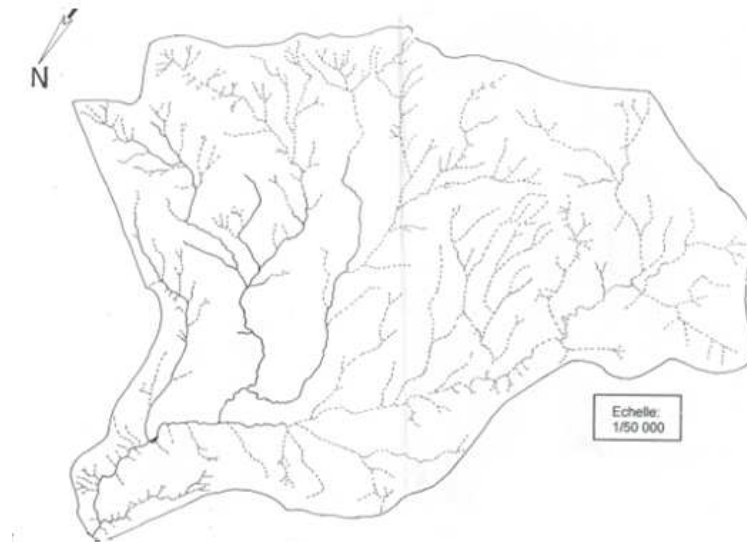


Figure 13. Chevelu hydrographique de l’Oued Taima(DRE)

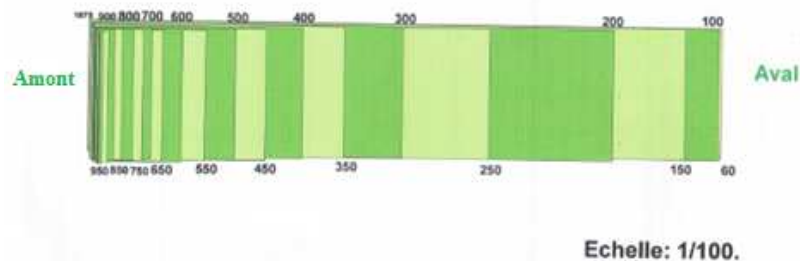


Figure. 14. Rectangle équivalent du bassin versant de l’oued Taima

III.2.2. Les caractéristiques hypsométriques

Les caractéristiques hypsométriques de l’oued Taima sont regroupées dans le tableau suivant

Tableau. 12: Représentation des surfaces partielles en fonction des altitudes (bassin versant de l’Oued Taima)

Tranche d’altitude (m)	Si (km ²)	SI%	Cumulées	Cumulée SI%
------------------------	-----------------------	-----	----------	-------------

			Si(km2)	
1000 à 900	0,73	0,5302535	0,73	0,5302535
900 à800	3,7	2,68758626	4,43	3,21783976
800 à 700	8,43	6,12333842	12,86	9,34117818
700 à 600	9,89	7,18384543	22,75	16,5250236
600 à 500	26,5	19,2489286	49,25	35,7739522
500 à 400	26,21	19,0382799	75,46	54,8122321
400 à 300	18,49	13,4306675	93,95	68,2428997
300 à 200	36,29	26,3601366	130,24	94,6030362
200 à 100	6,79	4,93208397	137,03	99,5351202
100 à 60	0,64	0,46487978	137,67	100

➤ Paramètres de relief

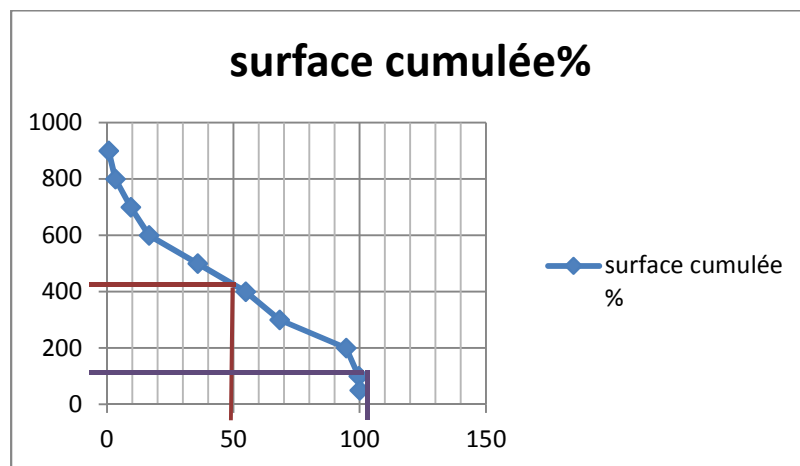


Figure. 15: La courbe hypsométrique du bassin versant de l’Oued Taima

La courbe hypsométrique possède une forme plus au moins régulière le relief est accidenté due a la présente d’énormes différences d’altitudes par rapport a des petites surfaces.

Tableau. 13: Paramètres de relief du bassin versant de l’Oued Taima

	D _s	H _{max} (m)	H _{min} (m)	H _{50%} (m)	H _{moy} (m)	I _m	I _g	I _p
B.V d Oued Tlata	470.69	975	80	460	432	40.11	25.47	14.94

A partir de la densité de spécifique on déduit que le relief de notre bassin versant est <<fort>> ; ce qui est traduit par les indices de pente.

➤ **Paramètres hydrographiques**

Tableau. 14: Classification de Shaum pour le bassin versant de l’Oued Taima

N° d’ordre	1	2	3	4	5	6
nombre	344	134	61	26	23	1
Re	2.56	2.19	2.34	1.13	23	----

Tableau. 15: Caractéristiques physiques des deux sous bassins Tlata et Taima

Désignation	Symbole	Unité	Bassins versants	
			Oued Taima	Oued Tlata
Superficie du bassin versant	S	Km ²	137.67	88.7
Périmètre	P	Km	57.11	50
Altitude maximale	H _{max}	M	950	1075
Altitudes moyenne	H _{moy}	M	432	381.85
Altitude minimale	H _{min}	M	60	60
Altitudes correspondante 5% de surface bassin versant	H5%	M	780	865
Altitudes correspondante 50% de surface bassin versant	H50%	M	415	295
Altitudes correspondante 95% de surface bassin versant	H95%	M	168	115
Indice de compacité	k _c	-	1.36	1.48
La pente moyenne	I	%	40.11	49
Indice de pente globale	I _g	%	25.47	33.01
Longueur du talweg principal	L _p	Km	12.8	7.5
Longueur du rectangle équivalent	L	Km	22.31	20.71
Largueur du rectangle équivalent	L	Km	6.61	4.281
Densité de drainage	D _d	Km/km ²	2.25	3.19
Dénivelée spécifique	D _s	-	298.84	310.89
fréquence des talwegs élémentaires	F	-	2.5	5
Coefficient de torrentialité	C _t	-	5.62	15.93

Temps de concentration	T_c	h	3.39	2.91
Vitesse de ruissellement	v_r	Km/h	3.77	2.57

IV. Conclusion

Le bassin versant de l'Oued Ghazouana est composé des deux sous bassin: le bassin de l'oued Taima et le bassin de l'oued Tlata. Il est caractérisé par une forme allongée et un relief fort favorisant la torrencialité d'écoulement lors d'une crue.

Ainsi le bassin est drainé par un réseau hydrographique très dense (expliqué par $Dd > 2$), et avec un régime torrentiel aptitude a l'érosion linéaire ($C_t > 7$)

I. Introduction

Oued Ghazouana est un cours d'eau qui débouche sur la cote comprise dans les limites de la commune de Ghazaouet.

Notre étude a fut l'objet des eaux usées stagnée au niveau de cet oued qui influe par ses caractéristiques sur ces eaux.

Dans ce chapitre on présente les différentes caractéristiques de cet oued (hydrologie, hydrogéologie, stratigraphie, configuration de l'oued).

II. Présentation de l'oued Ghazouana

Oued Ghazouana est un cours d'eau d'un bassin étendu qui débouche sur la cote comprise dans les limites de la commune de Ghazaouet.

Ce dernier a toujours retenu et il retient encore l'attention et les études hydrologiques.

Oued Ghazouana se situe sur la frange nord orientale de la chaîne montagneuse des Traras et s'ouvre sur la méditerranée. Les pentes dans la ville de Ghazaouet sont relativement fortes, elles atteignent 10 à 12%. La zone des pentes les plus faible est représentée par la zone basse de la ville à l'embouchure de l'Oued où les pentes sont douces et ne dépassent guère les 3% ,ce qui favorise la formation d'une barre de sable qui entrave un écoulement normal vers la mer des débits des crues hivernales, ce qui provoque une remontée du niveau des eaux vers l'amont créant ainsi des risques potentiels d'inondations de certains sites urbains en cas de survenance de crues exceptionnelles.

L'exutoire de l'oued Marsa ou de l'oued Ghazouana est situé à l'ouest du port de Ghazaouet aux coordonnées suivantes :

- ✓ 1°52'00''W (longitude),
- ✓ 35°06'00''N (latitude),
- ✓ Le lit de l'oued à une faible pente dans sa partie avale.



Figure 16 : Situation générale de la zone d'étude sur cartes d'État-major 1/25 000

(voir plan 101).

III. Caractéristiques de l'oued Ghazouana

III.1. Hydrographie de l'oued Ghazouana

L'oued Ghazouana appelé aussi oued el Marsa, est un cours d'eau d'un bassin étendu, formé par le confluent de l'oued Taïma et de l'oued Tlata a 8 kilomètres en amont de Ghazaouet, il disparaît sous terre à 4 kilomètres environ en amont de son embouchure et n'apparaît qu'à la suite de pluies persistantes.

Il coule à l'ouest de la ville, a 150m environ des fortifications dont une partie a été démolie. Le courant, après avoir brisé la barre de sable, amène à la mer un limon composé d'argiles et de sables que l'on distingue très nettement de ceux de la plage par leur grain spécial provenant des éléments de roches granitiques traversées par la rivière.[31]

Durant les années précédentes, oued Tlata s'appelait oued Ghezouana alors que l'actuel oued Ghezouana s'appelait oued el Mersa.

L'oued Ghazaouana arrose Nedroma, la plaine de Mezaourou et la vallée qui s'étend jusqu'à Nermours. Il prend sa source au pied du Djebel Fillaousen a quelque kilomètres de Nédroma [31].

Il reçoit un important affluent, et se redresse ensuite brusquement vers l'ouest en prenant le nom de « Oued Tleta », jusqu'au lieu-dit « les trembles ». La rivière coule sur un lit de gravier fin, charrié par les eaux qui descendent des montagnes de Nédroma [31].

Des trembles à Djama –sakhra, confluent de l'oued Sidi Brahim, la rivière porte le nom de l'oued Mersa (rivière maritime). Enfin, le dernier point a Nemrous, elle porte le nom de Ghazouana.

Oued Ghazouana reçoit trois filets d'eau encaissés dans d'étroits ravins, qui descendent des montagnes : Kermaïcha (474m), Sidi-Lahssen (543m), Akoumkour (433m), situés dans les Beni-Munir. (ONA ghazaouet).

A la hauteur de djamaa-sakhra, il reçoit le chabet et kerke. Les autres affluents de la rive droite sont insignifiants.

III.2. Hydrologie de l'oued Ghezouana

De tous les cours d'eau de Ghazaouet, Oued Ghazouana est le seul qui fut l'objet de mesures hydrologiques précises conséquence directe de la sécheresse d'été, les débits d'étiage sont enregistrés vers la fin d'août et au début de Septembre. Ils sont de l'ordre de 40 L/s. Inversement, et à la faveur de pluies d'hiver s'annonçant des crues qui sont parfois très violentes.

Les débits moyens relevés sont fonction de l'intensité de la crue. Ils peuvent approcher 250 m³/s pour les fortes crues et 125 m³/s pour les crues de moyenne intensité (A.N.R.H).

III.3. Stratigraphie

La vallée de l'Oued Ghazouana surplombant la ville de Ghazaouet contient les grès grossiers du Miocène. Ces grès souvent argileux, mal lités, plus ou moins consolidés.

Les alluvions récentes de l'Oued Ghazouana, argilo-sableuses, à niveaux conglomératiques souvent bien développés dans les zones de méandres.

III.4. Etude géologique

La partie Sud de l'Oued Ghazouana représente des formations géologiques tertiaires représentées par les marnes (HPO d'Oran) (annexe02)

III.5. Hydrogéologie

Les formations géologiques existant dans l'oued Ghezouana sont considérées comme des formations aquifères potentielles, contenant une nappe alluvionnaire.

III.5.1. Nappe alluvionnaire de l'Oued Ghazouana

Cette nappe est la plus importante (superficie de 51,20 km²). Elle est superficielle, d'une profondeur moyenne de 10 à 40 m selon le sens d'écoulement qui se fait généralement vers la mer. Cette nappe est exploitée par un ensemble de puits individuels qui servent à la fois à la consommation en eau de boisson et d'irrigation, ainsi que par des puits communaux gérés par L'A.D.E et débitant approximativement 750m³/j. (ANRH, 2017).

L'étude par prospection électrique dans la plaine alluviale de l'Oued Ghazouana permet d'avoir une idée sur la géométrie de la couche aquifère, des épaisseurs, des alluvions et également de leur nature. En effet, les alluvions sont constituées de:

- Dépôts assez grossiers très superficiels souvent secs.
- Sables (résistivités de 10 ohm/m).
- Des sables et graviers à éléments plus grossiers sur 10 à 15m à la base (Résistivité 20-40 ohm/m) [30].

La nappe alluvionnaire de l'Oued Ghazouana exploitée par plus de 221 puits totalisant un débit de 20 L/s, dont certains sont sec.

III.6. Géométrie de l'oued

En fonction du levé topographie élaboré sur le tronçon de l'oued logeant le centre ville du tissu urbain, les constatations suivantes sont à formuler :

- A l'entrée du tissu urbain dense de la ville, l'oued est assez large.
- Au passage des bâtiments, l'oued devient plus ou moins régulier en alignement mais les sections transversales sont variables notamment en matière de largeur du lit mineur.
- Au droit du pont menant vers Darb zalamit, l'oued s'élargit relativement.
- Après cette zone, l'oued devient encore une fois étroit
- A l'approche du pont menant vers Ramla, l'oued s'élargie progressivement
- Après cette zone, le niveau de l'oued est confondu avec celui de la marée pour créer une zone de stagnation.

- Les profondeurs de l'oued sont peu variables

Oued Ghazouana prend sa source à 1130m d'altitude dans le Djebel Fillaoucène (massif montagneux des Traras, au sud de la ville de Nédroma et sert d'exutoire à une partie du bassin de Ghazaouet dont la surface est estimée à environ 285 km².

L'oued après un parcours de 7,6 km, débouche à l'enracinement de la jetée ouest du port et traverse ainsi dans sa partie aval, le périmètre urbain de la ville de Ghazaouet.

Ainsi, l'Oued Ghazouana a la particularité de déboucher en mer dans le périmètre du port de Ghazaouet à l'ouest de sa jetée secondaire de protection.

La première des contraintes techniques à résoudre est d'éviter que l'Oued ne déverse ses apports solides dans le futur bassin pour lequel un tirant d'eau doit être garanti pour son exploitation.

III.7. Configuration de l'oued

- Les profondeurs : l'oued n'enregistre pas de grandes variations, il n'en est pas de même pour les largeurs du lit mineur. En effet, il a été constaté de multiples méandres se localisant, en particulier, sur la berge gauche de l'oued. Ces méandres ont eu pour conséquences, la réduction considérable de la section de l'oued.

- Il a été également constaté que le lit mineur de l'oued est le lieu de dépôts important de transport solide, ces dépôts ont réduit considérablement les tirants d'eau lors des passages des diverses crues. Cette manifestation est nettement visible au droit des divers ponts et passages.

- Additionnellement à ceci. Certaines constructions sont carrément mitoyennes à la berge gauche de l'oued.

III.8. Calculs hydrauliques

Sur la base du levé topographique réalisé le long de l'oued, Un profil en long du fond a été établi ainsi que de multiples sections en travers notée de 01 à 24. (Annexe01). C'est au niveau de ses sections que les divers calculs hydrauliques ont été engagés.

Tableau. 16: Calculs hydraulique aux niveaux des 24 profils

N° profil	Périmètre (m ²)	Surface (m ²)	Rayon (m)	R ^(1/6)	C	I(%)	R*I	(R*I) ^{1/2}	Q(m ³ /s)
1	/	/	/	/					

2	33	28	0,848	0,973	0,973	0,04	0,039	0,197	215,021
3	35,6	338,4	9,506	1,453	1,453	0,02	0,029	0,17	4192,108
4	36,44	344,23	9,446	1,452	1,452	0,023	0,033	0,183	4565,884
5	33,98	208,05	6,123	1,351	1,351	0,015	0,02	0,144	2000,472
6	38,52	241,32	6,265	1,356	1,356	0,01	0,013	0,114	1857,184
7	31,34	171,78	5,481	1,326	1,326	0,009	0,011	0,107	1216,666
8	37,54	286,38	7,629	1,401	1,401	0,02	0,028	0,167	3358,593
9	40	349,34	8,734	1,433	1,433	0,001	0,001	0,027	669,976
10	35,86	265,51	7,404	1,394	1,394	0,003	0,004	0,064	1176,923
11	36,6	265,72	7,26	1,39	1,39	0,006	0,008	0,09	1657,613
12	36,84	195,3	5,301	1,319	1,319	0,004	0,005	0,073	935,564
13	35,68	311,23	8,723	1,433	1,433	0,001	0,002	0,041	924,412
14	34,13	272,33	7,979	1,412	1,412	0,006	0,009	0,095	1827,02
15	34,58	338,1	9,777	1,46	1,46	0,002	0,003	0,054	1333,813
16	29,35	235,51	8,024	1,413	1,413	0,004	0,005	0,07	1170,063
17	34,65	268,1	7,737	1,404	1,404	0,011	0,015	0,124	2340,038
18	30,57	278,06	9,096	1,443	1,443	0,002	0,003	0,056	1129,983
19	27,7	125,8	4,542	1,286	1,286	0,015	0,019	0,139	1122,895
20	23,94	51,38	2,146	1,135	1,135	0,007	0,008	0,09	263,643
21	31,3	110,27	3,523	1,233	1,233	0,001	0,002	0,04	272,007
22	39,8	236,8	5,95	1,345	1,345	0,003	0,003	0,058	922,937
23	34,72	184,76	5,321	1,32	1,32	0,007	0,009	0,096	1171,947
24	33,33	175,74	5,273	0,132	0,132	0,002	0,003	0,056	651,228

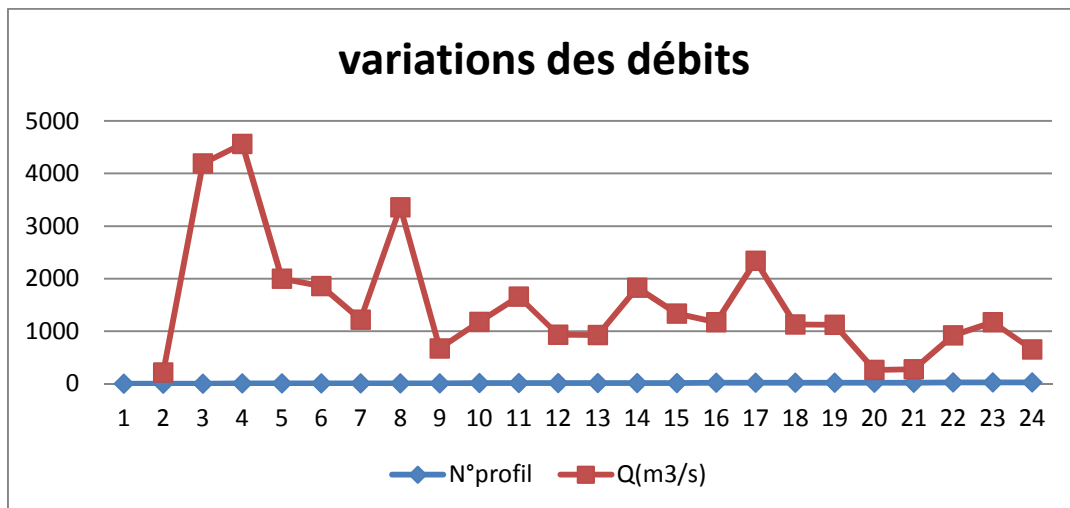


Figure. 17. Variation des débits en fonction de la position des sections

La courbe de variation des débits en fonction de la position des sections nous donne qu'au niveau des sections 2, 9, 20, 21, 22 et 24. Les débits sont plus faible en comparant avec les autres sections, ses derniers peuvent être expliqué ou argumenter par :

- Des étranglements de l'oued
- Réduction de sa géométrie par les constructions voisines
- Une diminution de la section transversale de l'oued par la largeur relativement réduite du lit et les dépôts sur la berge gauche.
- Les sections 20, 21, 22 et 24 correspondent à l'approche de l'embouchure de l'oued.

On remarque aussi que le débit aux niveaux des sections 4 et 9 est élevé par rapport aux débits des autres profils à cause de la géométrie de l'oued.

III.9. Calcul de vitesse d'écoulement au niveau des sections de contrôle

Tableau 17. Les variations des débits

N° profil	Q (m³/s)	Surface m³	V (m/s)
1		/	/
2	215,0207	28	7,67931071
3	4192,108	338,4	12,388026
4	4565,884	344,23	13,2640502

5	2000,472	208,05	9,61534247
6	1857,184	241,32	7,695939
7	1216,66596	171,78	7,08269857
8	3358,59272	286,38	11,7277489
9	669,975953	349,34	1,91783349
10	1176,92304	265,51	4,43268819
11	1657,6128	265,72	6,23819359
12	935,56403	195,3	4,79039442
13	924,412002	311,23	2,97018926
14	1827,02007	272,33	6,70884614
15	1333,81316	338,1	3,94502561
16	1170,06312	235,51	4,96820993
17	2340,03828	268,1	8,72822932
18	1129,98269	278,06	4,06380885
19	1122,89537	125,8	8,92603633
20	263,642955	51,38	5,13123696
21	272,007201	110,27	2,46673802
22	922,936591	236,8	3,89753628
23	1171,9471	184,76	6,34307805
24	651,227961	175,74	3,7056331

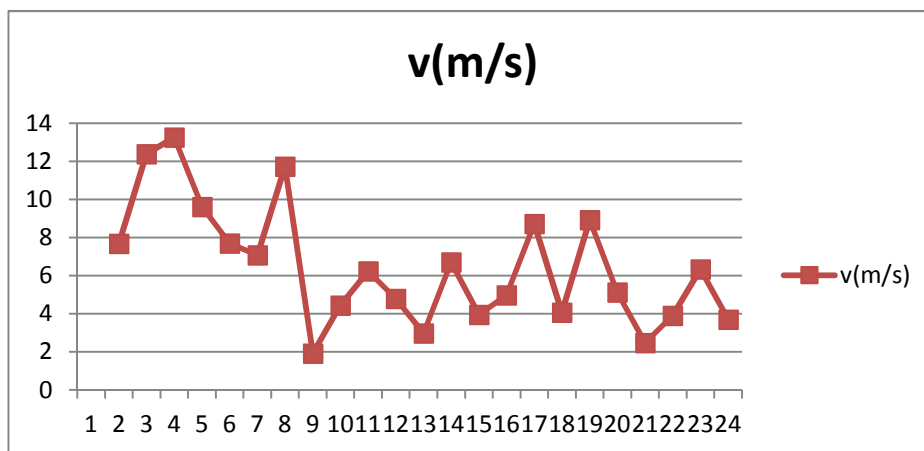


Figure 18. Courbe des débits en fonction des sections

III.10. Illustration des zones de débordement éventuelles

Tenant compte de notre calcul les tirants d'eau et en intégrant l'équation de l'énergie spécifique par rapport au tirant d'eau et en recherchant les régimes critiques

Tableau. 17: Illustration des zones de débordement éventuelles

N° profil	Surface	Q(m ³ /s)	B	S/B	(S/B) ^(1/2)	(S/B) ^(1/2)	g ^(1/2)	(Q/g) ^(1/2)
1	/							
2	28	215,0207	40	0,7	0,83666003	23,4264807	3,13209195	68,6508261
3	338,4	4192,108	40	8,46	2,90860791	984,272918	3,13209195	1338,43708
4	344,23	4565,884	40	8,60575	2,93355586	1009,81793	3,13209195	1457,77457
5	208,05	2000,472	40	5,20125	2,28062491	474,484013	3,13209195	638,701555
6	241,32	1857,184	40	6,033	2,4562166	592,734191	3,13209195	592,953217
7	171,78	1216,666	36	4,77166667	2,18441449	375,238721	3,13209195	388,451546
8	286,38	3358,5927	38	7,53631579	2,74523511	786,18043	3,13209195	1072,31613
9	349,34	669,97595	40	8,7335	2,95524957	1032,38688	3,13209195	213,906859
10	265,51	1176,923	40	6,63775	2,57638312	684,055483	3,13209195	375,762608
11	265,72	1657,6128	40	6,643	2,57740179	684,867204	3,13209195	529,235037
12	195,3	935,56403	40	4,8825	2,20963798	431,542297	3,13209195	298,702606
13	311,23	924,412	36	8,64527778	2,94028532	915,105001	3,13209195	295,142038
14	272,33	1827,0201	34	8,00970588	2,83014238	770,732674	3,13209195	583,322616
15	338,1	1333,8132	35	9,66	3,10805405	1050,83308	3,13209195	425,853768
16	235,51	1170,0631	30	7,85033333	2,80184463	659,862429	3,13209195	373,572404
17	268,1	2340,0383	36	7,44722222	2,72895992	731,634153	3,13209195	747,116724
18	278,06	1129,9827	34	8,17823529	2,85976141	795,185256	3,13209195	360,775707

19	125,8	1122,8954	34	3,7	1,92353841	241,981131	3,13209195	358,5129
20	51,38	263,64296	26	1,97615385	1,40575739	72,2278148	3,13209195	84,1747174
21	110,27	272,0072	34	3,24323529	1,80089847	198,585074	3,13209195	86,8452156
22	236,8	922,93659	40	5,92	2,43310501	576,159267	3,13209195	294,670975
23	184,76	1171,9471	40	4,619	2,14918589	397,083585	3,13209195	374,173912
24	175,74	651,22796	40	4,3935	2,09606775	368,362946	3,13209195	207,921086

Nous constatons a travers les calculs élaborés que les zones susceptible de débordement lors du passage de la crue se localisent respectivement :

- A l'entrée de l'oued au niveau du centre-ville et notamment sur la zone de courbure importante.
- Sur la zone de rétrécissement de l'oued le long du passage des bâtiments et au droit du pont menant vers Ramla et ses abords.

IV. Historique

Autant de noms pour notre ville d'étude Ad Frates, (les Deux-Freres; le nom donné aux deux rochers de 25 m à l'entrée de la passe de Ghazaouet), Ghazouana, Djemaa-El-Ghazaouet, Touent, Nemours, Ghazaouet.

Les disponibilités foncières sont rares dans le tissu urbain existant, après l'arrivée des français, la population de Djamaâ Ghazaouet, s'abritant dans la ville montagnaise (anciennement forteresse) ne comptait en cette période que 300 à 400 habitants.

Choisie comme point de débarquement et de ravitaillement des troupes de colonisation opérant dans les confins du Maroc, la baie de Ghazaouana (900m de large) les a favorisés par sa position stratégique (ouverte) et sa vallée offrant des produits agricoles diversifiés.

Après les années 1840, le site de la ville de Ghazaouet s'étendait sur superficie d'une douzaine d'hectares. En 1850, 450Ha, organisée selon le plan du géomètre Fagot (1850), en deux parties par rapport à Oued Ghazouana :

- Némours Ouest (200 Ha),
- Némours Est (250 Ha) : Sidi Amar, moulin à vent, ruine.

Les plantations européennes gagnaient du terrain, notamment vers les meilleures terres d'Ouled Ziri en les recousant sur les terres domaniales, situées ailleurs. Les fermes coloniales s'installaient au milieu des vergers qui occupèrent la totalité de la terrasse alluviale de l'Oued Ghazouana.

Le périmètre de Ghazaouet a subi des travaux d'aménagement durant la colonisation et après la colonisation par les français, des techniques de traitements préconisés ont concerné les zones de montagnes et les versants :

- Les banquettes d'infiltration
- Les ouvrages de correction torrentielle
- Le reboisement sur les banquettes.

Des travaux d'aménagement du périmètre de Ghazaouet ont donné des résultats palpables, mais c'est le manque d'entretien et de suivi de travaux qui faisait défaut. Les crues d'Oued Ghazouana ont causé des dégâts importants au niveau de la ville de Ghazaouet et son port, et ce même avant l'année 1940, de même les apports solides déversés à l'entrée du port ont été estimés à plus de 25000 m³/an.

❖ **En 1936**, monsieur M .A. castagne, présenta un projet complet des travaux à exécuter pour assainir, dans une première étape, l'agglomération urbaine située sur la rive droite de l'oued ghazouana, après une étude approfondies sur la topographie, le relief, le débit maximum des eaux pluviales, etc.

❖ **En 1937** M. castanet fit prévaloir de préférence au système séparatif, le tout à l'égout (système unitaire) rejeté à la mer directement. Ce projet comprend essentiellement

1. Un collecteur principal longeant la rue du monument, de l'ouest à l'est et se dirigeant à travers les docks, jusqu'à l'enracinement de la jetées Nord qui sont jetées dans la mer, en eau profonde, hors du port et, par la même, hors des zones d'activité de l'agglomération urbaine.
2. Trois collecteurs secondaires longeant les rues des remparts, du presbytère et de la marine. Ce dernier draine la zone extra muros.
3. Des collecteurs tertiaires longeant la rue de rouant et le boulevard Gambetta.

Ce réseau est pourvu :

- Des regards de visite placés à tous les points de jonction des collecteurs entre eux, aux points de changement de direction et en principe à tous les points de changement de pente.
- Des bouches d'égout des eaux placées à l'extrémité des tronçons qui recueillent les eaux de ruissèlement. Ainsi, le rejet des eaux de vannes hors de l'agglomération urbaine, le drainage de toute la rive droite de l'oued Ghazouana.

Au début de l'occupation par les militaires français, Nemours était desservie par quatre, en outre certaines conduites, étaient dans un piteux état, qui nécessitait sans cesse des réparations et des curages.

Les habitants de Ghazaouet recueillaient leur déjections de toutes sortes dans un récipient hermétiquement fermés et les conserver chez eux durant toute la journée et ils

avaient la faculté de les faire porter et jeter à la mer que de bon matin ou en plein nuit en cachette.

D'autres avaient des fosses septiques, sortes de dépotoirs, qui se colmataient facilement et exige un entretien et un curage constant et coûteux.

❖ **En 1944 à 1969**

Les travaux ont concerné 11500 Ha résumés comme suit :

- Réalisation de fossés de protection,
- Réalisation des banquettes cultivables,
- Réalisation des ceintures en pierres,
- Protection des talwegs par seuils en maçonnerie et pierres,
- Plantation d'arbres fruitières et fourragères (amandes, figuiers, oliviers..etc.),

❖ **Aménagement hydraulique au niveau de l'oued Marsa de 2008 à 2013**

- Revêtement enrochement.
- Protection des berges au niveau de l'oued Marsa contre les glissements.
- Changement de la morphologie de quelque tronçon de l'oued Marsa.

❖ **Aménagement 2013 à présent**

- Curage et rééquilibrages du lit, sur une distance de 1Km pour 35m de largeur et 3,50m de profondeur.
- Des opérations de bétonnage des berges ainsi que la création de ruelles piétonnes le long de certains quartiers riverains à l'oued.
- Une construction en cours d'une station de pompage.
- Une étude d'une station d'épuration réalisée par HPO Oran en (une zone d'installation qui fait l'obstacle de la réalisation).

V. Conclusion

D'après cette étude, on peut conclure que notre oued a une diversité de formation géologique et hydrologique.

Outre l'étude géométrique prouve que l'oued Ghezouana n'a pas des caractéristiques semblables et constantes dans toute sa longueur et sa superficie. Ce qui rend son étude difficile à réaliser ou à exploiter.

I. Introduction

L'aspect quantitatif et qualitatif des ressources en eau doit tenir compte des effets anthropiques qui peuvent augmenter ou au contraire diminuer le potentiel hydrique dans un bassin versant et le degré de leur pollution. (Reynard, E, 2000).

L'objectif de ce chapitre est de présenter les résultats de l'évaluation des rejets d'eaux usées rejetées vers l'oued en fonction des objectifs environnementaux de rejet (OMS) pour le milieu aquatique afin de proposer des solutions qui conviennent.

II. L'évaluation quantitative des eaux usées

II.1. Estimation de la population

Le nombre d'habitants pour l'horizon considéré est évalué suivant la formule suivante qui exprime ce nombre.

Cette formulé appelée la formule de Tabasaran

$$P = P_0 \cdot \left(1 + \frac{T}{100}\right)^n$$

P : population à l'horizon considéré.

P₀ : population à l'année référence.

T : taux d'accroissement annuel d'horizon de l'année de référence : 1,5% (source CTH Ghazaouet)

n: nombre d'année d'écart.

La projection pour le court, moyen et long terme d'habitations limitrophes de l'oued Ghezouana qui jette leurs eaux dans notre oued d'étude est présenté dans le tableau suivant :

Tableau. 18: Evolution du nombre d'habitants à différents termes de cités limitrophes de l'oued Ghazouana

Cité	2008	2017	2025	2030	2040
Djamaa sakhra	1131	1293	1457	1569	1821
Les orangers	350	400	451	486	564
Derrar	350	400	451	486	564
Derb zalamit	250	286	322	347	403
320 logements	1600	1830	2061	2220	2577

Total	3681	4209	4741	5108	5928
Taux d'accroissement	1,50%				

NB : Les chiffres sont arrondis.

II.2. Estimation des Besoins en eaux

L'estimation du débit moyen de consommation est calculée à la base d'une dotation journalière de 150L/j/hab. (source CTH Ghazaouet)

$Q_{j\text{moy}}$: débit journalier moyen (m^3/j).

q : dotation hydrique

N : nombre d'habitant.

$$Q_{j\text{ moy}} = q \cdot \frac{N}{1000}$$

- ✓ Le débit d'eau usée est la somme de plusieurs eaux de provenances différentes. Les débits des équipements seront comptabilisés dans le débit d'eau usée d'origine domestique
- ✓ La quantité d'eau consommée quotidiennement est calculée pour les besoins raccordés aux réseaux d'alimentation en eau potable
- ✓ Le débit de consommation des équipements est de 10% de la consommation moyenne journalière.

La consommation en eau relative à chaque usage domestique et équipement sera la suivante :

Tableau 19 : Les besoins en eau totaux

Cité	2008	2017	2025	2030	2040
Habitants (hab)	3681	4209	4741	5108	5928
Débit des besoins domestiques journaliers moyens	552,15	631,3227749	711,180426	766,1433	889,14057
Débits des besoins des équipements (m^3/J)	55,215	63,13227749	71,1180426	76,61433	88,914057
Débit des besoins journaliers totaux (m^3/J)	607,365	694,4550523	782,2984686	842,75763	978,054627

II.3. Evaluation des débits des eaux usées

Le régime du rejet est conditionné par le train de vie des citoyens, ce qui nous donne des heures où on a un pic et des heures creuses où le débit est presque nul (la nuit).

Pour estimer le coefficient de pointe, nous avons plusieurs méthodes parmi lesquelles on citera la méthode liée à la position de la conduite dans le réseau.

- Le coefficient de pointe est estimé selon l'importance de la ville.
- Le coefficient de pointe est estimé à partir débit moyen

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_p = k_p * Q_{jmoy}$$

Le coefficient de pointe K_p peut être estimé de plusieurs façons :

Si $Q_{moy} \geq 2,8$ L/S donc on calcul K_p avec la formule suivant :

$$k_p = (1.5) + \left(\frac{2.5}{Q_{jmoy}^{\frac{1}{2}}} \right)$$

si $Q_{moy} < 2,8$ L/s on prend $K_p=3$.

Tableau 20: Débit des eaux usées totaux

Année	2008	2017	2025	2030	2040
Habitants (hab)	3681	4208,8185	4741,2028	5107,622	5927,6038
Débit des besoins journaliers moyens (m ³ /j)	552,15	631,322775	711,180426	766,1433	889,14057
Débites des eaux usées moyen (m ³ /j)	441,72	505,05822	568,944341	612,91464	711,312456
Débit des eaux usées moyen (L/s)	5,1125	5,84558125	6,58500394	7,09391944	8,23278306
Débit moyen horaire (m ³ /h)	18,405	21,0440925	23,7060142	25,53811	29,638019
Coefficient de pointe K_p	1,76906313	1,65442141	1,55876976	1,50181648	1,39407666
Débites des eaux usées de pointe (L/s)	9,04433524	9,67105475	10,264505	10,6537651	11,4771307
Débites des eaux usées de pointe (m ³ /j)	781,430565	835,57913	886,853233	920,485306	991,624092
Débites des eaux usées de pointe (m ³ /h)	32,5596069	34,8157971	36,952218	38,3535544	41,3176705

III. Evaluation qualitative des eaux usées

On notera tout d'abord qu'à l'état naturel d'eau peut avoir des caractéristiques qualitatives très diverses étroitement liées au contexte hydrologique. De plus tous les usages ne jettent pas la même qualité d'eau.

III.1. Généralités sur les analyses

Pour analyser l'eau on doit prendre en considération plusieurs précautions dès le prélèvement jusqu'à l'obtention des valeurs des paramètres, en prenant compte que même le mode de prélèvement varie selon l'origine de l'eau.

- Dans le cas de prélèvement a un robinet, l'eau doit couler pendant 10min au minimum avant de remplir le flacon.
- Dans les cas des forages, ces derniers doivent être en service pendant 03 jours au minimum avant le prélèvement.
- Dans le cas d'une source, le flacon doit plonger à une certaine distance du fond des bords et des rives.
- Dans le cas d'une rivière, d'une nappe ouverte, la bouteille sera plongée à une certaine distance du fond (50cm) et de la surface assez loin des rives ou des bords ainsi que pour des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes ou des remous, et en évitant la mise en suspension des dépôts. Dans (RODIER et al., 2005).

Un plan d'échantillonnage doit être établi et des points de prélèvements doivent être diversifiés. Ces points doivent être choisis de façon à représenter les endroits les plus affectés.

En fait, les points de prélèvements doivent être choisis de préférence là où les variations sensibles de qualité sont probables, c'est-à-dire là où il y a des rejets remarquable et importants. Dans le cadre de notre étude nous avons opté pour deux points de prélèvement jugés comme étant les plus représentatifs (voir la carte)

Un échantillonnage systématique permet de déterminé la qualité physico-chimique et même bactériologique de l'eau.

III.2. Précautions lors du prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera retrouvée.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.). Le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau et selon le type d'analyse à effectuer [11].

Des précautions doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons. Les échantillons peuvent être contaminés par un manque de soins dans l'application des techniques d'échantillonnage. Ainsi, il incombe au préleveur ou au responsable d'un bassin de s'assurer de la qualité du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons avant qu'ils ne soient soumis à un laboratoire accrédité par les services du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques. Il est également de la responsabilité du préleveur ou

du responsable d'un bassin de s'assurer de la représentativité de l'échantillon lorsque des analyses sur place sont effectuées.

III.3. Technique de prélèvement de l'eau usée de Ghezouana

Pour l'analyse physico-chimique, des échantillons de 1,5 litres d'eau ont été collectés dans des bouteilles.

Au moment du prélèvement les bouteilles ont été rincées 03 fois avec l'eau à analyser puis remplies jusqu'au bord, ensuite bien bouchée la bouteille de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

III.4. Matériels utilisés lors de l'échantillonnage

Pour réaliser les prélèvements nous avons utilisé le matériel suivant :

- Des bouteilles de 1,5 litre en plastique bien lavées.
- Un thermomètre gradué.
- Des étiquettes.
- Un préleveur avec corde.

02 stations ont été sélectionnées. Ils ont été choisis en raison de leurs implantations accessibles. Pour les prélèvements, les traversées des agglomérations et certaines longeant les terres agricoles.



Figure 18 : Station de prélèvement 01



Figure 19 : Station de prélèvement 02

Les échantillons d'eau ont été directement acheminés au laboratoire dans un délai de 4 heures au maximum pour effectuer les analyses mais on les mettait dans une glacière.

Les paramètres suivants ont été analysés, la T°C, le pH, la Conductivité électrique (CE), l'Oxygène dissous (OD), la Dureté totale (DT), les Sulfates (SO_4^-), les Ortho-phosphates (OP), les Chlorures (Cl), les Nitrates (NO_3), les Matières organiques (MO), l'Ammonium (NH_4), les Matières en suspension (MES), la DBO_5 et la Température, a été

mesurés directement in situ. Les autres paramètres physico-chimiques ont été déterminés selon le protocole d'analyse du laboratoire de la STEP de la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Chaque échantillon ponctuel contient 1,5L, ou on colle une étiquette mentionnée que c'est une eau brute avec le jour de prélèvement et c'est à partir de cette composite que va t-êtré déterminer avec la majorité des paramètres cités. Pour de telles analyses, différents appareils sont utilisés. Qui seront présentés chacun suite à sa fonction.



Figure 20 : Un échantillon composite d'eau usée de la station 01de l'oued Ghazouana

III.5. Méthodes et protocoles d'analyse

➤ Le pH

Le pH est lu à l'aide du pH-mètre et il est lié avec la température. En effet quand la température diminue, le pH augmente. Pour mesurer le pH, procéder comme suit : chaque heure, déterminer le pH et la température des échantillons ponctuels à partir de 8h jusqu'à 16h.



Figure. 21 :pH-mètre

➤ **La DCO (Demande chimique en oxygène)**

La DCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique en utilisant du bichromate dans une solution acide et pour la transformer en dioxyde de carbone et en eau.

La DCO est utilisée pour tester la force des eaux usées qui ne sont pas biodégradables, ou qui renferment des composants qui freinent l'activité des microorganismes.

➤ **Les appareils utilisés**

- **Thermo réacteur** : l'incubation des échantillons préparés,
- **DCO mètre** : la lecture.



Figure 22 : Thermo réacteur



Figure 23: DCO-mètre

➤ **Les réactifs utilisés**

Réactif de digestion à forte charge 0_1500

- **Volume de l'échantillon**: 2 ml / échantillon,
- **Temps d'incubation**: 2h,
- **Temps de refroidissement**: 20 mn

Prendre 2 ml de chaque prélèvement d'eau, ajouter à chacun le réactif correspondant, agiter puis mettre dans le Thermo réacteur à $T = 150^{\circ}\text{C}$ pendant 2h pour incubation. Après 2h sortir les échantillons et les laisser refroidir pendant 20 mn.

Préparer de la même façon des tubes témoins pour la lecture avec de l'eau distillée à conserver jusqu'à épuisement des réactifs et refaire ces tubes chaque fois qu'une nouvelle boîte de réactifs est ouverte. Collage du DCO mètre au mode Mr ou Hr pour la lecture de la DCO de notre eau usée

➤ **La DBO₅ (Demande biologique en oxygène après 5 jours)**

L'analyse DBO₅ dépend du résultat de la DCO. La DBO₅ représente la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pendant 5 jours pour décomposer la matière organique des eaux usées à une T° de 20°C , de même d'ordinaire, la DBO₅ est utilisée pour

tester la force des eaux usées municipales traitées et non traitées et celle des eaux industrielles biodégradables.

Les appareils utilisés :



Figure 23 : Bouteilles à bar magnétique + Oxitop + Enceinte DBO

Pour cerner la gamme de l'échantillon prélevé il faut appliquer la formule suivante :

$$\boxed{\text{Valeur DCO} \times 0,8}$$

Se rendre au tableau des gammes pour savoir quel volume prendre pour la suite de l'analyse.

Tableau. 21: Gammes utilisé

Gamme	Volume (ml)
999	100
600	150
250	250
90	400

Rincer les bouteilles à bar magnétique chacune avec l'eau qui lui est destinée puis mettre le volume correspondant en ajoutant deux cristaux de NaOH (1 gr/cristal), fermer ensuite les bouteilles avec l'oxitop en réglant chacun avec sa gamme adéquate en appuyant fortement sur les boutons A et B pour afficher la valeur de la gamme correspondant au volume utilisé. Puis mettre dans l'ancienne DBO et attendre 5 jours pour connaître la valeur de la DBO₅.

❖ Les autres paramètres physico-chimiques réalisés dans l'analyse complète sont : L'azote ammoniacal NH_4^+ - Phosphate PO_4 – Nitrite NO_2^- - Nitrate $\text{NO}_3\text{-N}$.

La lecture de ces paramètres se fait avec un seul appareil qui est le **Spectrophotomètre DR 3900**, appareil programmé pour lire ces paramètres et beaucoup d'autres où sont incluses les valeurs des normes utilisées.



Figure. 24 : Spectrophotomètre DR 3900

➤ **DOSAGE AZOTE AMMONICAL (NH_4^+)**

- **Appareil** : Spectrophotomètre
- **Réactifs**: Stabilisant minéral (3gouttes) - Alcool polyvénirique (3gouttes) - Réactif de Nessler (1ml)
- **Volume de l'échantillon** : 25 ml
- **Temps de repos**: 1mn

Prendre 25 ml de chaque eau, ajouter 3 gouttes du stabilisant minéral + 3 gouttes d'alcool polyvénirique + 1ml du réactif de Nessler agiter et laisser reposer 1mn. Préparer le témoin en même temps pour l'étalonnage de l'appareil avec 25ml d'eau distillée et les mêmes réactifs et en prendre 10 ml pour mettre à zéro l'appareil. Prendre 10 ml de cet échantillon préparé et lire ensuite en réglant le spectrophotomètre sur le **code 380**.

Si la valeur lue est au-dessus de la norme on procède alors à une dilution. Selon le facteur choisis on fait la dilution.



Figure 25 : Réactifs du dosage NH_4^+

- **DOSAGE PHOSPHATE (PO_4)**
- **Réactifs** : Phosver 3
- **Volume de l'échantillon** : 10 ml
- **Temps de repos**: 2 mn

Prendre 10 ml de chaque eau, ajouter un sachet du réactif Phosver3 agiter et laisser reposer 2 mn. Préparer le témoin en même temps pour l'étalonnage de l'appareil avec 10 ml d'eau distillée et le même réactif et en prendre 10 ml pour mettre à zéro l'appareil. Lire ensuite en réglant le spectrophotomètre sur le **code 490**.

- **DOSAGE NITRITE (NO_2^-)**
- **Réactifs** : Nitraver3
- **Volume de l'échantillon** : 10 ml
- **Temps de repos**: 20 mn

Prendre 10 ml de chaque eau, ajouter un sachet du réactif Nitraver3 agiter et laisser reposer 20 mn.

Préparer le témoin en même temps pour l'étalonnage de l'appareil avec 10 ml d'eau distillée et le même réactif et en prendre 10 ml pour mettre à zéro l'appareil. Lire ensuite en réglant le spectrophotomètre sur le **code 371**.

➤ **DOSAGE NITRATE ($\text{NO}_3\text{-N}$)**

Cette analyse passe par 2 étapes :

- **Etape1** :
- Réactifs : Nitraver 6
- Volume de l'échantillon : 30 ml
- Temps d'agitation : 3mn
- Temps de repos: 2 mn
- **Etape2**
- Réactifs : Nitraver 3

- Volume de l'échantillon : 25 ml des 30ml
- Temps d'agitation : 30 secondes
- Temps de repos: 10 à 15 mn

Prendre 30 ml de chaque eau, ajouter un sachet du réactif NitraVer6 agiter 3 mn et laisser reposer 2 mn.

Ensuite prendre 25 ml de chaque échantillon, ajouter un sachet du réactif NitraVer3 agiter 30 secondes et laisser reposer 10 à 15 mn.

Préparer le témoin en même temps pour l'étalonnage de l'appareil avec 30 ml d'eau distillée et le même procédé et en prendre 10 ml pour mettre à zéro l'appareil. Lire ensuite en réglant le spectrophotomètre sur le **code 351**.



Figure 26 : Réactifs pour PO_4 - NO_2^- - $\text{NO}_3\text{-N}$ **Figure 27** : Les tubes témoins (à blanc)

➤ **LES MES (Matières En Suspension)**

La matière en suspension est la matière déterminée après centrifugation de l'eau brute.

Pour cela, prélever un échantillon composite de l'eau de 250ml et filtrer avec un appareil de filtration sous vide et à l'aide d'un papier filtre préalablement pesé (M_0). Puis, récupérer le papier et le sécher dans l'étuve à 135°C pendant 2h. Ensuite repeser après séchage et noter la valeur (M).



Figure 28 : Le culot dans une capsule



Figure. 29: Analyse des MES

La formule permettant de déterminer la MES est la suivante :

$$MES = \frac{M - M_0}{V} \cdot 10^6 (mg/l)$$

Pour l'analyse de l'eau brute, prélever 200ml de l'échantillon composite ensuite l'introduire dans 4 pots (50ml/ pot) de la centrifugeuse et régler cette dernière à 3000 tours pendant 20mn.

Peser la capsule préalablement séchée (M_0). Puis y introduire le culot récupéré des 4 pots avec le minimum d'eau distillée. Par la suite, incuber la capsule à 105°C pendant 24h dans l'étuve. Repeser la capsule et noter (M). Calculer ainsi les valeurs des MES.

➤ **LA TURBIDITE**

Cette analyse est réalisée pour les échantillons composites en fin de journée (à 16h) à l'aide d'un turbidité-mètre, comme suit: remplir une cuvette de mesure avec 10ml d'échantillon tout en évitant la formation de bulles lors de la fermeture. Placer ensuite la cuvette dans l'appareil et appuyer sur (Read), le résultat s'affiche au bout de 30 secondes.



Figure 30: *Le Turbidité-mètre*➤ **LA CONDUCTIVITE**

Elle est mesurée à l'aide d'un conductivité-mètre comme suit : plonger la sonde de l'appareil dans un Bêcher qui contient l'échantillon et lire directement le résultat.

Figure 31: *Le Conductivité-mètre***IV. Résultats et discussions****IV.1. Station de prélèvement01****Tableau .22. Résultats des analyses physico-chimiques de la première station**

Paramètres	Unité	Lundi 20/03/2017	Lundi 03/04/2017	Moyenne
T°	°C	17.26	18	17,63
pH	mg/L	6,61	6,49	6,55
Turbidité	N.T.U	169,89	194	181,945
Conductivité	mg/L	1284	1336	1310
DCO	mg/L	842	1000,5	921,25
DBO5	mg/L	520	577	548,5
MES	mg/L	295,5	350,78	323,14

NH ₄ ⁺	mg/L	62,08	79,9	70,99
PO ₄	mg/L	4,09	4,87	4,48
NO ₂ ⁻	mg/L	0,24	0,24	0,24
NO ₃ -N	mg/L	24,17	26,61	25,39
MVS	mg/L	202,1	354,85	278,475
SO ₄	mg/L	104,67	128	116,335
DCO/DBO ₅		1,6192308	1,7339688	1,676599787
MVS/MES		0,6839255	1,0116027	0,847764132

Tableau. 23 : Résultats des analyses des métaux lourds et bactériologiques S01

	La date	21/08/2014	22/08/2014	La moyenne
Les métaux lourds	Fer	0,818	0,7691	0,7936
	Cuivre	0,0615	0,0396	0,0506
	Manganèse	0,0541	0,0615	0,0578
	Nickel	0,0093	0,0121	0,0107
	Mercure	0,0025	0,0022	0,0024
	Chrome	0,0227	0,0423	0,0325
	Cadium	0,0037	0,0024	0,0031
	Plomb	0,0408	0,049	0,0449
	Etain	0,0102	0,0104	0,0103
Analyse bactériologique	Coliformes fécaux	>1100	>1100	>1100
	Œufs d'Helminthes	22	10	16

IV.2. Station de prélèvement 02

Tableau 24 : Résultats des analyses physico-chimiques de la deuxième station

Paramètres	Unité	Lundi 20/03/2017	Lundi 03/04/2017	moyenne
T°	°C	16.2	15.85	16,025
pH	mg/L	7.43	6.13	6,78
Turb	N.T.U	238	169.8	238
Cond	mg/L	2400	1900	2150
DCO	mg/L	1168	778	973

DBO ₅	mg/L	572	380	476
MES	mg/L	1366	689,2	1027,6
NH ₄ ⁺	mg/L	112,7	122,8	117,75
PO ₄	mg/L	4,95	3,96	4,455
NO ₂ ⁻	mg/L	0,04	0,05	0,045
NO ₃ -N	mg/L	45,2	4,18	24,69
MVS	mg/L	853,2	508,95	681,075
SO ₄	mg/L	63,69	55,2	59,445
DCO/DBO ₅		2,041958	2,0473684	2,04466322
MVS/MES		0,6245974	0,7384649	0,68153113

Tableau. 25 : Résultats des analyses des métaux lourds et bactériologiques S02

		21/08/2014	22/08/2014	Moyenne
Les métaux lourds	Fer	0,9035	0,8602	0,8819
	cuivre	0,106	0,0881	0,0971
	manganèse	0,1101	0,1328	0,1215
	nickel	0,011	0,0117	0,0114
	mercure	0,0016	0,0014	0,0015
	chrome	0,015	0,013	0,014
	cadmium	0,0165	0,0207	0,0018
	plomb	0,0855	0,0905	0,0667
	étain	0,0173	0,0256	0,0125
Analyse bactériologique	coliformes fécaux	>1100	>1100	>1100
	œufs d'Helminthes	35	28	31,5

V. Une comparaison entre les deux stations

V.1. Paramètres physico-chimique

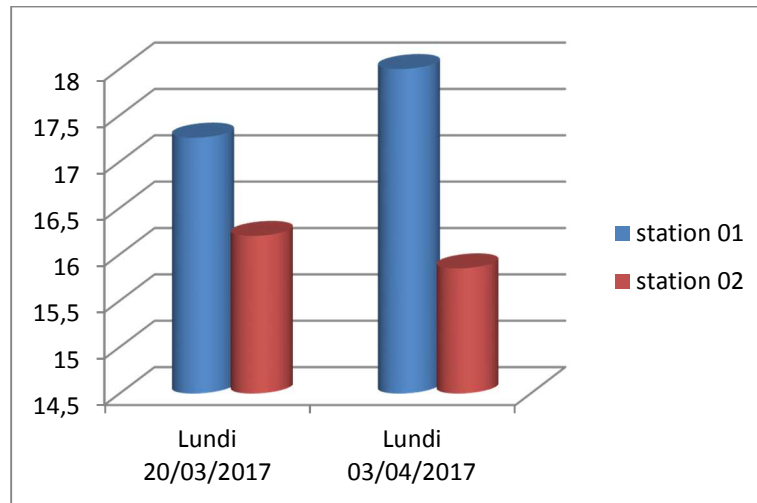


Figure 32. Histogramme de variations des températures d'eau dans différentes stations à différentes dates

On a remarqué que la température de la station 02 est élevée en comparant avec la première station ce qui prouve le paragraphe suivant :

La température de l'eau est fortement influencée par les conditions environnementales liées à la situation géographique de la localité, la géologie des terrains traversés, l'hydrologie de l'écosystème et surtout au climat régnant [L. Djabri & al. (2001)]

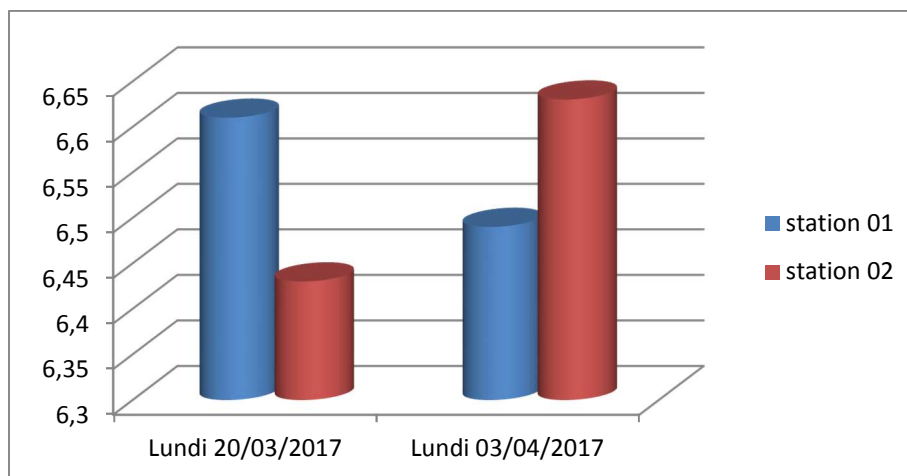


Figure 33. Histogramme de variations de pH aux niveaux des stations de prélèvement

Le pH de l'eau d'oued est basique dans les deux stations à légèrement neutre et qui argumente la présence d'une activité biologique.

La diminution du pH résulterait de l'activité bactérienne de décomposition de la matière organique (ANSA-ASARE & al., 1999 ; NEAL & al., 2000 a).

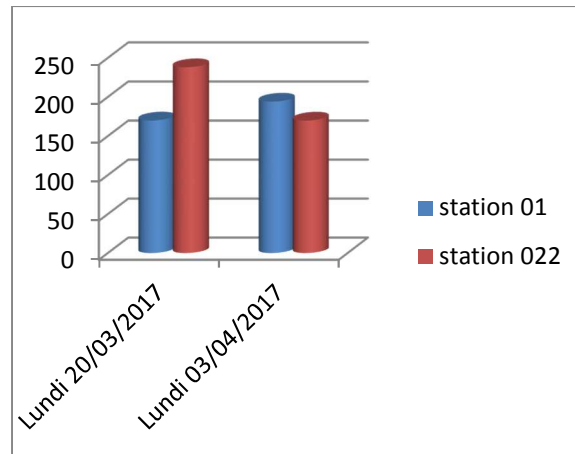


Figure. 34. Histogramme des variations de turbidité

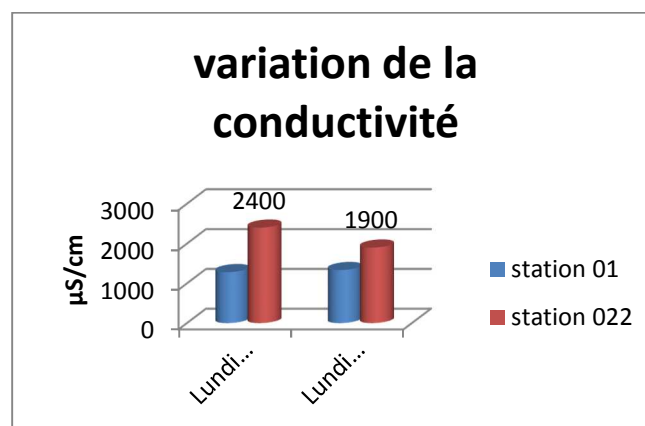


Figure 35. Histogramme des variations de conductivité

La conductivité représente la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est proportionnelle à la minéralisation de l'eau, ainsi plus l'eau est riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée [E. Derwich & al. (2010)].

Elle est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente [A. Brahim & al., (2014)].

Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau suites aux dosages effectués, avec des valeurs toujours supérieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, les eaux de l'oued Ghezouana sont considérées comme fortement minéralisées.

Ces valeurs importantes semblent être la conséquence des apports de l'oued d'une part et d'autre part elles peuvent être le résultat des lessivages du sol.

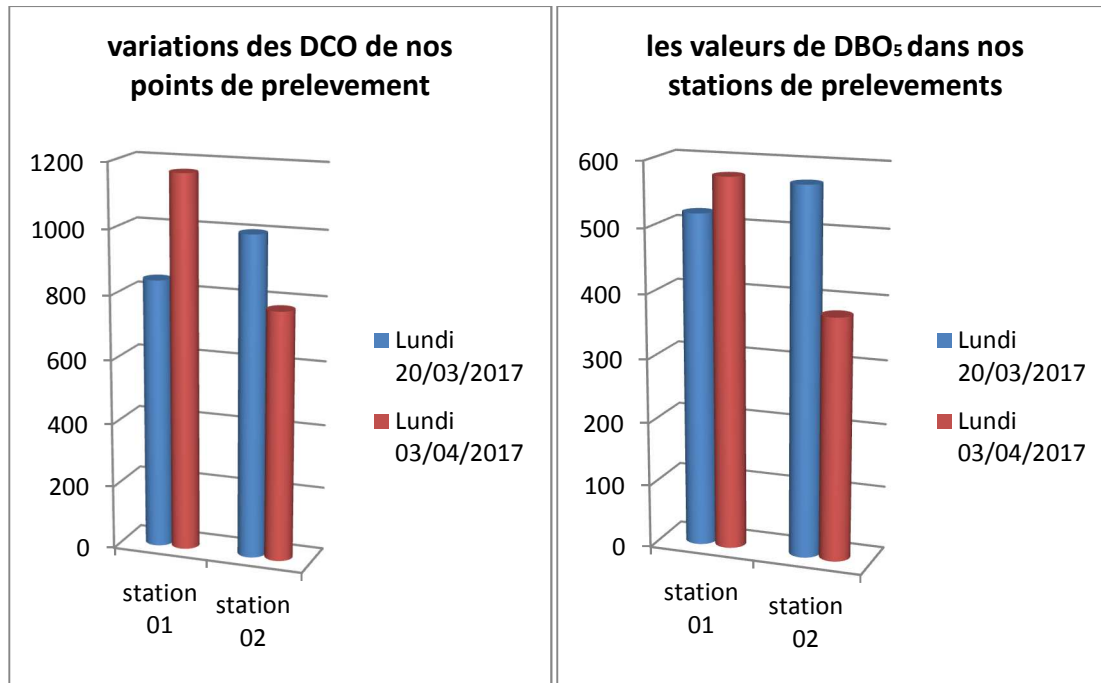


Figure 36. Histogrammes des variations de DCO et DBO₅

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) est variée durant nos prélèvements, elle est présentée avec une valeur maximale dans la station 02, ou ce dernier implique l'existence d'une quantité de matière organique biodégradable importante.

La demande chimique en oxygène (DCO) rend compte sur la quantité des principaux éléments carbonaté qui peuvent être susceptibles d'être oxydés chimiquement dans le milieu récepteur.

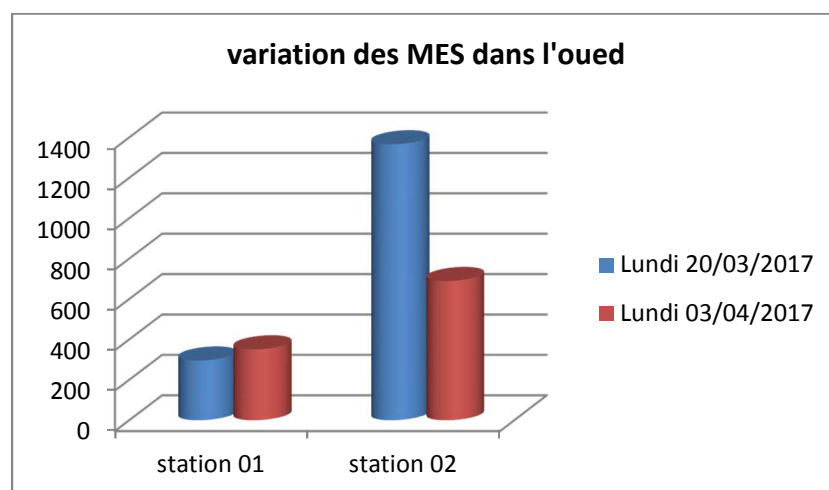


Figure 37. Histogramme des variations des MES

Dans notre histogramme on remarque qu'il existe une différence remarquable de quantité de matière en suspension entre les deux stations ou la station 02 contient une quantité maximale de ces valeurs.

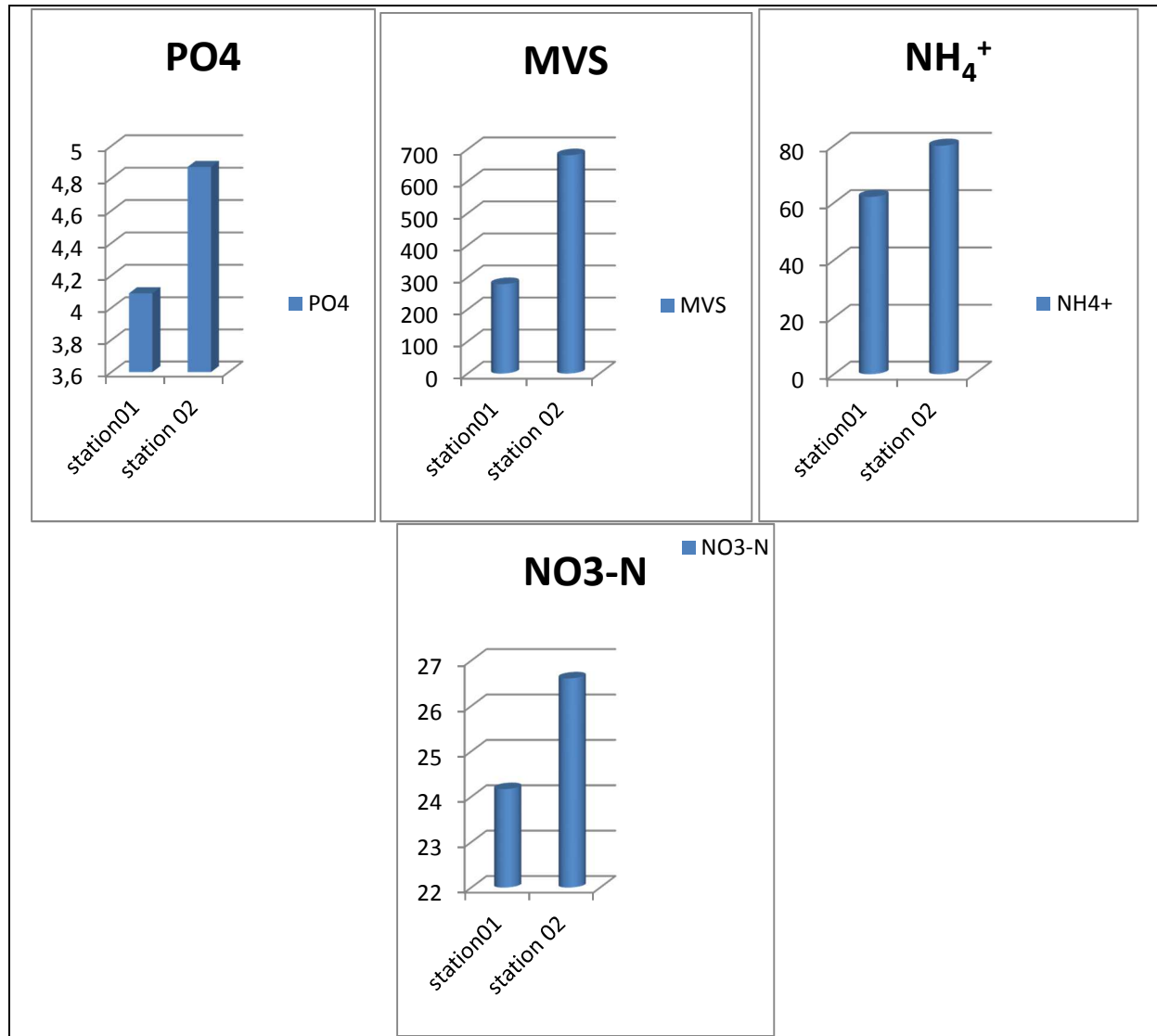


Figure 38. Histogramme des variations des MVS, NH₄⁺, PO₄ et NO₃-N

D'après ces histogrammes les variations des paramètres MVS, NH₄⁺, PO₄, NO₃_N sont plus élevés dans la station 02 en comparant avec la station 01 se qui prouve que la différence de qualité d'eau est lié au contexte hydrologique et géologique.

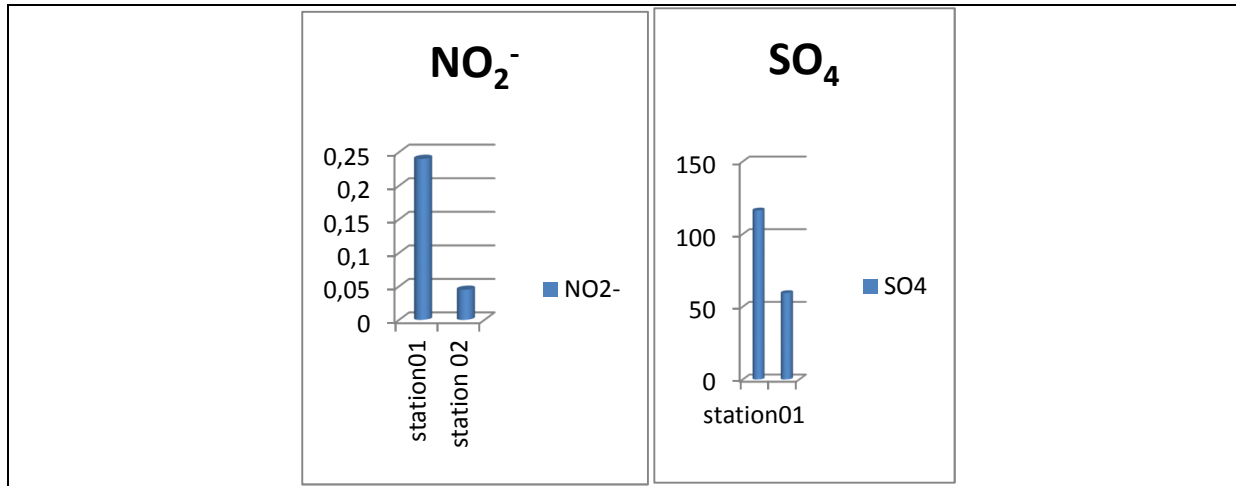


Figure 39. Histogramme des variations des NO_2^- , SO_4

D'après ces histogrammes des paramètres NO_2^- , SO_4 , sont plus élevés dans la station 01 en comparant avec la station 02 à cause de l'emplacement des stations

V.2. Les métaux lourds

Dans les eaux résiduaires, on considère comme métaux lourds, les métaux qui sont dangereux pour l'environnement.

Ces métaux sont pour certain très dangereux, potentiellement toxiques, non biodégradable et bio-accumulables dans les chaînes alimentaires.

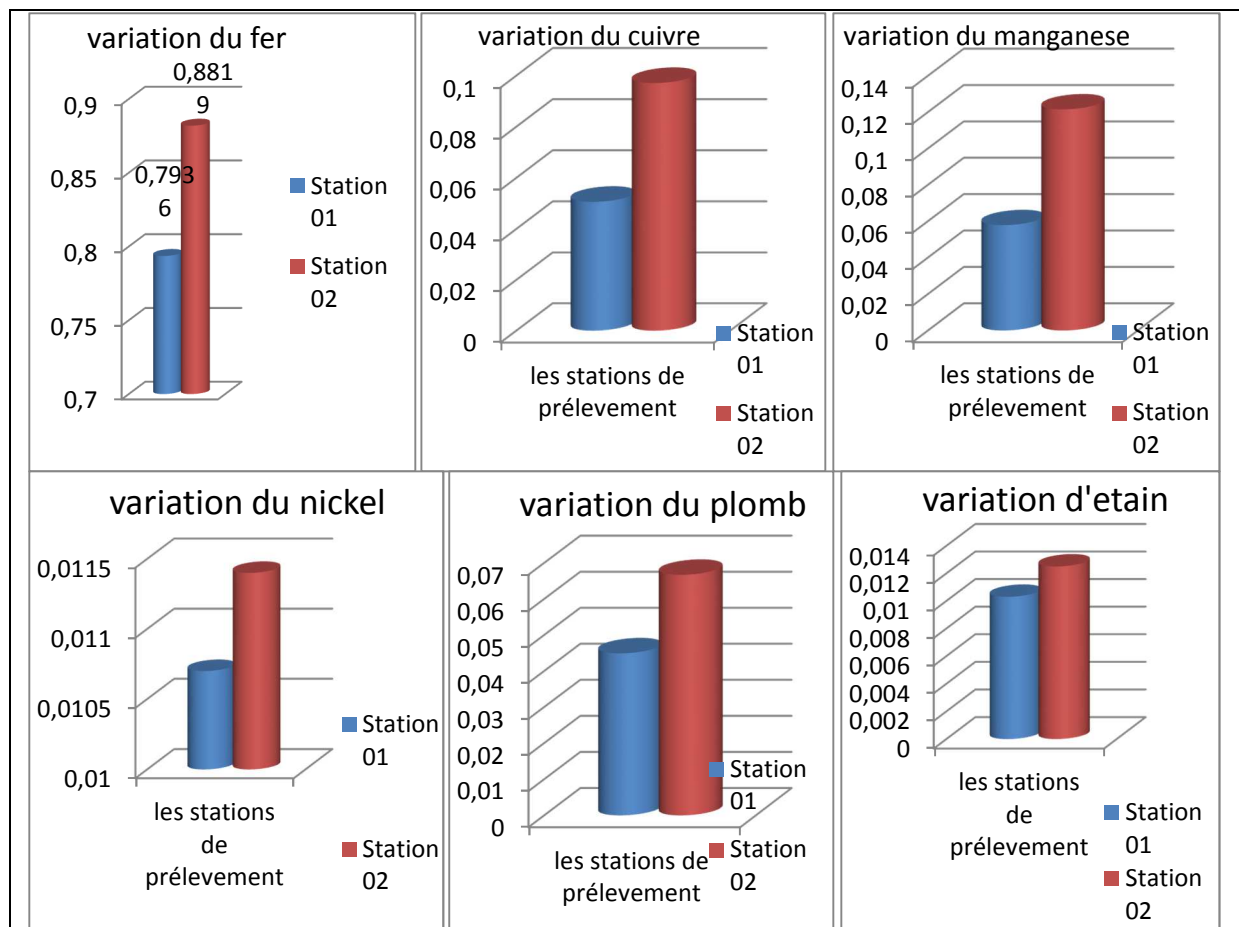


Figure. 40: Variations des métaux lourds (fer, cuivre, manganèse, nickel, plomb et l'étain) dans les deux stations

Les résultats obtenus mettent en évidence la présence d'une quantité relativement négligeable de métaux lourds au niveau de la station, cependant il n'est pas de même pour la station 02 pour laquelle ces quantités sont assez significatives, ceci plaide en faveur de l'existence des rejets industrielles dans cette station.

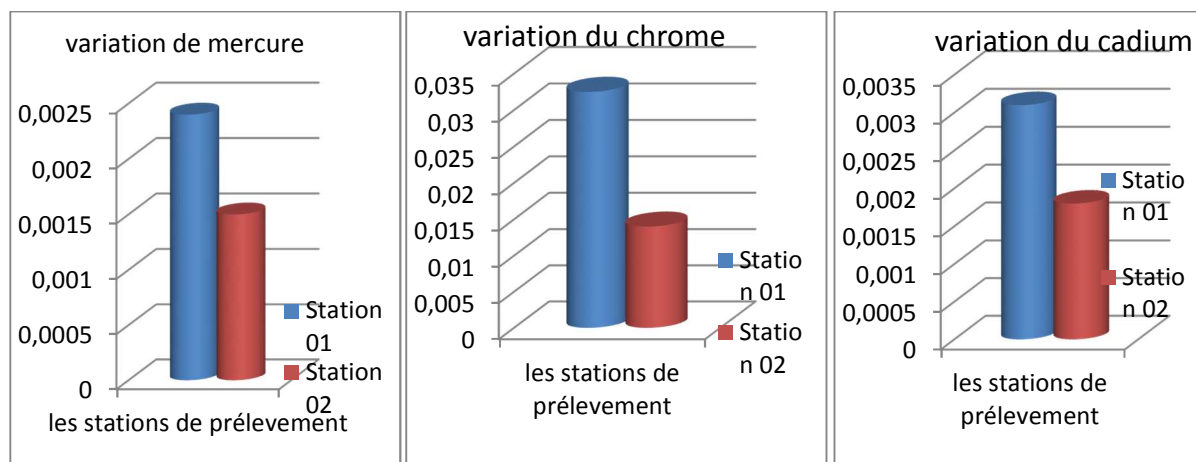


Figure 41. Variations des métaux lourds (mercure, chrome et cardium)

V.3. Normes des rejets

Avant de procéder à l'interprétation de ces paramètres, nous allons citer les normes de rejets algériennes le décret n°93 -160 du 10 juillet 1993. C'est une annexe ou un guide valeur pour mettre en valeurs les résultats de l'eau de l'oued Ghezouana

Tableau 26 : Normes algérienne

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Températures	°C	30
pH	u.PH	5,5 à 8,5
MES	mg/L	30
DBO ₅	mg/L d'O ₂	40
DCO	mg/L	120
Phosphores	mg/L	2
Aluminium	mg/L	5
Cadmium	mg/L	0,2
Chrome	mg/L	3
Fer	mg/L	5
Manganèse	mg/L	1
Mercure	mg/L	0,01
Nickel	mg/L	5
Plomb	mg/L	1
Cuivre	mg/L	3
Zinc	mg/L	5
Huiles et graisses	mg/L	20
Hydrocarbures	mg/L	20
Phénols	mg/L	0,5
Solvants organiques	mg/L	20
Chlore actif	mg/L	1

V.4. La moyenne des analyses des eaux usées des deux stations de prélèvements

paramètres	S1	S2	moyenne des deux stations
T°	17,63	16,025	16,8275

pH	6,55	6,78	6,665
Turbidité	181,945	238	209,9725
Conductivité	1310	2150	1730
DCO	921,25	973	947,125
DBO5	548,5	476	512,25
MES	323,14	1027,6	675,37
NH ₄ ⁺	70,99	117,75	94,37
PO ₄	4,48	4,455	4,4675
NO ₂ ⁻	0,24	0,045	0,1425
NO ₃ -N	25,39	24,69	25,04
MVS	278,475	681,075	479,775
SO ₄	116,335	59,445	87,89
DCO/DBO ₅	1,6766	2,04466322	1,8606315
MVS/MES	0,84776	0,68153113	0,76464763
Fer	0,7936	0,8819	0,83775
Cuivre	0,0506	0,0971	0,07385
Manganèse	0,0578	0,1215	0,08965
Nickel	0,0107	0,0114	0,01105
Mercure	0,0024	0,0015	0,00195
Chrome	0,0325	0,014	0,02325
Cadium	0,0031	0,0018	0,00245
Plomb	0,0449	0,0667	0,0558
Etain	0,0103	0,0125	0,0114
Coliformes fécaux	>1100	>1100	>1100
œufs d'Helminthes	16	31,5	23,75

VI. Interprétation et résultats

1. Couleur et odeur

L'eau de l'oued a une couleur marron clair due à la présence des matières en suspension provenant des eaux pluviales, et une odeur pas trop agréable due à la présence de Matières organiques provenant des eaux usées.

2. Température

Pour le prélèvement effectué au mois d'avril, la température de l'échantillon est de 20,6°C, sachant que la valeur limite normative de la température est de 30°C. Nous savons néanmoins qu'une élévation de température pendant la saison chaude active la multiplication des micro-organismes et favorise la production d'odeurs.

3. pH

La moyenne du pH mesuré est de 6,65 :

Le résultat correspond aux normes préconisées par l'OMS pour les rejets d'effluents ($6.5 < \text{pH} < 8.5$)

D'après [Gaugous D., 1995], le pH n'a pas une incidence écologique directe entre 5 et 9.

De ce fait, les résultats du pH de l'oued se situent dans une bonne gamme d'activité des micro-organismes et favorisent aisément le déroulement d'un traitement biologique.

4. Turbidité

On remarque que la valeur de la turbidité de l'oued Ghezouana est élevée et égale à 209,9725 NTU à cause des rejets des eaux usées. La turbidité est proportionnel le à la teneur en MES et aux matières colloïdales [Guyot C., 1974].

La turbidité des effluents résiduaire de l'oued Ghezouana est très élevée cela est due à la présence de boue dans l'eau (MES).

5. Conductivité

La Conductivité est élevée qui implique une grande concentration de matières minérales en suspension dans l'eau. Cette mesure détermine la quantité des ions minéraux qui sont présents dans l'eau. Ces ions sont répartis en deux groupes : les cations (calcium, magnésium, potassium, sodium ...) et les anions (chlorure, sulfate, bicarbonates ...).

Mais la conductivité ne reflète qu'une minéralisation globale et ne permet pas d'identifier les éléments chimiques

6. Matière en suspension

La détermination des matières en suspension est importante car elle permet d'évaluer la charge polluante, cette mesure est en matière colloïdale d'origine minérale et/ou organique [Degremont, 1989].

La valeur de MES mesurée est de 675,37, elle est plus grande par rapport à la norme qui est de 30 mg/L d'après l'OMS.

Les MES sont responsables d'ensablements ou d'une baisse de pénétration de la lumière dans le milieu.

7. DCO

La valeur de DCO mesurée dépasse la norme préconisée par l'OMS pour les eaux usées (90mg/L).

La DCO présente une valeur élevée qui est 947,127 cette valeur est en rapport avec la quantité de matière organique contenues dans les eaux usées domestiques

8. DBO₅ :

Les concentrations de la DBO₅ de notre eau d'étude varient est 512,25. Ces valeurs sont supérieures aux normes de l'OMS.

Selon Asia et Akporhonor (2007), si les valeurs de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) et la demande chimique en oxygène (DCO) sont assez élevées, cela signifie que les eaux usées ont un potentiel de pollution élevé et devrait donc être traitées avant leur rejet dans l'environnement.

9. DCO/DBO₅

Ce rapport évalue la biodégradabilité d'une eau usée, c'est à dire la faculté de transformation de la matière organique en matière minérale, admissible par le milieu naturel.

Ce rapport est inférieur a 2 ce dernier traduit que l'eau usée de l'oued Ghezouana est facilement biodégradable ce qui peut subir un traitement biologique

10. Ammonium NH₄

D'après les résultats d'analyse, nous observons une forte concentration en ammonium qui traduit la présence d'une flore bactérienne très importante de type domestique.

11. Nitrites

La présence des nitrites dans le milieu peut aussi bien indiquer une oxydation incomplète de l'azote organique, généralement les teneurs en nitrites des eaux proviennent du lessivage des terres enrichies en engrais chimique, et aussi de l'élevage.

L'oued présente une valeur en nitrites de 0,1425 mg/L conforme à la norme algérienne qui est égale à 1 mg/L.

12. Sulfates SO₄

Sa valeur est très variée dans ce cas, cette ion peut entraîner, dans certaines conditions, une attaque du béton et accélérer la corrosion du fer. En agriculture des concentrations élevées (quelque centaines de milligrammes par litre) peuvent poser des problèmes, pour l'irrigation et l'abreuvement.

13. Phosphate

Les variations des phosphates présentent de fortes concentrations avec un pic de 4,4675mg/L, supérieur à 2 normes aux OMS. Selon Festy & al. (2003), les phosphates proviennent des lessivages. Ils participent en première ligne au processus d'eutrophisation, phénomène aux conséquences environnementales (développements algaux) et sanitaires (libération de toxines algales).

14. La concentration des coliformes totaux et coliformes fécaux

Dans la plupart des échantillons, la concentration des coliformes totaux et coliformes fécaux est supérieure à 1100 UFC/100ml, en raison du faible débit de l'eau en saison estivale. (Jacinta & al. (2007) ont noté dans leurs travaux que la qualité des eaux de surface de nombreux lacs et rivières souffre également de la présence de niveaux élevés en coliformes fécaux. Ces derniers sont des indicateurs de contamination fécale.

15. Les métaux lourds

D'après les résultats d'analyse des métaux lourds obtenus, l'eau de l'oued Ghezouana répond aux normes des rejets algériennes et les valeurs restent loin en dessous des valeurs limites de tolérance.

VI. Conclusion

Suite aux résultats d'analyse obtenus tel que la Turbidité, la Conductivité, les MES, la DCO et l'Ammonium, nous ne pouvons pas dire que tous les paramètres physico-chimiques répondent aux normes.

Par contre les valeurs des métaux lourds répondent aux normes préconisées par l'Algérie et celles des normes de l'OMS.

Conclusion Générale

L'Algérie, un pays en voie de développement, connaît un accroissement démographique important, un développement économique et urbain soutenu, et par conséquent, confronté à des problèmes complexes, liés à la pollution. Cette pollution d'origine domestique, agricole et industrielle aboutit dans le milieu hydrique.

Les produits de la pollution déversés dans le réseau hydrographique admettent un impact direct sur la biocénose et par conséquent sur toutes les chaînes alimentaires, causant ainsi de graves incidences sur la santé humaine et animale, d'où la nécessité d'utiliser les meilleurs moyens pour étudier ce type de pollution afin de pouvoir la cerner et la maîtriser.

Le présent travail concerne l'étude quantitative et qualitative des eaux usées de l'oued Ghazouana touché par le fléau de la pollution, cause immédiate des rejets d'origine domestique et industrielle.

Pour connaître la quantité de l'eau de l'oued Ghezouana nous avons estimé en premier lieu le nombre de population à l'horizon 2040, par suite une estimation des débits des eaux usées domestiques.

Et pour connaître la qualité de l'eau de cet oued on a réalisé des analyses physicochimique à partir des échantillons prélevés sur les eaux de l'oued, et d'autres analyses ont été collectées pour améliorer notre étude.

La composition des eaux usées de cet oued ne répond pas aux normes préconisées par l'OMS et les normes algériennes ; en effet la plupart des paramètres analysés sont supérieurs aux normes. Ces eaux sont donc polluées.

Compte-tenu des éléments présents dans ces eaux, elles peuvent présenter des risques pour la santé et l'environnement.

Donc, on propose une installation d'une station de pompage et/ou une station d'épuration qui traitera les rejets d'eau usées de l'ensemble des localités aux abords de l'oued ou leurs eaux traitées peuvent être réutilisées en agriculture

Elles peuvent en outre constituer une solution pour diminuer l'exploitation intensive des ressources limitées en eaux souterraines de l'aquifère de la plaine de Ghazaouet.

Table des abréviations

A.N.R.H : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
ONM : Office National de Météorologie
P.D.A.U : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme
D.R.E : Direction des ressources en eaux de la Wilaya de Tlemcen.
O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé
S : Surface (Km²)
P : Périmètre (Km)
Kc : Indice de compacité de Gravelius
L : Longueur (Km)
I : Largeur (Km)
H_{max} : Altitude maximal (m)
H_{min} : Altitude minimal (m)
H_{moy} : Altitude moyenne (m)
I_m : La pente moyenne Im du bassin (%)
F : La fréquence des cours d'eau (km⁻²)
V_R : Vitesse moyenne de ruissellement (km/h)
σ : Ecart Type
CV : Coefficient de Variance
T : Température (°C)
P : Précipitation (mm)
T_{max} : Moyenne mensuelle des températures maximales (°C)
T_{min} : Moyenne mensuelle des températures minimales (°C)
T_{moy} : Température moyenne mensuelle (°C)
E.T.P : Evapotranspiration potentielle (mm)
E.T.R : Evapotranspiration Réelle (mm)
Q₂ : Quotient pluvio-thermique d'Emberger
I_a : Indice d'aridité
IM : Indice de Moral
S.T.E.P : Station d'Épuration
cm : Centimètre
°C : Degrés Celsius
°K : Degrés Kelvin
h : Heure
μS/cm : Micro siemens par centimètre
pH : Potentielle d'Hydrogène
mg : Milligramme
l : Litre
Q_P : Débit de pointe (m³/s)
Q_{moy} : Débit moyen (m³/s)
K_p : Coefficient de pointe
DBO₅ : Demande biologique en oxygène
DCO : Demande chimique en oxygène
M.E.S : Matière En Suspension
M.O : Matière Organique
C.E : Conductivité électrique (μS.cm⁻¹)
NTU : nephelometric turbidity unit

Liste des tableaux

Liste des tableaux

<i>Tabl. 01</i>	Composants majeurs typique d'eau usée domestique	07
<i>Tabl. 02</i>	Les virus dans les eaux usées	13
<i>Tabl. 03</i>	Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées	14
<i>Tabl. 04</i>	Classification selon L'O.R.S.T.O.M du relief selon l'indice de pente global I_g et selon la dénivelée spécifique	19
<i>Tabl. 05</i>	Valeurs du coefficient de ruissellement pour différentes couvertures du sol	21
<i>Tabl. 06</i>	Paramètres de forme du bassin versant d'oued Tlata	23
<i>Tabl. 07</i>	Représentation des surfaces partielles en fonction des altitudes d'oued Tlata	24
<i>Tabl. 08</i>	Paramètres de relief du bassin versant d'Oued tlata	24
<i>Tabl. 09</i>	Classification de shaum pour le bassin versant de OuedTlata	25
<i>Tabl. 10</i>	Paramètres hydrographiques du bassin versant Oued Tlata	25
<i>Tabl. 11</i>	Paramètres de forme du bassin versant de l'Oued Taima	25
<i>Tabl. 12</i>	Représentation des surfaces partielles en fonction des altitudes (bassin versant de l'Oued Taima	26
<i>Tabl. 13</i>	Paramètres de relief du bassin versant de l'Oued Taima	27
<i>Tabl. 14</i>	Classification de Shaum pour le bassin versant de l'Oued Taima	27
<i>Tabl. 15</i>	Caractéristiques physiques des deux sous bassins Tlata et Taima	27
<i>Tabl. 16</i>	Calculs hydraulique aux niveaux des 24 profils	31
<i>Tabl. 17</i>	Les variations des débits	33
<i>Tabl. 18</i>	Illustration des zones de débordement éventuelles	37
<i>Tabl. 19</i>	Evolution du nombre d'habitants à différents termes de cités limitrophes de l'oued Ghazouana	38
<i>Tabl. 20</i>	Les besoins en eau totaux	39
<i>Tabl. 21</i>	Débit des eaux usées totaux	43
<i>Tabl. 22</i>	Tableau des gammes utilisé	47
<i>Tabl. 23</i>	Résultats des analyses physico-chimiques de la première station	47
<i>Tabl. 24</i>	Résultats des analyses des métaux lourds et bactériologiques S01	48
<i>Tabl. 25</i>	Résultats des analyses physico-chimiques de la deuxième station	48
<i>Tabl. 26</i>	Résultats des analyses des métaux lourds et bactériologiques S02	54
<i>Tabl. 27</i>	Normes algérienne	55

Liste des Figures

<i>Figure. 1</i>	Lac Sidi Mohamed ben Ali (Sidi bel Abbes)	1
<i>Figure. 2</i>	Barrage Taksebt (Tizi Ouazou)	1
<i>Figure. 3</i>	Rivière Khémiss Béni Snous (Tlemcen)	2
<i>Figure. 4</i>	Schéma représentatif des cours d'eau	3
<i>Figure. 5</i>	Schéma d'une rivière et son bassin versant [dynamique chorron]	4
<i>Figure. 6</i>	Les eaux pluviales	8
<i>Figure. 7</i>	La pollution d'un cours d'eau (oued Ghezouana)	15
<i>Figure. 8</i>	Situation géographique du bassin versant de l' oued Ghezouana	17
<i>Figure. 9</i>	Basin versant de l'oued Ghazouana	22
<i>Figure. 10</i>	Rectangle équivalent du bassin versant de l'oued Tlata	23
<i>Figure. 11</i>	Chevelu hydrographique de l'oued	23
<i>Figure. 12</i>	Courbe Hypsométrique de l'Oued Tlata	24
<i>Figure. 13</i>	Chevelu hydrographique de l'oued Taima	25
<i>Figure. 14</i>	Rectangle équivalent du bassin versant de l'oued Taima	26
<i>Figure. 15</i>	La courbe hypsométrique du bassin versant de l'Oued Taima	26
<i>Figure. 16</i>	Situation générale de la zone d'étude sur cartes d'État-major	28
<i>Figure. 17</i>	Variation des débits en fonction de la position des sections	32
<i>Figure. 18</i>	Courbe des débits en fonction des sections	40
<i>Figure. 19</i>	Station de prélèvement 01	40
<i>Figure. 20</i>	Station de prélèvement 02	41
<i>Figure. 21</i>	Un échantillon composite d'eau usée de la station 01	41
<i>Figure. 22</i>	pH-mètre	42
<i>Figure. 23</i>	Thermo réacteur	42
<i>Figure. 24</i>	DCO-mètre	43
<i>Figure. 25</i>	Bouteilles à bar magnétique + Oxitop + Enceinte	44
<i>Figure. 26</i>	Spectrophotomètre DR 3900	45
<i>Figure. 27</i>	Réactifs du dosage NH_4^+	45
<i>Figure. 28</i>	Réactifs pour PO_4 - NO_2^- - $\text{NO}_3\text{-N}$	45
<i>Figure. 29</i>	Les tubes témoins (à blanc)	45
<i>Figure. 30</i>	Le culot dans une capsule	46

<i>Figure. 31</i>	Analyse des MES	46
<i>Figure. 32</i>	Le Turbidité-mètre	49
<i>Figure. 33</i>	Le Conductivité-mètre	49
<i>Figure. 34</i>	Histogramme de variations des températures d'eau dans differentes station dans differentes dates	50
<i>Figure. 35</i>	Histogramme de variations de pH aux niveaux des stations de prélèvement	50
<i>Figure. 36</i>	Histogramme des variations de turbidité	51
<i>Figure. 37</i>	Histogramme des variations de la conductivité	51
<i>Figure. 38</i>	Histogrammes des variations de DCO et DBO ₅	52
<i>Figure. 39</i>	Histogramme des variations des MES	52
<i>Figure. 40</i>	Histogramme des variations des MVS, NH ₄ ⁺ , PO ₄ et NO ₃ _N	53
<i>Figure. 41</i>	Histogramme des variations des NO ₂ ⁻ , SO ₄	54
<i>Figure. 42</i>	Variations des métaux lourds (fer, cuivre, manganèse, nickel, plomb et l'étain) dans les deux stations	54
<i>Figure. 43</i>	Variations des métaux lourds (mercure, chrome et cadmium)	54