

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et d'Hydraulique

Référence :/2022



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري

المرجع/2022

Mémoire de Master

Filière : Hydraulique

Spécialité : Ouvrages hydrauliques

Thème

La possibilité de la réutilisation des eaux usées épurées de la station d'épuration de la wilaya de Batna pour l'irrigation de la plaine d'El Madher

Nom et Prénom de l'étudiant :
M^r : Bennadji Yakoub

Encadreur :
Dr : ZOUITA Nadjoua

Le président de jury, Dr : Mesmoudi Toufik

L'examineur, Mr : Abdessamed Fouzi

Année universitaire : 2021 – 2022

Dédicaces

Comme il est beau de donner ce qu'il y a de plus précieux et comme il est beau de donner le précieux au plus précieux,

Je dédie ce travail à mon cher père, qui m'a peint, et à ma mère, qui m'a coloré avec tout l'amour et la gratitude envers vous .

Et tout cela grâce à mes frères: Ramzi, Zakaria, et ma sœur Marwa et Aya, parce qu'ils sont la bougie qui illumine la vie et parce qu'ils sont le meilleur soutien dans cette vie.

Priez Allah Tout-Puissant de prolonger votre vie et de vous donner ce que vous souhaitez

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah de nous avoir donné le courage et la sagesse pour pouvoir mener à terme ce modeste travail.

Nous adressons notre vif remercié mon directeur de thèse Dr. Zouita pour ses compréhensions et ses conseils et ses aides. Pour sa gentillesse et ses orientations efficaces.

Mes plus sincères remerciements vont aux membres du jury:

Le président de jury, Dr : Mesmoudi Toufik

Et l'examineur, Mr : Abdessamed Fouzi

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Résumé :

La réutilisation des eaux usées épurées est l'une des solutions aux ; pénurie d'eau et la préservation de l'environnement et spécialement les ressources hydriques contre la pollution causées par les rejets qui sont véhiculés par les cours d'eaux vers leurs exutoires

La plaine d'El Madher de Batna est une zone agricole ; d'où passe Oued El Gourzi qui véhicule les eaux usées de la ville de Batna qui sont partiellement épurées dans la station d'épuration de la ville de Batna. Les eaux usées de la zone industrielle ne sont pas pris en considération par la STEP.

Pour pouvoir réutilisées ces eaux épurées en irrigation il faut qu'elle soit conforme au normes du journal officiel Algérien pour les eaux destinées pour l'irrigation pour pouvoir profité des débit rejeté après épuration ; il faut donc résoudre les problèmes détectées dans cette étude et réalisé les propositions

L'étude concerne la réutilisation des eaux usées de la STEP de Batna pour l'irrigation de la plaine d'El Madher

ملخص:

تعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أحد الحلول ؛ ندرة المياه والمحافظة على البيئة وخاصة مصادر المياه من التلوث الناجم عن التصريفات التي تنقلها الأنهار نحو منافذها.

سهل المعذر الموجود في ولاية باتنة و هو منطقة زراعية. من حيث يمر وادي القورزي الذي ينقل مياه الصرف الصحي لمدينة باتنة والتي يتم تنقيتها جزئياً في محطة معالجة المياه لمدينة باتنة.

لا يتم أخذ المياه العادمة للمنطقة الصناعية لكشيدة في الاعتبار من قبل محطة التصفية.

للتمكن من إعادة استخدام هذه المياه النقية في الري ، يجب أن تمتثل لمعايير الجريدة الرسمية الجزائرية للمياه المعدة للري حتى تتمكن من الاستفادة من التدفق الذي يتم تصريفه بعد التنقية ؛ لذلك من الضروري حل المشاكل المكتشفة في هذه الدراسة وتنفيذ المقترحات

Summary:

The reuse of treated wastewater is one of the solutions to; water scarcity and the preservation of the environment and especially water resources against pollution caused by discharges that are conveyed by the rivers towards their outlets

The plain of El Madher de Batna is an agricultural area; from where passes Oued El Gourzi which conveys the waste water of the city of Batna which is partially purified in the treatment plant of the city of Batna. Wastewater from the industrial zone is not taken into consideration by the STEP.

To be able to reuse this purified water in irrigation, it must comply with the standards of the Algerian official journal for water intended for irrigation in order to be able to take advantage of the flow discharged after purification; it is therefore necessary to solve the problems detected in this study and to carry out the proposals

Liste des tableaux

Tableau .1: Comparaison des rendements en t/ha.....	27
Tableau n.2: Les volumes épurés et réutilisés en agriculture, par chacune des 17 stations, au cours du mois d'Octobre 2017.....	31
Tableau n.3: Les volumes rejetés pour la zone de Batna (ONA,2018).....	32
Tableau n°.4 : Variation annuelle des précipitations d'Ain skhouna (1971-2011).	44
Tableau n°5 : Variations moyennes mensuelles des précipitations (période 1971-2011)	45
Tableau n°6 : Variations mensuelles moyennes des précipitations pour la période (1984-2005)	45
Tableau n°.7 : Températures moyennes mensuelles d'Ain Skhouna (période 1971-2011)	46
Tableau n°.8 : Températures moyennes mensuelles d'Ain Skhouna (période 1986-1996)	46
Tableau n°.9 : Evaporations moyenne mensuelle d'Ain Skhouna (période 1971-2011).....	47
Tableau n°.10: Humidité relative (%) à la station d'Ain Skhouna (période 1988-2000).	48
Tableau n°.11 : Vitesse moyenne du vent à la station d'Ain Skhouna pour une période de 12 ans (1988-2000).	48
Tableau n.12 : Répartition de la population occupée par secteur d'activité.....	52
Tableau n. 13. Caractéristiques des rejets industriels de quartes unités industrielles (S, Khelif, 2018)	55
Tableau n.14. Charges hydrauliques de la station d'épuration de Batna.	60
Tableau .15. Données des bilans d'exploitation mensuelle (Janvier-October).....	60
Tableau .16: Résultats des analyses physico-chimiques de STEP de Batna du mois janvier 2016	61
Tableau .17: Résultats des analyses physico-chimiques de STEP de Batna du mois janvier 2016.....	62
Tableau .18: Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois Février 2016.....	63
Tableau .19: Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois Février 2016.....	64
Tableau n .20 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2016.....	65
Tableau n .21 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2016.....	66

Tableau .22 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2017.....	68
Tableau .23 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2017	69
Tableau n. 24: Normes de rejets internationales OMS , Boughanem	73
Tableau n.25 :Les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur(JORA, 2012).(7)	74

Liste des figures

Figure .1 : Dégrillage	12
Figure .2 : Schéma d'un tamisage.....	12
Figure .3 : Schéma d'un déssableur	13
Figure .4 : Schéma d'un déshuileur-dégraisseur.....	14
Figure .5 : Disques biologiques.....	15
Figure .6: Lits bactériens	16
Figure .7 : Boues activées	16
Figure .8 : Lagunage naturel	17
Figure .9: Lagunage aéré.....	18
Figure .10 : Décantation secondaire.....	18
Figure .11 : Réutilisation des eaux usées dans le monde.....	23
Figure .12 : Les usages de la réutilisation des eaux usées épurées (REUT)	25
Figure .13 : La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle d'assainissement.	26
Figure .14 : Carte des réseaux hydrauliques et hydrographiques à Batna	33
. Figure n.15 : La situation de la wilaya de Batna (Baaziz 2018).....	37
Figure n.16 : : Situation géographique de la wilaya de Batna et la plaine d'El Madher. 37	
Figure n .17 : Carte hypsométrique de la wilaya de Batna (Baazi. 2018)	38
Figure n.18 : Carte géologique de la wilaya de Batna (Baaziz. 2018)	40
Figure n.19 : Alimentation de la plaine d'El Madher;(Menani , 1991 in Zouita.2002) ..	41
Figure n.20 : Le réseau hydrographique du bassin d'El Madher (LAZHAR FERHAT)	43
Figure n.21 : Carte du Réseau hydrographique de la wilaya de Batna (Baaziz. 2018)	43
Figure n.22 : Station d'épuration de Batna (Google Earth, Zouita. 2022).....	50
Figure n.23: Oued El Gourzi dans la zone industriel de Kchida Prés de l'usine COTITEX (Zouita, 2022)	55
Figure n..24 : Oued El Gouzi en ace de l'OAIC et à proximité de la STEP de Batna [le 26 Mars 2017, Zouita 2022].	59
Figure n.25 : Pompage de l'eau pollué de l'Oued El Gourzi entre Fesdis et El Madher [le 26 mars 2017 Zouita , 2022].....	59

Liste des Graphe

Graphe n.1 : Evolution de la DBO5,DCO et MES à la sortie de la STEP (Janvier2016).....	64
Graphe n.2 : Evolution de la DBO5,DCO et MES à la sortie de la STEP(Février2016)	66
Graphe n.3 : Evolution de la DBO5,DCO et MES à la sortie de la STEP(Mars2016)	69
Graphe n.4 : Evolution de la DBO5,DCO et MES à la sortie de la STEP(Mars2017)	71

Table des matières

Dédicaces

Remerciements

Résumé

ملخص

Summary

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale

CHAPITRE I : Généralité sur les eaux usées

Introduction.....	3
1. Généralités sur les eaux usées	3
1.2. Origine des eaux usées :.....	3
1.2.1. <i>Origine industrielle</i> :	4
1.2.2. <i>Origine domestique</i> :.....	4
1.4. Paramètres de pollution des eaux usées :.....	6
1.4.1. Paramètres organoleptique :	6
1.4.2. Paramètres physiques :.....	7
1.4.3. Les paramètres chimiques :.....	7
Conclusion :.....	10

CHAPITRE II :Les procédés effectuées pour l'épuration des eaux usées

INTRODUCTION	10
1. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement :.....	10
2. Rôle des stations d'épuration :.....	10
3. Procédés d'épuration des eaux usées :	11
3-1. Traitement préliminaire :	11
3-1. 1. Dégrillage :.....	11
3-1..2. Tamisage :	12
3-1..3. Dessablage :.....	12

3-1..4.Déshuilage-Dégraissage :	13
3-2.. Traitement primaire (Décantation primaire) :	14
3-2..1. Décantation physique :	14
3-2..2. Décantation physico-chimique :	14
3-3. Traitement secondaire (Traitement biologique) :	14
Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :	15
3-3.1. Procédés biologiques intensifs :	15
3-3..2 .Procédés biologiques extensifs :	16
3-3.3. Décantation secondaire :	18
3.4. Traitement tertiaire :	19
3-4.1. L'élimination de l'azote.....	19
3-4.2. L'élimination du phosphore :	19
4-4.3 Elimination et traitement des odeurs :	19
3-5. Le traitement des boues :	20
4-5.1. Epaississement des boues :	20
4-5.2. La déshydratation :	21
4-5.3. Incinération des boues :	21
Conclusion :	22

CHAPITRE III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

Introduction :	23
1.Définition de la réutilisation :	24
2. L'objectif de la réutilisation des eaux usées épurées :	24
3- Les eaux usées épurées dans le monde.....	24
4. Domaine de la réutilisation des eaux épurées :	24
4.1. La réutilisation des eaux usées épurées en industrie :	25
4.2. La réutilisation des eaux usées épurées en zone urbaine :	26
5. Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées épurées :	27
5.1. Avantages :	27
5.2. Inconvénients :	27
6. La réutilisation des eaux usées en Algérie:.....	28
6.1. Gestion des eaux usées épurées (REUE) en Algérie :	29
6-2-L'ONA et La réutilisation des eaux usées épurée en agriculture :	30
7. La réutilisation des eaux usées en ville Batna:	32

7.1. Situation de l'assainissement dans la ville de Batna :	32
7.2. L'eau à Batna, un facteur limitant de l'agriculture:	33
7.3. La problématique de l'utilisation des eaux usées sans épuration à Batna :	34
Conclusion :.....	34

CHAPITRE IV : Présentation de la zone d'étude

Introduction :	36
1-Aperçue géographique :.....	36
2. Situation topographique :	38
3. Situation géologique et hydrogéologique :	39
3.1. Etat piézométrique et profondeur de la nappe :.....	40
4-Aperçu Hydrologique :.....	42
4-1- Oued El Gourzi et Oued El Madher:	42
5. Situation Climatique :.....	44
5.1. Précipitations :.....	44
5.2. Températures :.....	46
5.3. Relation précipitations-températures :.....	47
5.4. Humidité relative :.....	48
5.5. Vitesse du vent :.....	48
6-Historique et localisation de la STEP de Batna:	49
7- Rejets de la ville de Batna :.....	50
8-Potentialités agricole :	51
Conclusion :.....	52

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Introduction :.....	53
1-L'assainissement de la ville de Batna et son influence sur oued el Gourzi :.....	54
2. les différents types de rejet de la ville de Batna véhiculé par Oued Gourzi :.....	54
3-La zone irriguée avec les eaux usées d'Oued El Gourzi :.....	56
4. La station d'épuration de Batna et son influence sur la pollution de l'Oued El Gourzi :.....	58
5-Quantité et qualité des eaux usées épurées :.....	59
4-1-Avant 2016 :	60
4-2-Après 2016 :.....	61
6.La qualité des eaux épurées à la sortie de la STEP (selon les analyses 2016/2017).....	70

7. Cadre d’usage des eaux usées épurées :.....	71
8- Solutions et propositions.....	72
Résultat	72
9. Les normes du Journal Officiel Algérien (JORA 2012) :.....	73
9.1. Les condition pour la réutilisation des eaux usées épurées :.....	73
9.2.Les similitudes des normes entre FOA et OMS et JORA :	75
Conclusion.....	75

CONCLUSION GENERALE.....76

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction générale

Introduction générale :

Après le développement urbain, industriel et agricole, les besoins en eau augmentent de plus en plus au point où les ressources hydriques ne sont plus suffisantes, et en même temps ces ressources hydriques, qu'elles soient superficielles ou souterraines, subissent malheureusement une altération qui augmente de jour en jour. Ce problème de pollution est rencontré sur tout le globe terrestre, mais son taux diffère d'un pays à l'autre (Bentekhici et al., 2018).

Cependant, ce problème de pollution est plus grave en Algérie car, depuis des décennies, il y a une utilisation irrationnelle et irréfléchie des ressources hydriques, ajoutant à cela, l'absence ou la présence de stations d'épurations (STEP) qui sont à l'arrêt ! Ce qui fait que tous les rejets liquides sont véhiculés par les oueds et "lâchés" dans la nature sans traitement ni épuration, et le degré de la gravité de ce problème diffère d'une wilaya à l'autre et s'amplifie, malheureusement, d'année en année.

Les unités d'industriels existantes dans la wilaya de Batna ne possèdent pas des stations d'épuration (STEP), spécifique ou parfois elles existent mais ne sont pas fonctionnel Plusieurs études académiques ont été effectués au niveau de l'Oued El Gourzi et au niveau de l'oued El Madher, de Batna, pour le dosage des éléments chimiques et les détecteurs de pollution, telles que : DBO5, DCO, MES..., ainsi que le dosage de quelques micropolluants, tels que : Cr, Cd, Pb.... Les résultats ont démontrées une pollution importante surtout avant 2005 la date de la mise en service de La STEP de Batna (Hannachi , 2013, 2018)et (Zouita,2002, 2022)

Le défi croissant que pose la gestion de l'eau est d'arriver à établir un équilibre entre la demande, l'utilisation de l'eau et le maintien de la qualité, que ce soit à l'échelle locale, régionale ou nationale. Cela est particulièrement difficile dans les régions arides et semi-arides des pays en voie de développement où l'eau est rare et où la population croît rapidement. Par conséquent, il y a des régions où les ressources en eau sont limitées, en particulier pendant les périodes de sécheresse et de demande élevée, et des régions où la consommation d'eau à des fins agricoles est très élevée (dans certaines régions, il s'agit de 70 % de la consommation totale). D'où l'intérêt que peut présenter la réutilisation de l'eau à l'échelle locale ou régionale.

Dans cette étude la réutilisation des eaux usées épurés issue de la station d'épuration de la ville de Batna fait l'objectif de cette étude qui recommande fortement l'irrigation de la zone

agricole de la plaine d'El Madher avec ces eaux à condition de respecter les normes du journal officiel Algérien qui se base essentiellement sur les directives de l'organisation mondiale de la santé (OMS)

Notre but était de faire des analyses physico-chimiques et microbiologiques si possible des rejets de la station d'épuration de Batna à la sortie de la STEP après leur épuration mais malheureusement après avoir été mis en contact avec les responsables de la station d'épuration en a appris qu'elle n'est plus fonctionnelle à 100% et n'assure que 25 % de ces fonctionnalités et la majorité du temps elle se met en panne. Donc en fonction des résultats des analyses physico-chimiques (Les paramètres de pollution) fournis par les dirigeants de la STEP pour 3 mois de 2016 et 1 mois de 2017 pour estimer l'efficacité d'épuration de la station d'épuration de Batna pour opter à une réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation de la plaine d'El Madher sans risque sanitaire pour le consommateur ou nuisance à son environnement.

Dans le cas contraire si les eaux épurées sont hors normes ; des propositions et des solutions sont avancées sur des critères scientifiques.

L'étude est divisée en 5 chapitres qui sont :

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Chapitre II : Présentation des méthodes effectuées pour l'épuration des eaux usées

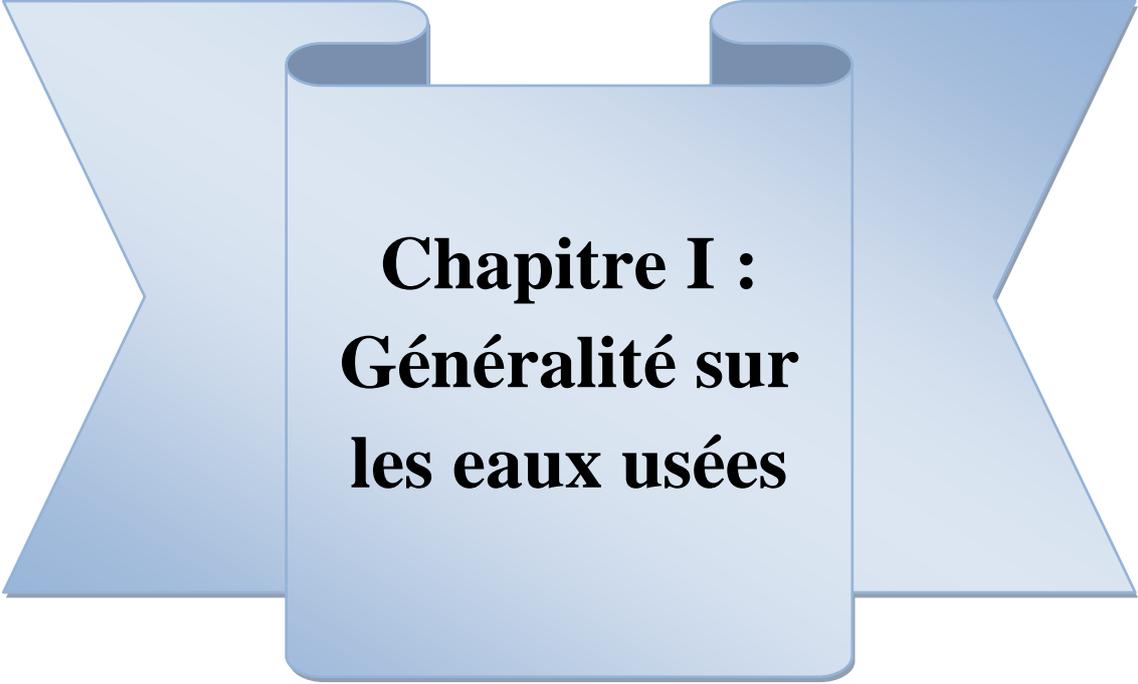
Chapitre III : La réutilisation des eaux usées épurées (REUE)

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Avec l'eau qui se raréfie et la pollution des eaux superficielles qui augmente, la réutilisation des eaux usées traitées et épurées reste une solution qu'il faut prendre en considération pour minimiser l'impact de la pollution des cours d'eau sur l'environnement et la préservation des ressources hydriques souterraines. La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture est recommandée (Hannachi et al., 2014).

Les techniques d'irrigation et les types de cultures effectuées dépendent de la qualité des eaux épurées et leur conformité aux normes du journal officiel Algérien pour les EUE pour l'irrigation



**Chapitre I :
Généralité sur
les eaux usées**

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Introduction

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérés par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs (SELGHI ,2001). C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectuées sur tous les effluents urbains ou industriels. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs (PAULSRUD et HARALDSEN ;1993).

1. Généralités sur les eaux usées :

1.1. Définition des eaux usées :

RAMADE (2000) définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent Pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). (BAUMONT ET AL, 2004)

1.2. Origine des eaux usées :

D'après RODIER et al (2005), On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole.

L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

- Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique, industrielle et/ou agricole
 - Des eaux pluviales ou de ruissellement urbain.

1.2.1. Origine industrielle :

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 suivant la nature des inconvénients 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. (RODIER, 2005).

1.2.2. Origine domestique :

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produit détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme (REJSEK,2002)

1.3. Paramètres de pollution des eaux usées :

1.3.1 Définition de la pollution :

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons (LADJEL, 2006).

1.3.2. Principaux types de pollutions :

Généralement la pollution des eaux usées se manifeste sous les formes principales suivantes :

1.3.2.1. Pollution physique :

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (BOUZIANI.2000).

La pollution physique désigne l'autre type de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous **ainsi** qu'une réduction de la solubilité des gaz (BOUDJEAL et DJOUDI, 2003) et la pollution radioactive (BOUZIANI, 2000).

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

1.3.2.2. Pollution chimique :

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines (AROUA, 1994)

Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse (BOUDEAL et DJOUID, 2003).

Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories (AROUA, 1994).

- Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux).
- Les polluants chimiques toxiques.
- Les pesticides et produits apparentés.
- Les hydrocarbures.
- Les détergents.

1.3.2.3. Pollution biologique de l'eau :

Un grand nombre de microorganismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes. L'importance de la pollution dépend également des conditions d'hygiène des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques.

Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons. On parle ainsi de pollution bactérienne, virale ou parasitaire (THOMAS, 1995).

1.4. Paramètres de pollution des eaux usées :

1.4.1. Paramètres organoleptique :

1.4.1.1. Couleur :

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'onde courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement (REJSEK,2002). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (RODIER et AL,2005).

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

1.4.1.2. 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 (LADJEL, 2006).

1.4.2. Paramètres physiques :

1.4.2.1. 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 forte perturbation du milieu (GAUJOUS, 1995).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (RODIER ET AL, 2005).

1.4.2.2. La matière en suspension (MES) :

Selon REJSEK (2002), la pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à 10 μ m, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à 100 μ m) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et 10-2 μ m).

1.4.2.3. La turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile limons, grains de silice, matières organiques, etc. La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le control de l'épuration des eaux brutes. (RODIER, 1996).

1.4.3. Les paramètres chimiques :

1.4.3.1. Le potentiel hydrogène (pH) :

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle (DALI et ZOUAOUI, 2007).

1.4.3.2. La 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. (REJSEK, 2002). La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm². L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m). $1 \text{ S/m} = 10^4 \text{ } \mu\text{S/cm} = 10^3 \text{ mS/m}$. (RODIER, 2005).

1.4.3.3. Oxygène dissous :

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

1.4.3.4. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration. (RODIER, 2005).

Selon REJSEK (2002), la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

1.4.3.5. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies (RODIER, 1996). Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables présents dans l'eau usée. La DCO est mesuré en mg d'O₂/l (TARADAT et HENRY, 1992).

1.4.3.6. Azote :

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) ; il constitue la majeure partie de l'azote total. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

naturel. L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique a essentiellement une origine urinaire. On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte.

L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire (BECHAK et al, 1983).

1.4.3.7. Les phosphates :

En se référant aux normes françaises pour les eaux de surfaces (JORF, 2002), les Valeurs moyennes des mois de prélèvement des phosphates dans l'eau, montrent que les eaux sont de qualité mauvaise dans les unités TEXTILE et BAG (PO₄- entre 1 et 5 mg/l), De qualité moyenne dans les unités SPA et BAG (PO₄ entre 0,5 et 1 mg/l) et de qualité très mauvaise dans les unités MEGA ORLAIT (supérieur à 5 mg/l).

1.4.3.8. Le sulfate :

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de dé chloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/L. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates. (Rodier, 2005).

1.4.3.9. Métaux lourds :

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations

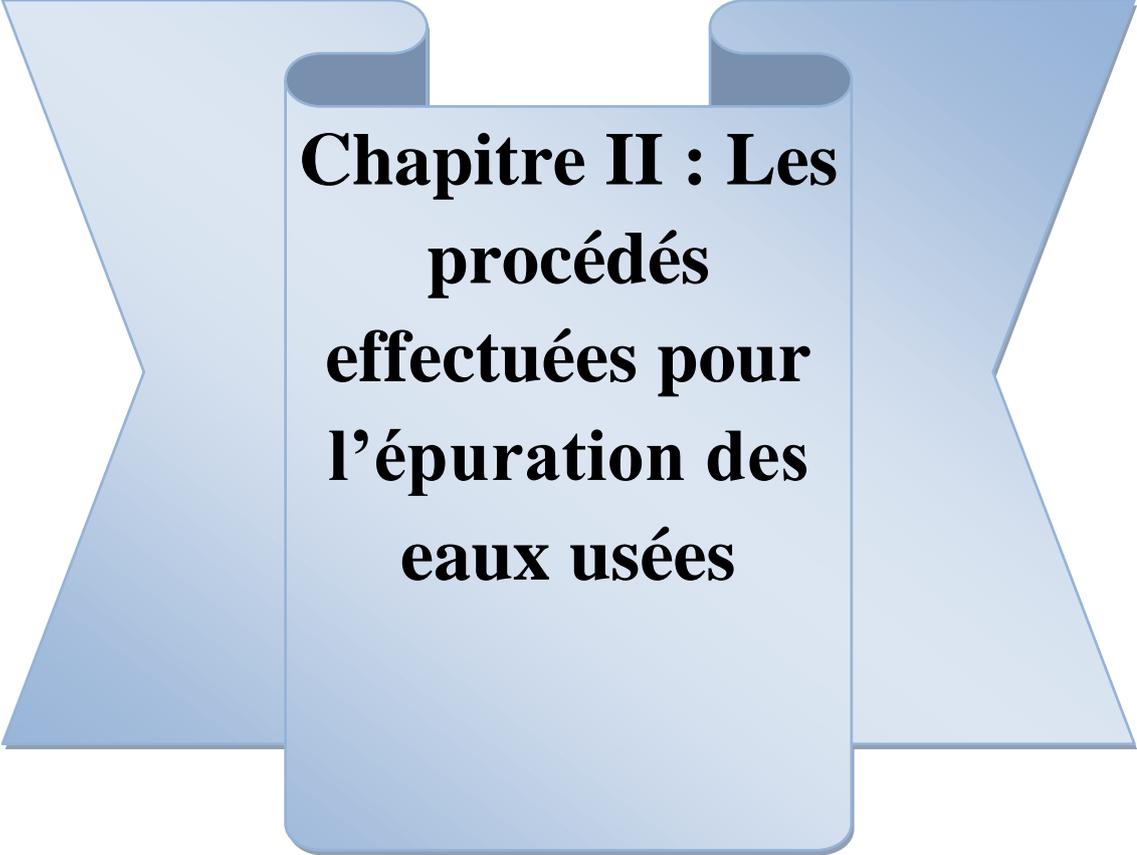
élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel, sans aucun doute. Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique (Tchiomogo, 2001).

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

Dans l'eau les métaux lourds toxiques peuvent exister sous formes d'ions, de complexes organiques et minéraux en solution ou absorbés sur des colloïdes ou des aérosols (Perraud B., 2001).

Conclusion :

Ce chapitre nous a permis d'afficher les généralités des eaux usées, ses origines et ses caractéristiques. Physique et chimique En plus des origines de la pollution, ces informations sont capables de développer une idée La technique de traitement qui doit être suivie après l'accumulation de ces eaux usées dans la station d'épuration.



**Chapitre II : Les
procédés
effectués pour
l'épuration des
eaux usées**

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

INTRODUCTION

Selon SAGGAI, 2003 ; la définition de l'épuration en assainissement, constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution de l'environnement et non de produire de l'eau potable. Dans ce chapitre une présentation des méthodes effectuées pour l'épuration des eaux usées

1. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement :

D'après bekouche et Zidane,(2004)Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matière en suspension ...etc.).
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, ...etc.).
- De la disponibilité du site.
- Des conditions économiques (cout de réalisation et d'exploitation).
- Des facilités d'exploitation, de gestion et d'entretien.

2. Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux résiduaires.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.

Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (BENZAOUI et ELBOUS, 2009)

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

3. Procédés d'épuration des eaux usées :

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré (EMILLIAN, 2004).

3-1. Traitement préliminaire :

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers (Ladjel,2006).

Il comporte quatre parties principales :

3-1. 1. Dégrillage :

Le dégrillage permet de séparer les déchets grossiers (corps flottants et gros déchets) des eaux usées qui arrivent à la station.

Les dégrilleurs sont généralement installés en amont des ouvrages de traitement (Figure .1)(bessedik,2019)

Le classement des dégrilleurs peut s'effectuer selon leur système d'évacuation des déchets :

- ❖ Les grilles manuelles qui doivent être nettoyées à la main très régulièrement
- ❖ Les grilles mécaniques qui sont équipées d'appareils assurant leur nettoyage automatique.

L'installation de dégrillage se compose : d'un canal, de la grille, du dégrilleur et d'une benne pour les déchets.

Différents types de dégrillage sont définis selon l'espace des barreaux :

- ❖ Pré dégrillage pour écartement 30 à 100mm
- ❖ Dégrillage moyen pour écartement 10 à 30 mm
- ❖ Dégrillage fin pour écartement <10 mm



Figure .1 : Dégrillage(source :Bessedik,2019)

3-1..2. Tamisage :

Le tamisage consiste est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles $> 0,3 \text{ mm}$) et un tamisage (mailles $< 100 \mu\text{m}$) (Figure .2) (Telli,2013).



Figure .2 : Schéma d'un tamisage (source : Telli,2013).

4-1..3. Dessablage :

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement. La technique classique du désableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0,3 m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables(Figure.3)(Telli,2013).



Figure .3 : Schéma d'un désableur (source :Telli,2013)

3-1..4.Déshuilage-Dégraissage :

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires. Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que (Figure.4)(Telli,2013).:

- ❖ Envahissement des décanteurs
- ❖ Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs
- ❖ Risque de bouchage des canalisations et des pompes
- ❖ Diminution du rendement du traitement suivant

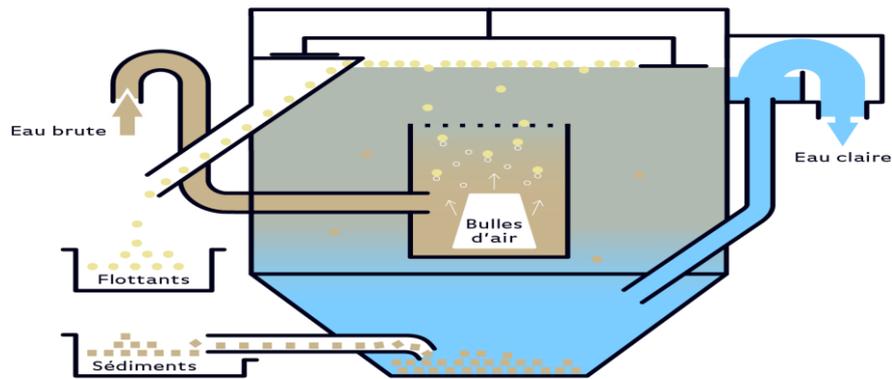


Figure .4 : Schéma d'un déshuileur-dégraisseur (source : Telli,2013).

3-2.. Traitement primaire (Décantation primaire) :

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (Hadjou Belaid,2013).

3-2..1. Décantation physique :

C'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration (Mekhalif,2009).

3-2..2. Décantation physico-chimique :

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces derniers n'ont pas tendance à s'accrocher les uns aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération. Par l'injection des réactifs tels que : (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour coagulation et pour la floculation en trouve : les floculant minéraux, les floculant organiques (Gaid,1984).

3-3. Traitement secondaire (Traitement biologique) :

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes (Boumediene,2013).

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

3-3.1. Procédés biologiques intensifs :

3-3-1.1. Disques biologiques (cultures fixées) :

Les disques biologiques ou bio disques sont des disques enfilés parallèlement sur un axe horizontal tournant. Ces disques plongent dans une auge, où circule l'eau à épurer ayant subi une décantation. Pendant une partie de leur rotation ils se chargent de substrat puis ils émergent dans l'air le reste du temps (pour absorber de l'oxygène). Les disques sont recouverts par un bio film sur les deux faces. Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, sont espacés de 20mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr mn⁻¹. Les boues en excès se détachent du disque et sont récupérées dans un clarificateur secondaire avant rejet dans le milieu naturel (Figure .5)(Boumediene,2013).

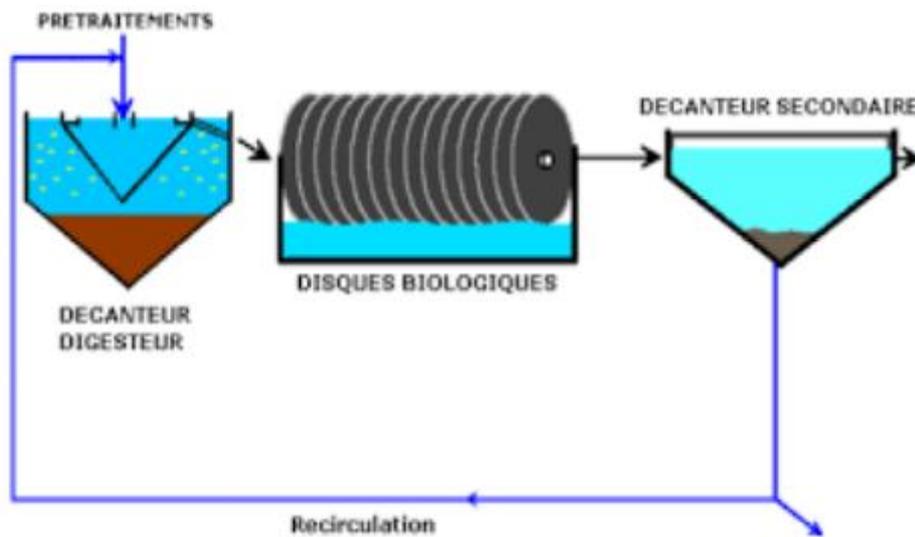


Figure .5 : Disques biologiques (source : Boumediene,2013).

3-3-1.2. Lits bactériens (cultures fixées) :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement (Figure .6)(Gaid,1984).

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

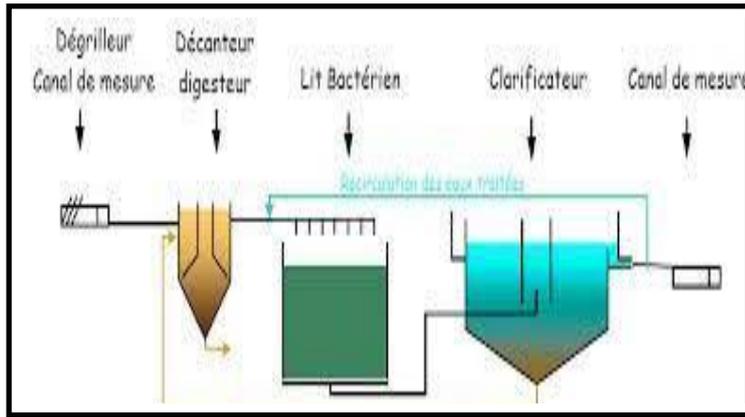


Figure .6: Lits bactériens (source : Gaid,1984).

3-3-1.3. Boues activées :

Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en flocons. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un flocc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'aération) afin d'éviter la décantation des flocons dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante (Figure .7)(Dhaouadi, 2008).en (TEBIB F.2020).

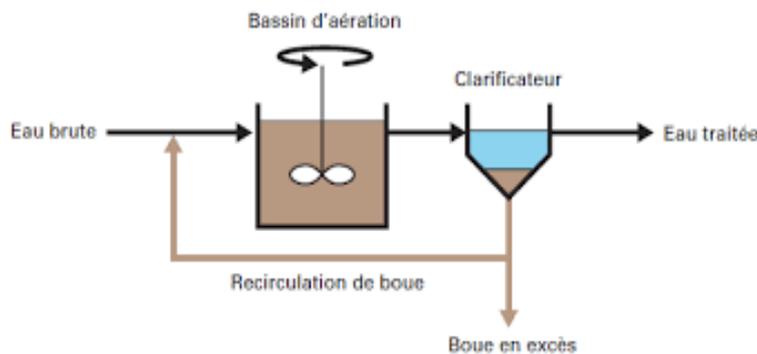


Figure .7 : Boues activées (source : TEBIB F.2020).

3-3-2 .Procédés biologiques extensifs :

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc (EDELIN, 1980).

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

3-3.2.1. Lagunage :

Le lagunage est un système biologique d'épuration qui repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux (Josep,2002).

❖ **Lagunage naturel :**

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassin le plus communément rencontré est de trois (03).

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure de bassins est exposée à la lumière ; ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique. Le gaz carboné formé par les bactéries ainsi que les sels minéraux dans les eaux usées permettent aux algues de se multiplier, au fond du bassin où la lumière ne pénètre pas; ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique(Figure .8)(Rejasse,2009).

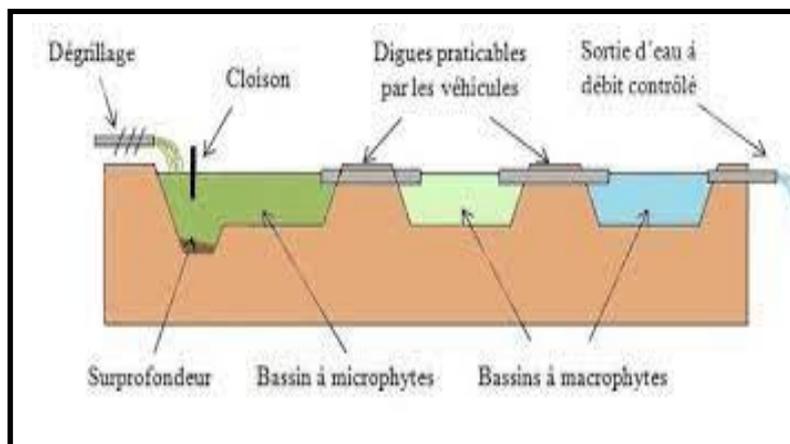


Figure .8 : Lagunage naturel (source :Rejasse,2009).

❖ **Lagunage aéré :**

Il s'agit d'un ou plusieurs bassins de 2 à 4 mètres de profondeur, dans lesquels l'apport d'oxygène est fourni par un système artificiel (aérateurs de surface, diffuseurs d'air) (Rejasse,2009).Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80% à 90% de la DBO, 20% à 30% de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année (Figure .9)(Troyes,2002)



Figure .9: Lagunage aéré (source : Troyes,2002)

3-3.3. Décantation secondaire :

Le clarificateur est un bassin circulaire, équipé d'un point racleur. La liqueur mixte, venant des bassins biologiques via la deuxième chambre de répartition est séparée en eau épurée et boues biologiques par décantation. Les boues décantées sont siphonnées par une pompe à vide, une partie sera acheminée vers la première chambre du répartiteur assurant la recirculation des boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire dans ce bassin, l'autre partie sera transmise au flotateur(Figure .10)(Bakkal et Bennani,2012).



Figure .10 : Décantation secondaire (source : Bakkal et Bennani,2012)

3.4. Traitement tertiaire :

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires (rejesk,2002). Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.

3-4.1. L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20% de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification (rejesk,2002). L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes (TEBIB. F .,2020)

❖ La nitrification : est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium (NH_4) en nitrate (NO_3). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.

❖ La dénitrification : est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu.

3-4.2. L'élimination du phosphore :

L'élimination du phosphore ou "dé phosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80% et 90% du phosphore, mais engendrent une importante production de boues (Attab,2011).

4-4.3 Elimination et traitement des odeurs :

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation. Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- ❖ Les prétraitements
- ❖ Les boues et leur traitement

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les biofiltres et les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur (Gaid,1984).

3-5. Le traitement des boues :

Les traitements biologiques ou physico-chimiques utilisés pour l'épuration des eaux résiduaires génèrent une production importante de boues diluées (> 99% d'eau) et contenant de la matière organique fermentescible. Les deux principaux objectifs de la filière de traitement des boues seront donc

- ❖ De stabiliser les matières organiques pour éviter toute fermentation incontrôlée qui entraînerait des nuisances olfactives,
- ❖ D'éliminer un maximum d'eau afin de diminuer les volumes de boues à évacuer.

Après une étape préalable d'épaississement permettant de concentrer les boues, la stabilisation de la matière organique est réalisée grâce à des procédés biologiques ou physico-chimiques. L'étape finale de déshydratation permettra d'extraire le maximum d'eau. (GROSCLAUDE, 1999).

4-5.1. Epaississement des boues :

Les boues, avant leur élimination, subissent un traitement adapté à leur nature ainsi qu'à leur destination, afin :

- ❖ D'en réduire le volume, en éliminant l'eau (les boues sont, en effet, extraites liquide du système de traitement de l'eau). Ceci est réalisé par un procédé d'épaississement qui est une concentration de la boue par décantation puis par un procédé de déshydratation

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

permettant d'éliminer une quantité d'eau liée aux MES plus importante, par filtre presse ou centrifugation ; (REJSERK, 2002) ;

Les matières organiques présentes dans les boues leur confèrent un caractère fermentescible qui se traduit lors de leur stockage par l'émission de nombreuses molécules odorantes (H₂S, mercaptan.....). Cette activité biologique indésirable peut être maîtrisée soit en la contrôlant dans un réacteur adéquat soit en augmentant le pH par une addition de chaux. Deux familles de procédés biologiques peuvent être utilisées : la digestion anaérobie ou la stabilisation aérobie thermophile. (GROSCLAUDE ;1999).

4-5.2. La déshydratation :

Après la phase d'épaississement qui a permis d'éliminer 60 à 85% d'eau et la phase de stabilisation, le traitement des boues est complété par une déshydratation qui a pour but d'éliminer le maximum de l'eau résiduelle. Deux catégories de procédés sont généralement utilisés : les procédés mécaniques et les procédés thermiques.

Pendant la phase de séchage, les boues présentent un comportement plastique et collant pour des taux de matière sèche d'environ 50% ce qui implique certains aménagements des techniques et des matériels.

Les buées, très chargées en vapeur d'eau, comportent une fraction d'incondensables malodorants devant être détruites par combustion (850 c°) soit directement dans le générateur thermique, soit dans un incinérateur spécifique. (GROSCLAUDE ;1999).

4-5.3. Incinération des boues :

Donc le problème des boues se pose en termes d'évacuation ; trois solutions sont possibles :

- ❖ La mise en décharge de boues stabilisées et déshydratées mais n'est plus réalisable à partir de 2002 ;
- ❖ La valorisation agricole par épandage sur des sols agricoles où elles vont jouer un rôle d'engrais. Elles sont utilisées sous forme liquide, solide ou sous forme de composte, mais toujours stabilisées ;
- ❖ L'incinération qui présente un intérêt pour les boues auto-combustible, c'est-à-dire fraîches et déshydratées. (REJSEK ;2002).

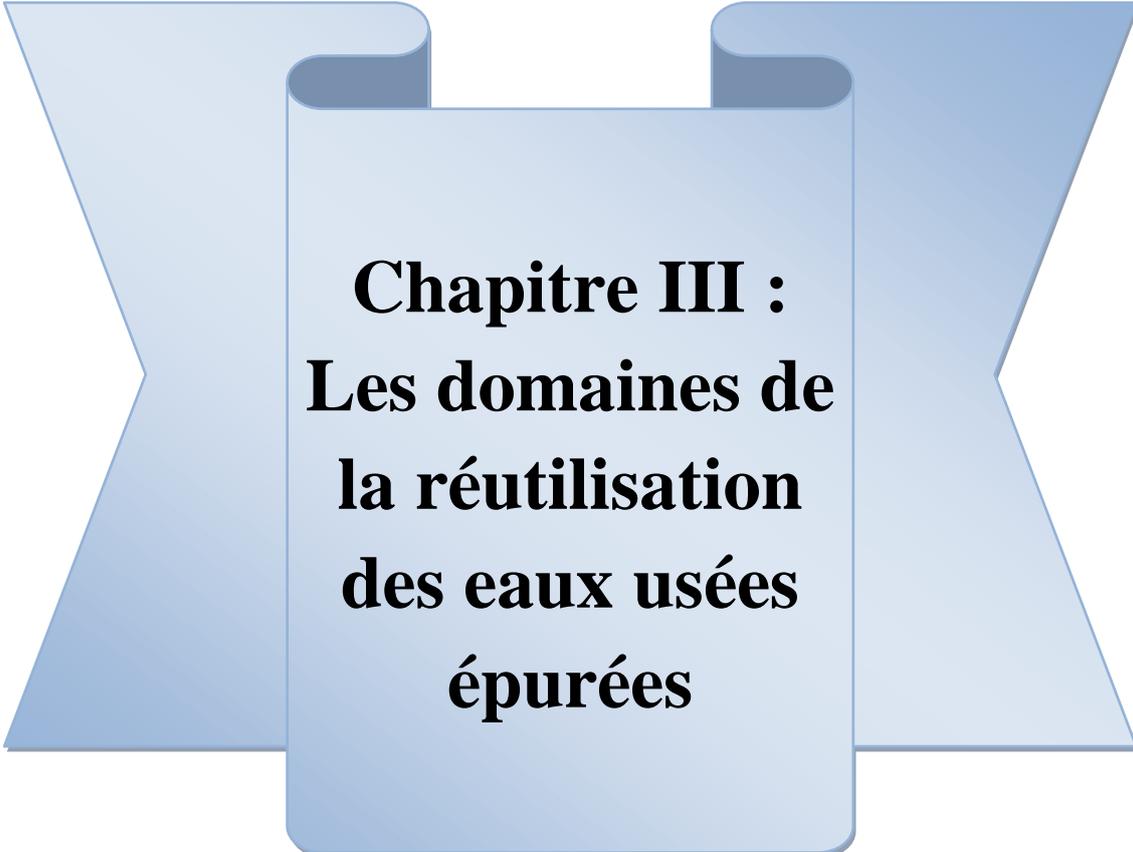
Quelle que soit la technique d'incinération, les fumées doivent être traitées avant rejet dans l'atmosphère. Ce traitement est d'autant plus complexe que la charge en poussière des fumées

Chapitre II : Les procédés effectués pour l'épuration des eaux usées

est élevée. Réalisé en plusieurs étapes, le traitement des fumées peut nécessiter un pré cyclonage, un dépoussiérage électrostatique, un lavage, voir éventuellement une oxydation catalytique. (GROSCLAUDE, 1999).

Conclusion :

Les eaux usées se composent de différents composants et proviennent de différentes sources Le problème de la nature, c'est quand on s'en débarrasse sans subir de traitement préalable. Pour l'intérêt de les purifier est montré, et dans ce chapitre nous avons montré les différentes méthodes utilisées pour le nettoyer. L'avantage est de trouver la méthode la moins coûteuse avec la meilleur efficacité d'épuration qui se traduit par une qualité physico-chimique et microbiologique acceptable et dans les normes de ces eaux épurées qui vont êtres déverser dans son environnement ou bien réutilisées pour des fin multiples et dans différents secteurs ; agricole, industriel , et autres



**Chapitre III :
Les domaines de
la réutilisation
des eaux usées
épurées**

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

Introduction :

La réutilisation de l'eau est plus pratiquée dans les régions du monde où cette ressource est limitée, au Moyen-Orient par exemple, en Australie et dans le sud-ouest des États-Unis, ou dans les régions où s'appliquent des restrictions sévères concernant l'évacuation des eaux usées traitées, notamment en Floride, dans les régions côtières et insulaire de la France et de l'Italie et dans les pays très densément peuplés de l'Europe comme l'Angleterre et l'Allemagne (Figure .11).

Dans les pays où il existe des disparités dans la répartition régionale des ressources en eau, le recyclage et la réutilisation de l'eau sont également très répandus. Bien que les précipitations annuelles atteignent en moyenne 1714 mm et que les barrages et réservoirs soient nombreux au Japon, des régions de ce pays connaissent des sécheresses fréquentes; c'est pourquoi la réutilisation des eaux usées urbaines est devenue une pratique courante dans de nombreuses régions du Japon (Bouzidi, 2020)

La réutilisation de ces eaux épurées, au-delà de leur effet positif, peut également avoir des impacts défavorables sur la santé publique et l'environnement, en fonction principalement des caractéristiques de l'eau épurée, du degré d'épuration, de la méthode et de l'endroit d'utilisation. La pollution du sol et des eaux souterraines et de surfaces est parmi les inconvénients potentiels les plus importants de l'utilisation d'eau usée traitée. Cependant, de point de vue rigoureusement scientifique, la planification rigoureuse et la gestion efficace des régimes d'irrigation pouvant réduire au minimum ces inconvénients.(ONA.2014)

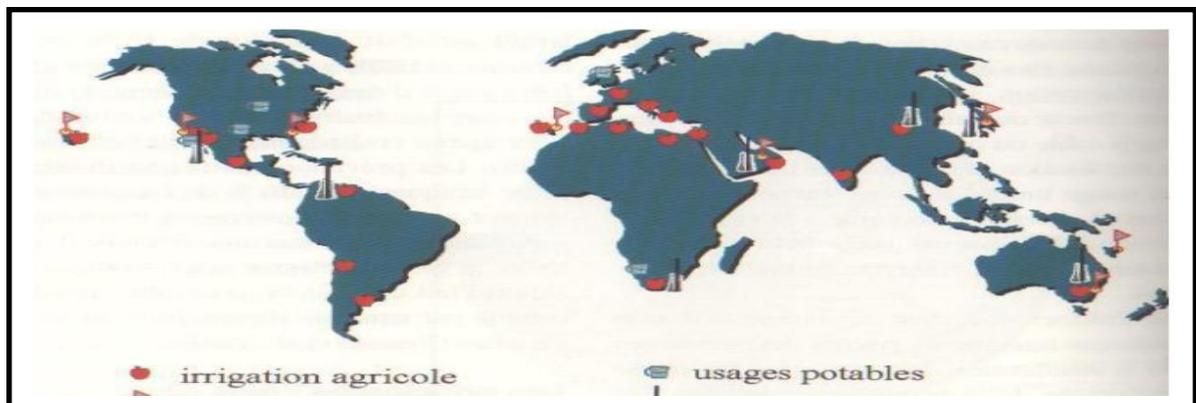


Figure .11 : Réutilisation des eaux usées dans le monde (source : Bouzidi, 2020)

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

1. Définition de la réutilisation :

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler les déficits hydriques (Kechit et Nekich, 2019).

2. L'objectif de la réutilisation des eaux usées épurées :

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées épurées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant (Kechit et Nekich, 2019)

3. Les eaux usées épurées dans le monde :

Face à une pénurie d'eau mondiale, la réutilisation des eaux usées, aussi appelée « reuse » (issue de l'expression wastewater reuse en anglais) est une voie d'avenir. Une fois traitées, les eaux usées peuvent en effet être destinées à différents usages : l'irrigation des espaces verts ou des cultures, la lutte contre les incendies, le lavage des voiries ou encore la recharge des nappes phréatiques.

Certains pays ou États – comme l'Australie, la Californie, Chypre, l'Espagne, la Floride, la Jordanie, Malte ou Singapour – ont pour objectif de satisfaire de 10 à 60 % de leurs besoins en eau par la réutilisation des eaux usées épurées.

L'omniprésence des eaux usées permet d'envisager leur traitement sur l'ensemble des territoires à l'inverse du dessalement, autre solution pour pallier le manque en eau, cantonné aux zones côtières et qui se révèle très énergivore (Oughlani ,2021).

4. Domaine de la réutilisation des eaux épurées :

Selon ; (Touil et al ,2021) la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale

- ❖ Les principales utilisations des eaux usées épurées sont :

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

- *Utilisations agricoles* : –irrigation- la plus répandue, permettant d’exploiter la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d’engrais.
- *Utilisations Municipales en zone urbain* : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d’eau, lutte contre les incendies, l’arrosage des terrains de golf, des chantiers de travaux publics, arrosage pour compactage des couches de base des routes et autoroutes.
- *Utilisations industrielles* : refroidissement, construction, papeteries, industries textiles, etc.
- *Production d’eaux potable*
- *Amélioration des ressources* : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l’intrusion des biseaux salés en bord de mer. Les figures suivantes représentent les différents usages de la réutilisation des eaux épurées

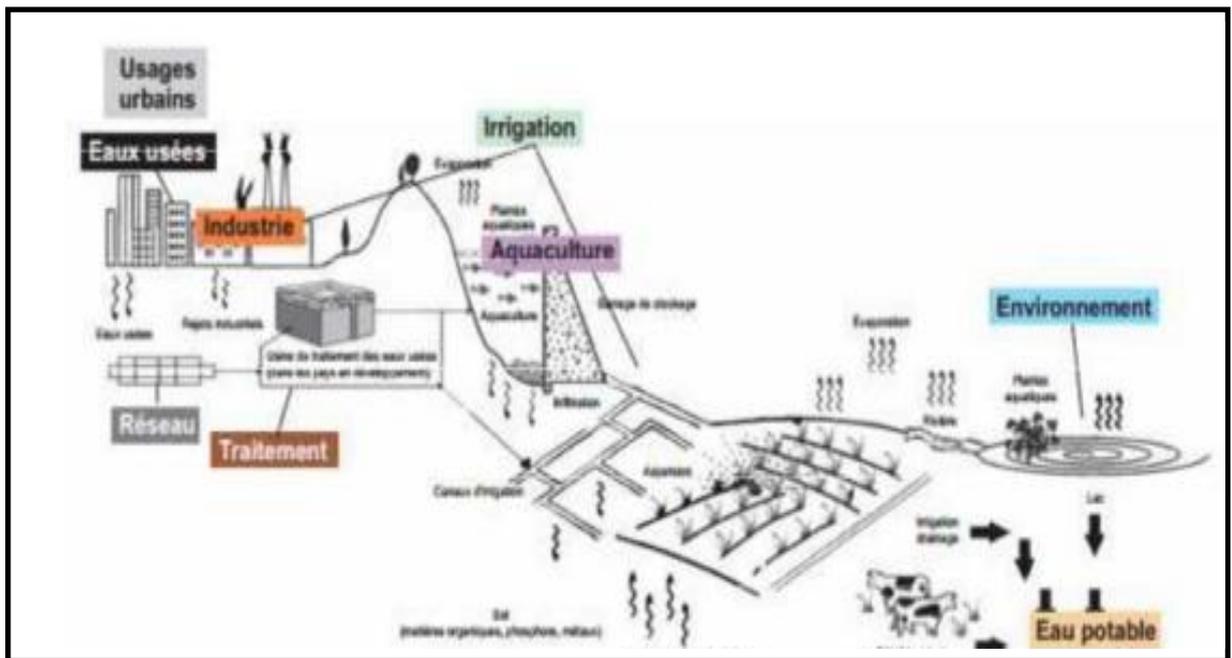


Figure .12 : Les usages de la réutilisation des eaux usées épurées (REUT)
(source : Touil et al ,2021)

4.1. La réutilisation des eaux usées épurées en industrie :

La REUE industrielle peut être intéressante dans le secteur de l’énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l’industrie du papier, la production d’acier, de textiles, les industries d’électroniques et de semi-conducteurs, etc.

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

La qualité requise est spécifique à chaque industrie parce que sa composition Chimique peut avoir des répercussions sur les processus industriels.

Les préoccupations concernent principalement les phénomènes d'entartrage, de corrosion, de développement de bactéries d'encrassement, de formation de mousse, et d'inhalation d'aérosols par les travailleurs. Il n'y a pas de problème sanitaire spécifique à l'industrie et on retrouve les mêmes contaminants que pour les autres usages (Touil et al ,2021).

4.2. La réutilisation des eaux usées épurées en zone urbaine :

Les utilisations possibles d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses, et il en existe de multiples exemples à travers le monde. Ces projets concernent :

- L'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains de golf, d'aires de jeux; les bassins d'agrément, piscines, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance.
- les eaux des sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeubles.
- Le lavage de voirie, réservoirs anti-incendie, etc.

La REUE en zone urbaine nécessite un réseau double qui permet de distribuer séparément les eaux épurées et l'eau potable. Il peut y avoir un réseau double à l'échelle de la ville entière ou à l'échelle de l'habitation (Touil et al ,2021).

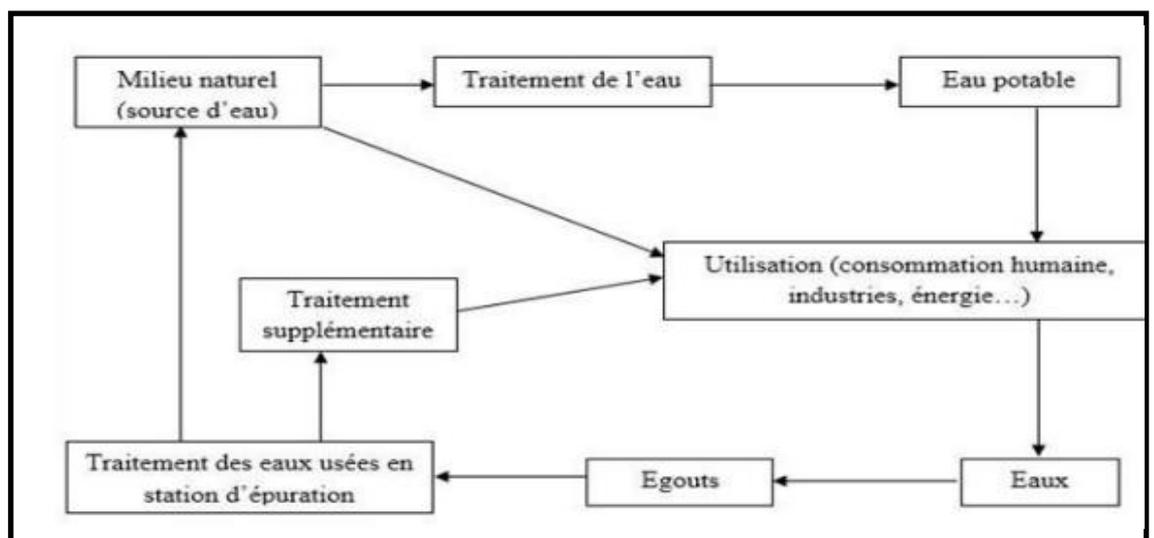


Figure .13 : La réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle d'assainissement. (source : Touil et al ,2021)

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

5. Avantages et inconvénients de la réutilisation des eaux usées épurées :

5.1. Avantages :

La principale motivation qui justifie un projet de réutilisation des EUE est de réaliser des économies d'eau de première main ou d'accroître la disponibilité de la ressource. L'utilisation agricole des EUE à des fins agricoles peut être avantageuse sur plusieurs plans notamment :

- La suppression de rejets en eaux de surface ;
- La sauvegarde des ressources en eaux souterraines dans les zones de surexploitation de ces ressources pour l'agriculture ;
- La possibilité de conservation des sols et de leur amélioration par apport d'humus sur les terres agricoles et de prévention de l'érosion.
- une meilleure productivité et des gains économiques en conséquents. Comme en témoigne le (tableau.1) qui compare les rendements dans différentes situations.

Tableau .1: Comparaison des rendements en t/ha.

Eau d'irrigation	Blé	Riz	Pomme de terre
Eaux usées brutes	3.34	2.97	23.11
Eaux traitées par lagunage	3.45	2.98	22.31
Eaux fraiche +NPK	2.70	2.03	17.16

5.2. Inconvénients :

- Risque sanitaire lié à la présence des germes dans les eaux usées traités aussi bien pour le travailleur que pour le consommateur ;

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

- En raison de la salinité élevée de l'eau usée, il peut résulter certains effets négatifs sur le sol et sur les plantes ce qui entrainerait une chute de la production et même une dégradation des sols par accumulation de sel.
- L'apport en quantité importante de l'azote et de phosphore peut nuire la production agricole et contribue à la pollution des nappes.
- Les sites d'utilisation doivent se trouver à proximité des stations d'épurations, c'est-à-dire dans les zones périurbaines peuplée

Selon ONA,(2014) : La réutilisation de ces eaux épurées, au-delà de leur effet positif, peut également avoir des impacts défavorables sur la santé publique et l'environnement, en fonction principalement des caractéristiques de l'eau épurée, du degré d'épuration, de la méthode et de

l'endroit d'utilisation. La pollution du sol et des eaux souterraines et de surfaces est parmi les inconvénients potentiels les plus importants de l'utilisation d'eau usée traitée. Cependant, de point de vue rigoureusement scientifique, la planification rigoureuse et la gestion efficace des régimes d'irrigation pouvant réduire au minimum ces inconvénients.

6. La réutilisation des eaux usées en Algérie:

Devant la rareté des ressources en eau conventionnelles, l'Algérie ne peut plus se permettre de tourner le dos à la possibilité de réutiliser l'énorme quantité *d'eau usée* qu'elle rejette dans la

nature ou à la mer. C'est donc à l'enracinement d'une nouvelle culture de l'eau, qu'il faut s'atteler pour espérer l'émergence d'une mentalité et d'un comportement nouveaux. Un projet *de réutilisation d'eau usée* reste un projet d'utilisation de ces eaux

L'irrigation avec les eaux usées a toujours été pratiquée et qui a des conséquences fatales sur les sols, les nappes souterraines, les ressources hydriques superficielles et l'être vivant, d'une manière générale. La loi Algérienne l'interdit.

Cette même loi a mis des normes à respecter pour *la réutilisation des eaux usées traitées et épurées*. Elle a, donc, mis un dispositif pour améliorer le secteur de l'assainissement, sous la direction de l'ONA, pour préparer les conditions favorables à appliquer cette nouvelle méthode d'utiliser l'eau non conventionnelle dans l'irrigation, et ce, en mobilisant tous les moyens possibles.

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

Les pluies, les eaux des barrages et des forages ne suffiront plus pour la satisfaction des besoins, ce qui explique aujourd'hui, l'ambition de l'Algérie de traiter un milliard de m³ d'eaux usées pour l'irrigation de 100000 hectares. Pour le moment, l'Algérie, qui dispose d'un volume d'eau usée traitée de 560000 m³, consacre 65% de ses ressources hydriques au secteur de l'agriculture (Hannachi ,2018).

6.1. Gestion des eaux usées épurées (REUE) en Algérie :

L'Algérie à l'instar d'un grand nombre de pays du bassin méditerranéen accuse un déficit hydrique très important.

La situation du pays se caractérise par une demande en eau croissante, alors que les ressources hydriques se raréfient d'une manière permanente pour l'irrigation. En revanche, la production des eaux usées s'accroît et leur réutilisation se présente comme une première réponse à cette situation de pénurie d'eau pour l'irrigation.

L'Algérie accuse un retard dans la réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation agricole et ce en dépit des efforts consentis par l'Etat pour son développement, ont estimé les experts. Ils se sont accordés sur l'impératif développement des procédés permettant le recours à la réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation en vue d'assurer une économie de l'eau, ceci d'autant plus que le secteur agricole consomme plus de 60% de la production d'eau et des eaux souterraines. L'irrigation avec des eaux traitées touche seulement 11.000 ha de terres agricoles sur un total de 1,3 million d'hectares de terres irriguées à l'échelle nationale".

L'intérêt porté par l'Algérie à la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture a pour origine des besoins en eau en forte augmentation puisque la population algérienne est en forte croissance démographique dans les dernières années. En 2001, l'ONA a été créé pour assurer sur tout le territoire national, la protection de l'environnement.

La stratégie du ministère des ressources en eau dans le domaine de la réutilisation des eaux usées épurées notamment à des fins agricole est devenue l'un des axes principaux de la stratégie du secteur des ressources en eau.

Presque toutes les ressources accessibles d'eau douce dans le pays sont déjà mobilisées et il est donc logique de se canaliser vers des ressources d'eau non conventionnelles pour

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

satisfaire l'accroissement de la demande telle que l'utilisation des eaux usées traitées. Le projet de la réutilisation des eaux usées traitées en Algérie, a été lancé au début des années 2000.

Les réutilisations d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses. En Algérie, les eaux usées épurées sont réutilisées principalement par la protection civile qui récupère un volume de 18763 m³/mois d'eau usée épurée de la STEP de Tipaza pour lutter contre les incendies, et les collectivités locales qui récupèrent 12 m³/mois des eaux épurées pour le nettoyage de la ville à partir de la STEP de Boumerdès (Ouaghlani ,2021).

6-2-L'ONA et La réutilisation des eaux usées épurée en agriculture

Le traitement des eaux usées en Algérie connaît actuellement un grand essor avec la création de nouvelles stations d'épuration (STEP) et le renouvellement et la mise à niveau des anciennes stations d'épuration. Une centaine de STEP existantes ou en voie de réhabilitation permet la production d'un grand volume d'eau qui sera réutilisée au profit de l'irrigation ou de l'industrie. Par conséquent, le développement de l'agriculture irriguée peut être réalisé par la réutilisation des eaux usées traités.(Zouita.2022)

Le volume réutilisé à fin aout 2016 est estimé à 14,6 Millions de m³, pour ces 17 STEP concernées par la REUE ; afin d'irriguer plus de 11 076 ha de superficies agricoles, il s'agit de :

**· Kouinine (El Oued) et Ouargla Guelma, Souk Ahras· Tlemcen, mascara et les lagunes de : Ghriss, Bouhanifia, Hacine, Oued Taria, Froha, Khalouia, Tizi et Mohamadia, Boumerdes. (In <http://ona-dz.org/REUE.html>)*

Selon un autre rapport de l'ONA (2017) : la réutilisation des eaux usées épurées, à des fins agricoles, concerne 17 stations d'épuration sur les 142, en exploitation pendant cette période.

Au cours du mois d'Octobre 2017, un volume de 1,6 million de m³ a permis l'irrigation de 11062 hectares de superficie agricole à travers le territoire national. Le taux de la REUSE est estimé à 42 % du volume épuré par les 17 STEP concernées et à 8 % du volume total épuré par l'ensemble des 142 STEP en exploitation par l'ONA.

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

Tableau .2: Les volumes épurés et réutilisés en agriculture, par chacune des 17 stations, au cours du mois d’Octobre 2017.

Zone/ D.A	Unité	STEP	Capacité (Eq/H)	Débit nominal (m3/j)	Volume mensuel épuré (m³)	Volume mensuel réutilisé (m³)	Domaine Agricole (ha)	Type de culture	Utilisateurs (Concessionnaire)
Alger	Boumerdes	Boumerdes (boues activées)	75 000	15 000	458 968	27 627	Flici : 49	Pépinière d'oranger et vignes	M. Flici
							Rahmoun : 76		M. Rahmoun
Ouargla		Ouargla (lagunage aéré)	260 102	56 997	879 330	87 933	16,5	Palmeiers Dattiers	Autorisation DRE
El Oued		Kouinine - El Oued (lagunage aéré)	239 134	44 335	619 695	36 000	15	Arbres (Eucalyptus et casuarina)	ONA
Annaba	Guelma	Guelma (boues activées)	200 000	32 000	366 327	366 327	Guelma, Boumahra et Bouchegouf 6 980	Vergers	O.N.I.D
	Souk Ahras	Souk Ahras (boues activées)	150 000	30 000	21 204	21 204	200	Arboriculture	Réutilisation indirecte (Apport à Oued Medjerda)
Oran	Tlemcen	Tlemcen (boues activées)	150 000	30 000	528 932	522 632	Plaine de Hennaya 912,22	Arboriculture	O.N.I.D
	Mascara	Mascara (boues activées)	100 000	13 000	325 090	325 090	El-kouaer 400	Oliviers+ culture céréalière + agrumes	Associations agriculteurs
		Ghriss (lagunage aéré)	48 000	5 800	22 515	22 515	Ghriss 420		
		Bouhanifia (lagunage aéré)	32 500	3 900	33 358	33 358	475		
		Hacine (lagunage aéré)	20 000	3 200	4 988	4 988	390		
		Oued Taria (lagunage naturel)	21 000	2 520	28 762	28 762	196		
		Tizi (lagunage naturel)	12 000	1 440	11 657	11 657	200		
		Mohammadia Est (lagunage naturel)	19 000	2 280	19 475	19 475	El-habra 175		
		Froha (lagunage naturel)	9 400	1 128	8 127	8 127	Ghriss 182		
Khalouia (lagunage naturel)	6 321	949	35 169	35 169	182				
Ain Temouchent	Ain Temouchent (boues activées)	72 800	10 920	303 720	0	135	Arboriculture	Autorisation DRE	
Saïda	Saïda	Ain El Hadjar (boues activées)	30 000	4 800	105 958	50 000	58		Arboriculture, Céréales
Total des 17 STEP			1 445 257	258 269	3 773 275	1 600 864	11 062 ha		

L’Office National de l’Assainissement (ONA), a mis un dispositif pour améliorer le secteur de l’assainissement, pour préparer les conditions favorables à appliquer cette nouvelle méthode d’utiliser l’eau non conventionnelle dans l’irrigation, et ce, en mobilisant tous les moyens possibles le secteur de l’assainissement commencent à se concrétiser par l’implantation de stations d’épuration dans 44 wilayas, afin d’atteindre 146 stations d’épuration, avec un débit

de 1 521 548 m³/j (ONA, 2018).

Selon, ONA.(2019) à fin Octobre 2019, l’ONA assure la gestion et l’exploitation de 154 stations d’épuration, dont :

- ✓ 76stations à boues activées ;
- ✓ 75stations de lagunage ;
- ✓ 03 filtres plantés.

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

La capacité globale installée de ces 154 stations est de 10 390 779 Équivalent-habitants, soit un débit nominal de 1 575 925 m³/j.

Le volume des eaux usées traitées dépasse 20 millions de mètres-cubes, soit un débit moyen journalier de 668 396 m³/j. Il ya une amélioration dans le domaine l'épuration des eaux usées

Selon Zouita.(2022) ; en Algérie, le but de la réutilisation des eaux usées traitées et épurées s'est concrétisé dans plusieurs wilayas selon l'ONA (2018). Durant le mois de Février 2018, un volume de 1,5 million de m³ d'eaux a été épuré par 17 STEP, qui ont servi à l'irrigation de 11 062 hectares de superficies agricoles, soit un taux de la REUSE de 40% du volume épuré par ces STEP et à 9% du volume total épuré par l'ensemble des 146 STEP, en exploitation par l'ONA.

7. La réutilisation des eaux usées en ville Batna:

7.1. Situation de l'assainissement dans la ville de Batna :

La wilaya de Batna (Figure .15) est appelée à augmenter la cadence des réalisations de stations d'épuration pour préserver les nappes contre la pollution et faire profiter les agriculteurs de leur réutilisation. La faiblesse de la gestion fait partie des facteurs qui ralentissent les politiques de réutilisation des eaux usées épurées. L'effort de réalisation d'assainissement a permis d'améliorer le cadre de vie à l'intérieur des agglomérations, mais il a entraîné une concentration des rejets d'eaux usées dans les exutoires qui les acheminent vers des oueds déjà étouffés par les charges de pollution.

Tableau .3: Les volumes rejetés pour la zone de Batna (ONA,2018)

Zone	Unité	Interventions		Exploitation			
		Nombre de réclamations	Total interventions	Linéaire curé (ml)	Regards curés (unité)	Volume rejeté (m ³)	Déchets évacués (m ³)
Batna	Batna	287	529	8 322	1 466	2 762 852	131
	Biskra	256	561	4 320	919	1 345 137	142
	Ouled Djellal	17	59	2 900	273	321 300	87
	Khenchela	164	251	2 873	716	1 018 546	66
	Oum El Bouaghi	551	850	3 925	1 424	2 098 460	75
Total Zone		1 275	2 250	22 340	4 798	7 546 295	501

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

La gestion des rejets de la zone de Batna comporte 5 villes qui sont sous la tutelle de l'ONA avec un volume rejeté totale de 7 546 295 m³ totale pour le mois de Février 2018 le plus important et celui de Batna avec 2 762 852 m³ (voire le tableau précédant), ce volume peut être réutilisé surtout pour l'irrigation sans risque s'il est épuré

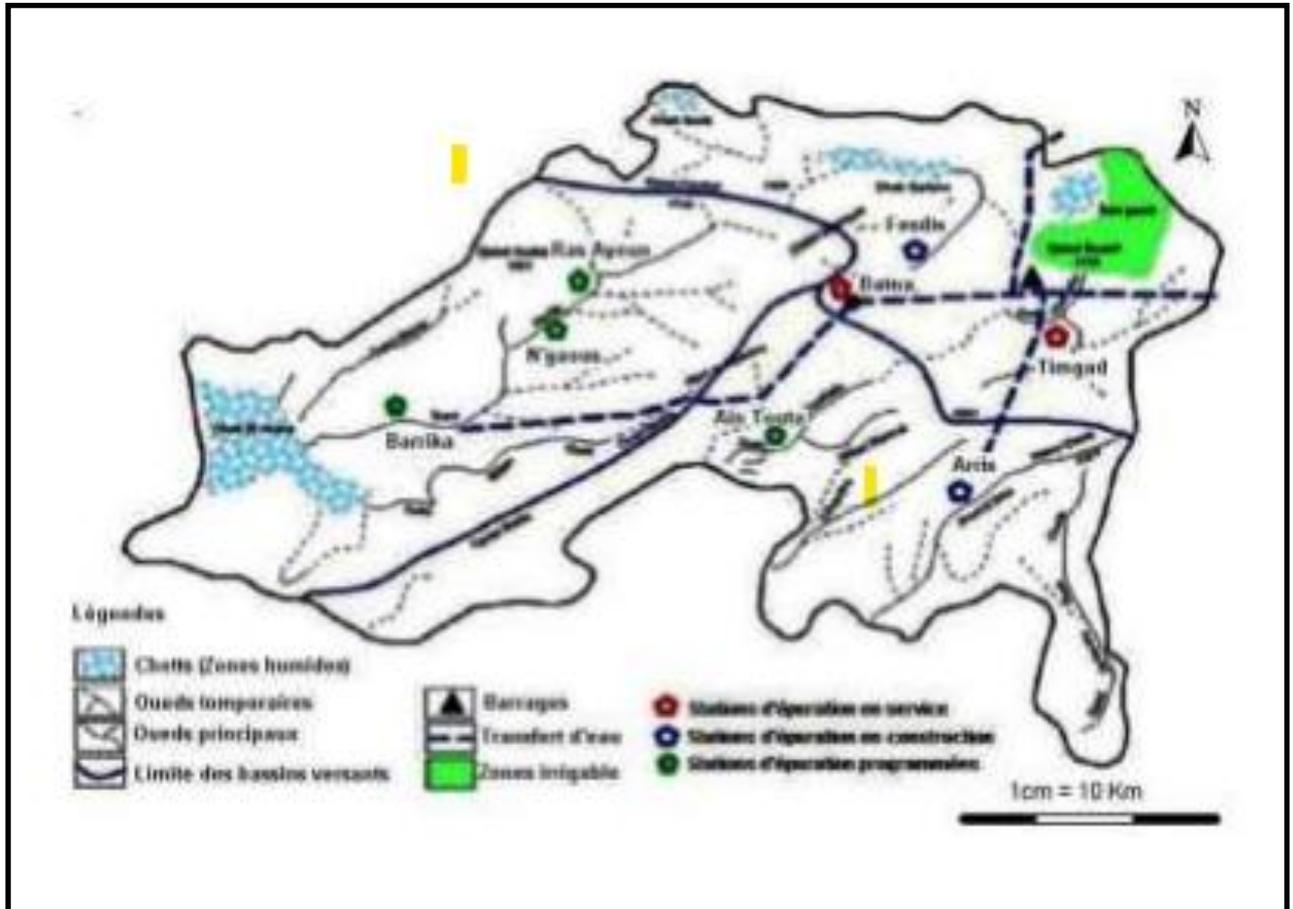


Figure .14 : Carte des réseaux hydrauliques et hydrographiques à Batna (source : Hannachi,2018)

Le secteur de l'assainissement a connu une redynamisation et une attention particulière des pouvoirs publics et du secteur des ressources en eau. 90 % de la population (299230 habitants en 2012) agglomérée (ville de Batna) est raccordée à un réseau d'assainissement. La longueur totale du réseau d'assainissement avoisine 32000 km (réseau urbain de 20 000, réseau semi-rural de 7 500 et réseau rural aggloméré de 4 500 Km) (ONA, 2012 in Hannachi ,2018).

7.2. L'eau à Batna, un facteur limitant de l'agriculture:

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

Les eaux usées traitées à la station d'épuration de Batna sont déjà exploitées par les agriculteurs de la région. Les besoins en ressources en eau d'irrigation pour la région de Batna sont de l'ordre de 52 millions de m³, or l'affectation est 50,9 millions m³, la réutilisation des eaux usées est de l'ordre de 23 millions m³. Le ratio d'eau usée réutilisée par rapport à l'eau captée dans le milieu est de 45,19 % dans le cas de la région de Batna.

Les principales difficultés du recyclage des eaux usées sont les exigences sur la qualité de l'eau épurée. Le recyclage de l'eau pour des applications agricoles est surtout utilisé dans les régions semi-arides et arides, c'est le cas de la région de Batna. Elle montre une insuffisance importante des ressources en eau pour le secteur agricole, avec une pluviométrie de 400 mm/an environ (Hannachi ,2018).

7.3. La problématique de l'utilisation des eaux usées sans épuration à Batna :

La station d'épuration de la ville de Batna, qui a été construite en 1975, n'a commencé à fonctionner qu'en 2005. De même que son dimensionnement n'est plus approprié au volume des rejets actuels, qui a très sensiblement augmenté.

Les rejets liquides urbains sont partiellement épurés, alors que les eaux usées industriels sont généralement rejetées à l'état brut, avec tous les éléments toxiques qu'elles peuvent contenir, étant donné que les stations d'épurations des unités industrielles sont généralement en panne, voire inexistantes. Le mélange de ces eaux est véhiculé par oued El Gourzi vers la plaine d'El Madher qui est une zone agricole, où les agriculteurs irriguent illicitement avec des eaux usées brutes Selon La DHW de Batna en 2006 ; Avant l'année 2005, la charge polluante véhiculée par cet oued vers la plaine n'a subi aucun traitement et/ épuration, avec un débit total estimé à 350 l/s (Zouita 2002 et Zouita 2022) .

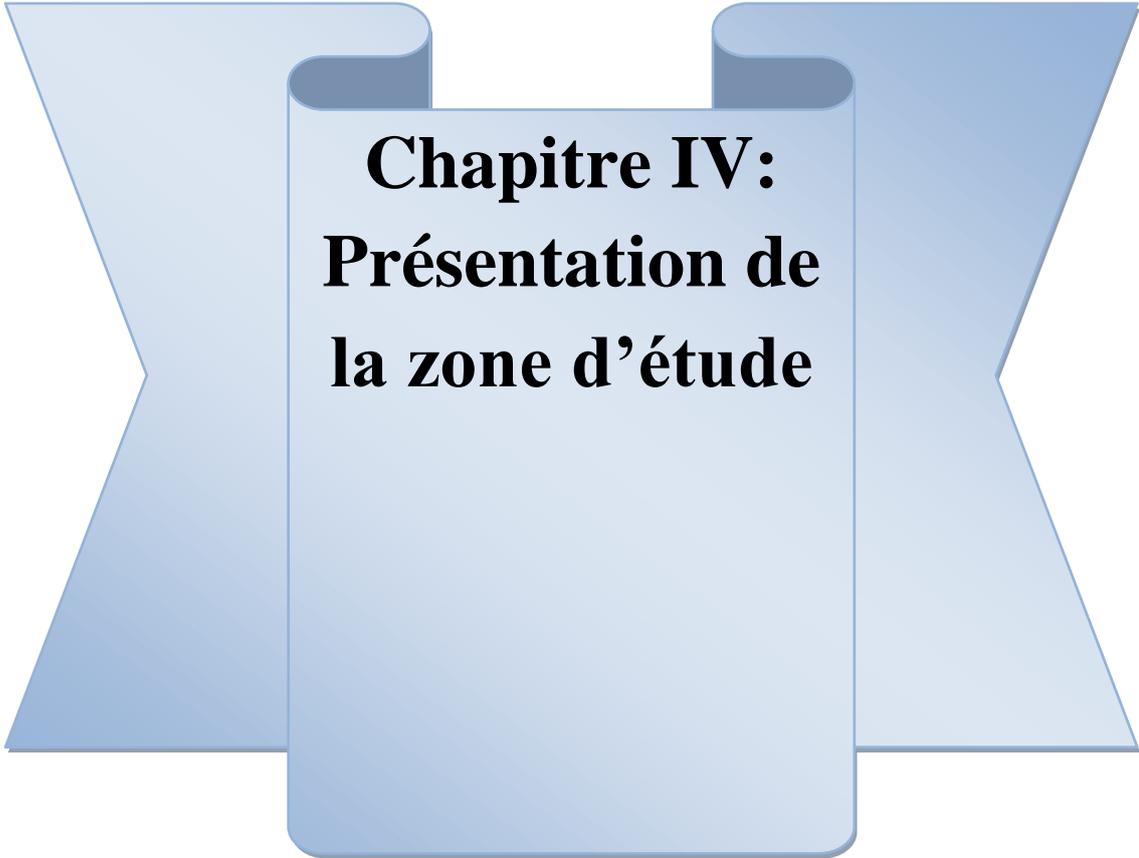
Conclusion :

L'utilisation des eaux non conventionnelles est l'objectif numéro un de tout les pays du monde et surtout ceux qui souffrent de stress hydrique et sécheresse. La réutilisation des eaux usées épurée devient un but pour la préservation de l'environnement d'une manière générale et des ressources hydriques (superficielles et souterraine) spécialement. Sans oublier que de point de vue économique et écologique ce procédé est rentable à long terme.

En se basant sur la problématique de l'utilisation des eaux usées sans épuration pour l'irrigation de la plaine d'El Madher ; il est donc préférable d'opter pour la réutilisation des

Chapitre III : Les domaines de la réutilisation des eaux usées épurées

eaux usées épurées issus de la station d'épuration de la ville de Batna ; pour l'irrigation de cette plaine qui est une zone agricole importante ajouté à cela elle comporte la nappe alluvionnaire du champ captant des eaux qui sont destinées pour l'alimentation en eau potable (AEP) destiné au chef lieu de la wilaya de Batna ainsi que la région de Fesdis et Djerma



**Chapitre IV:
Présentation de
la zone d'étude**

Introduction :

. L'étude du milieu naturel concerne le chef-lieu de la wilaya de Batna où passe oued El Gourzi, en plus de la plaine d'El Madher qui subit les effets de la pollution de l'oued El Gourzi par les rejets urbains et industriels de la ville de Batna, ainsi que les eaux pluviales.

Dans ce chapitre un aperçue ; Géographique, climatique, hydrologique , hydrogéologique, etc..

1-Aperçue géographique :

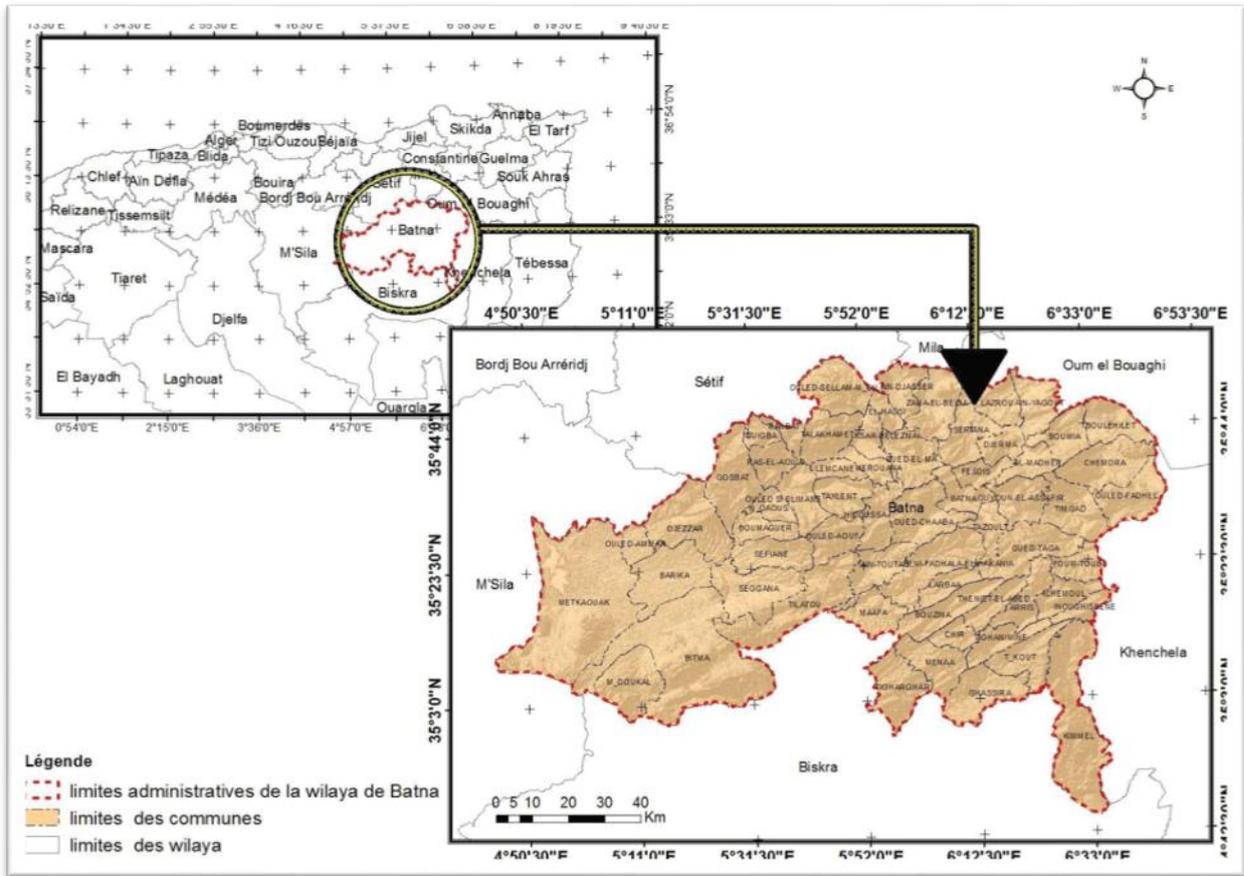
Située au nord-est de l'Algérie, la wilaya de Batna est limitée au nord par les wilayas de Sétif et d'Oum El Bouaghi, à l'ouest par la wilaya de M'Sila, à l'est par les wilayas de Khenchela et de Oum El Bouaghi et au sud par la wilaya de Biskra. Elle s'étend sur 90 km du nord au sud et sur 180 km d'est en ouest. La région de Batna couvre alors une superficie d'environ 12.028. 24 km². Le relief de la région de Batna se compose essentiellement de hautes plaines du massif montagneux de l'Aurès et d'une portion de la cuvette du Hodna. La forme montagneuse traverse la région de l'est et de l'ouest. On note aussi la présence d'une zone de plateaux sur la partie nord, et entre les chaînes montagneuses (Figure .16) (A. Hannachi,2016).

Elle est limitée :

- Au Sud par la Commune de Tazoult.
- Au Nord par la Commune de Fesdis.
- A l'Ouest par la Commune de Oued-Chaaba.
- A l'Est par la Commune de Ayoun Assafir, (Figure n°15).

La position géographique de la ville de BATNA présente certaines spécificités liées au site lui-même ; d'autres à la situation générale, elle est située à l'intersection de deux principaux axes routiers ; l'axe Nord-sud, reliant le Nord du pays au Sud et grand Sud, et l'axe reliant l'Est à l'Ouest à travers les hauts plateaux. (Baaziz. 2008)

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude



. Figure .15 : La situation de la wilaya de Batna (Baaziz 2018)

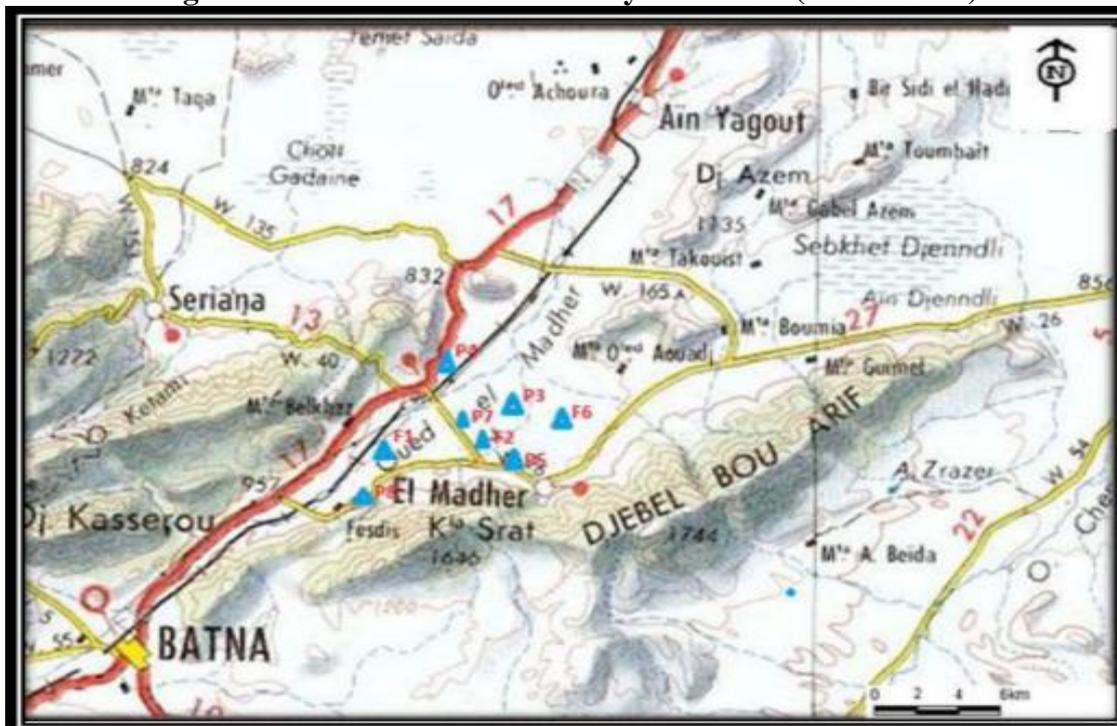


Figure .16 : : Situation géographique de la wilaya de Batna et la plaine d'El Madher (Baaziz, 2008).

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

La plaine d'El Madher est située à environ 450 km, au SE d'Alger, entre les degrés 35.5° et 35.7°, de latitude Nord, et à 15 km au Nord Est de la ville de Batna. (Zouita,2022).

2. Situation topographique :

La wilaya de Batna est située au Nord des Aurès là où l'Atlas Tellien Algéro-tunisien atteint l'un des points culminants au Djebel Chélia avec une altitude de 2328 m. La diversité topographique a un impact sur le climat

Le relief est l'ensemble des irrégularités du sol qui se mesurent par rapport au niveau de la mer, c'est ce qui donne les caractéristiques de la surface de la Terre.

La wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement, dans un ensemble physique constitué par la jonction des Atlas Tellien au Nord et Saharien au Sud. Elle présente ainsi, une structure physique très hétérogène, pratiquement composée de (03) régions naturels distinctes (Monographies de Batna 2013 ,2014 in Baaziz 2018).

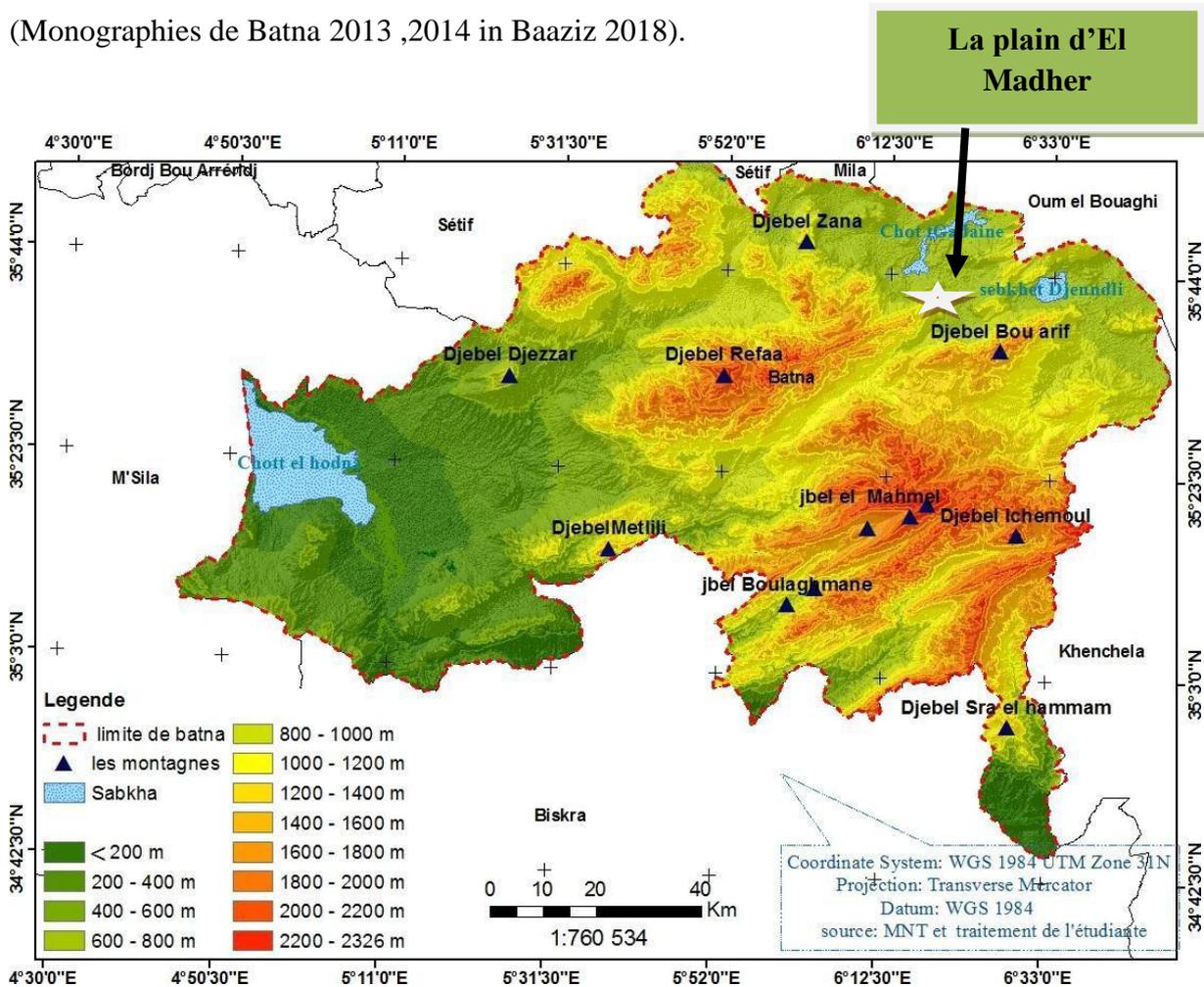


Figure .17 : Carte hypsométrique de la wilaya de Batna (Baazi. 2018)

3. Situation géologique et hydrogéologique :

La plaine d'El Madher est un bassin de sédimentation subsidient sous la forme d'un synclinal à substratum marneux très épais d'âge Cénomaniens. Il est limité par deux d'une structure anticlinale:

- D'une part, au nord, par l'anticlinal des monts de Batna de direction SW-NE.
- D'autre part, au sud, par l'anticlinal de Djebel Bou Arif, de même direction.

Ces structures sont affectées par de nombreux accidents tectoniques.

Dans la partie nord, la plaine d'El Madher constitue une fosse d'origine tectonique, comblée d'une forte épaisseur de sédiments détritiques issus principalement du démantèlement des reliefs voisins. Les phénomènes de subsidence décelés tout le long du secondaire, peuvent s'être à nouveau manifestés au courant du quaternaire pour contribuer à la mise en place d'épaisseurs considérables de sédiments détritiques, dépassant 200 m par endroits.

Une corrélation entre les différentes formations détritiques recoupées par les sondages M1, M2 et M3, a permis de constater qu'en plus de l'importante épaisseur, la formation détritique se subdivise en deux ensembles distincts (Mennani,2007) :

- Le premier est situé à la base du recouvrement récent qui est constitué essentiellement d'éléments grossiers (sables, graviers, et galets) faiblement cimentés par des argiles.
- Le deuxième constitue la partie supérieure du recouvrement où les éléments fins sont les plus dominants (argiles avec quelques intercalations de graviers et galets).(Menani,2007).

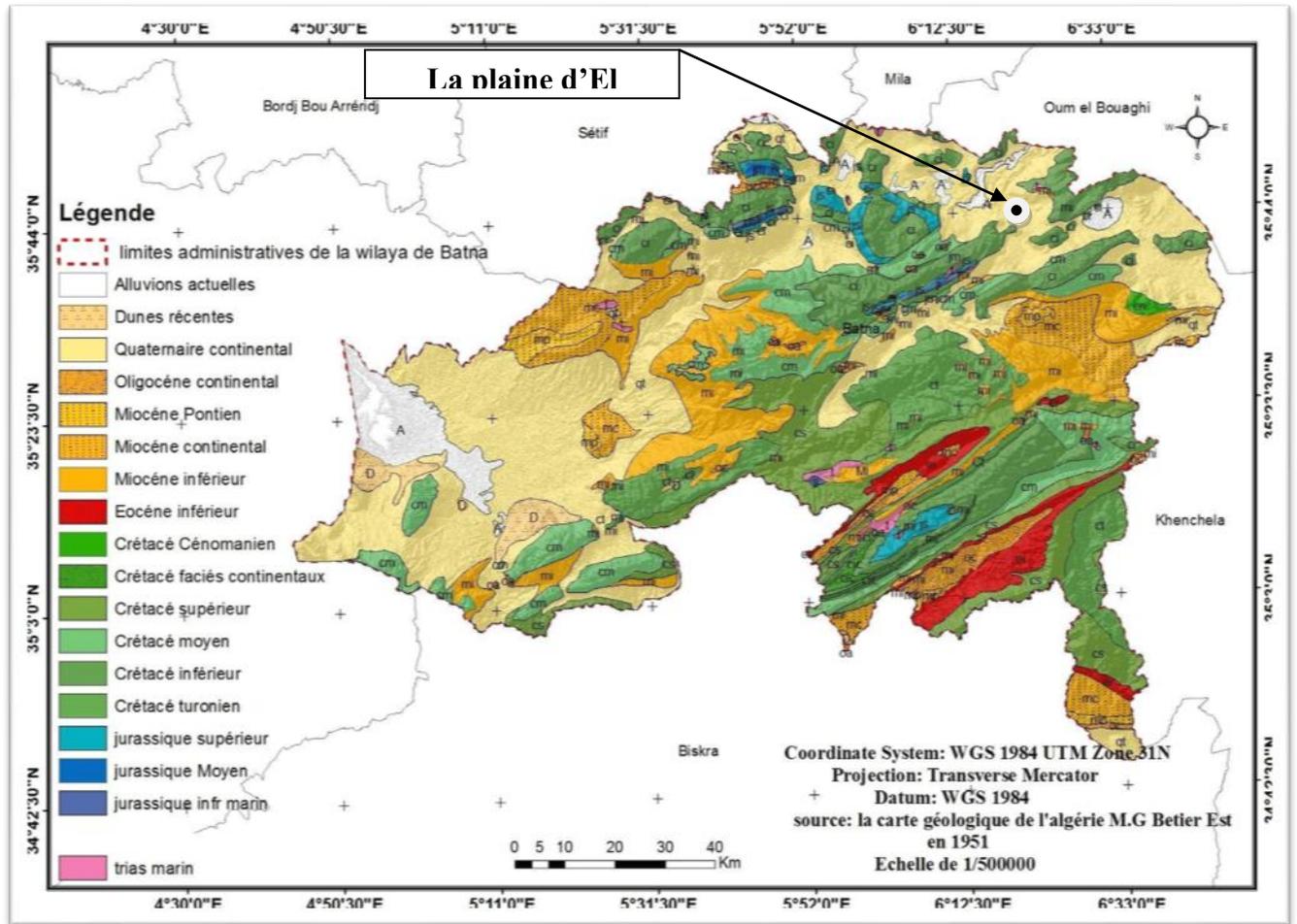


Figure .18 : Carte géologique de la wilaya de Batna (Baaziz, 2018)

3.1. Etat piézométrique et profondeur de la nappe :

L'écoulement souterrain est globalement orienté du Sud vers le Nord avec les principaux traits suivants :

- La profondeur de la nappe est de l'ordre de 5 m entre Merfag El Baroud et Douar Ouled Lakhdar ainsi que dans le secteur de Mechtat Madher

La profondeur de la nappe augmente progressivement vers sa limite NNE et vers le Sud pour atteindre 30 m, pour diminuer ensuite et finir par s'équilibrer à une profondeur de 12 m à Gseya. Les plus faibles profondeurs sont observées à l'exutoire du bassin, près de Merdja Mazouala, où la nappe vient pratiquement à résurgence (0,2 à 0,5 m de profondeur);

- La nappe réagit rapidement par des rehaussements rapides du niveau consécutivement à des épisodes pluvieux, comme cela a été constaté par une série de mesures effectuées en 1989,1990 et 2001. Par endroits, le rehaussement était de 1 à 1,5 m, comme c'est le cas à

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

Mechtat Arrour, où l'Oued recharge la nappe souterraine. Cette zone, qui présente toutes les caractéristiques d'une zone vulnérable à la pollution, est exploitée par des forages qui alimentent la ville de Batna et ses environs ;(Menani , 1991 in Zouita.2002)

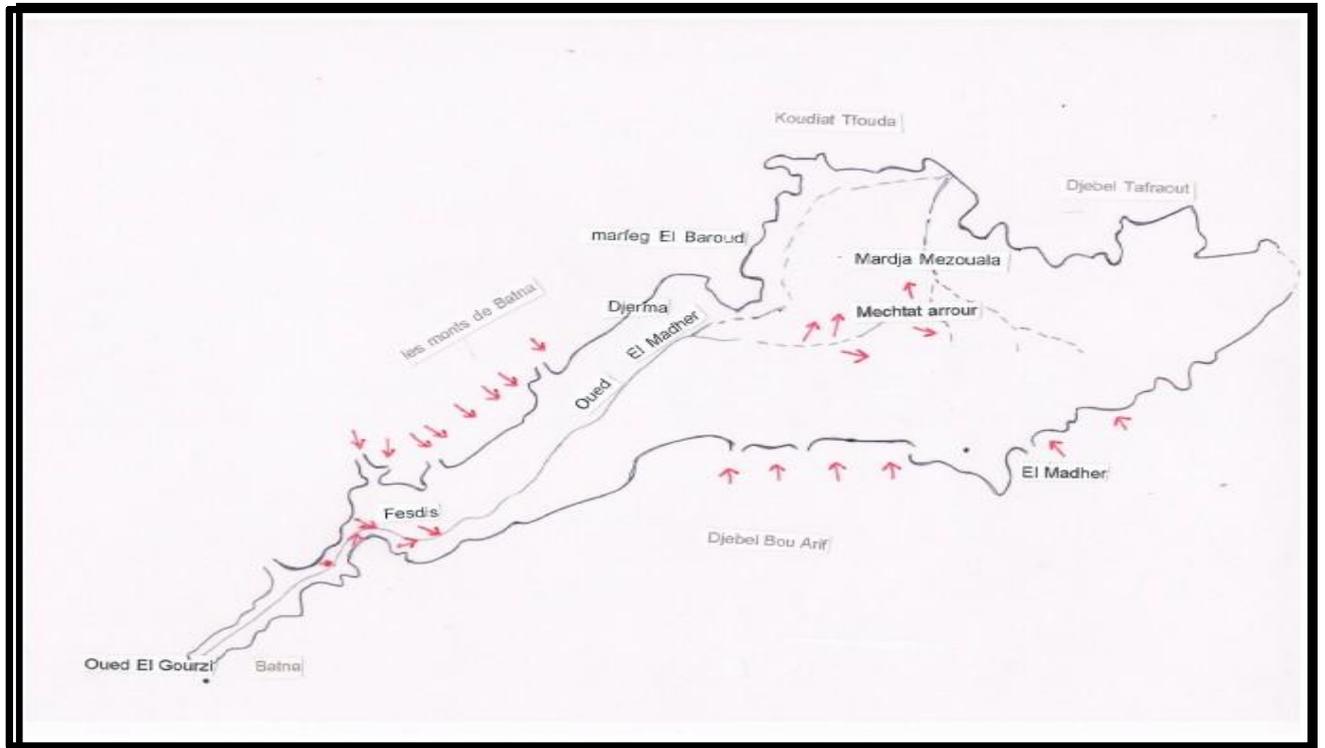


Figure .19 : Alimentation de la plaine d'El Madher;(Menani , 1991 in Zouita.2002)

- Dans la vallée de Fesdis, les isopièzes marquent un espacement plus net. A certains endroits, la convexité des isopièzes vers l'amont hydraulique souligne le drainage de la nappe par Oued El Madher. Il y a probablement une dilution des eaux de l'Oued chargées par les eaux de la nappe. La profondeur de la nappe dans cette région varie entre 5 à 20 m en moyenne, et en certains endroits particuliers, elle peut atteindre - 1.9 m.

La région de Madher est exposée à un autre problème environnemental. C'est celui de l'irrigation par submersion de certaines cultures fourragères et parfois même des légumes à partir des eaux usées pompées directement dans l'Oued. Ce procédé d'irrigation peut non seulement nuire à la qualité des aliments cultivés, mais également à la nappe souterraine ;

- Près de la bordure d'El Madher, les isopièzes se resserrent très sensiblement avec un gradient de 6%. Dans cette partie de la plaine, il y a une alimentation de la nappe provenant du Djebel Madher tout comme il y a une alimentation de la nappe provenant de la bordure des monts de Batna. L'apport d'eau de ces bordures peut changer les

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

caractéristiques chimiques de la nappe en provoquant une dilution et une baisse des concentrations de certains éléments chimiques. Les averses sont également un facteur de dilution des rejets (Menani,2007).

la plaine d'El Madher où se jette oued El Gourzi avec toute sa charge polluante, sachant que la nappe souterraine de cette plaine assure une grande partie des besoins en eau de la ville de Batna, et ce, par l'intermédiaire de son champ captant externe qui est composé de huit (8) forages, dont quatre (4) sont implantés dans la plaine d'El Madher et les autres dans la plaine de Gadaine.

4-Aperçu Hydrologique :

Le bassin versant d'oued El Madher s'étend sur une superficie d'environ 200 km² et englobe l'aquifère alluvionnaire de la plaine d'El Madher, dont elle couvre une superficie d'environ 90 km². Cet aquifère est limité par les monts de Batna, à l'WNW, et par le Djebel Bou Arif, à l'ESE. Ces deux monts convergent au Sud, pour pratiquement fermer le bassin versant de cette plaine et ne laisser subsister qu'un mince seuil alluvionnaire, où coule oued El Madher (prolongement naturel d'oued El Gourzi).

Oued El Madher traverse toute la plaine jusqu'à Mechtat Arour, où il se divise en plusieurs bras. Merdja Mazouala est l'exutoire du bassin, elle est située au Nord de la plaine, entre le Djebel Tafraout et Koudiat Tfouda (Zouita,2022).

4-1- Oued El Gourzi et Oued El Madher:

Oued El Gourzi est le collecteur principal du réseau d'assainissement de la ville de Batna ainsi que des eaux pluviales. C'est un Oued à ciel ouvert qui franchit cette ville, avec un débit qui varie selon les saisons. Avant la sortie Nord de la ville, il traverse sa zone industrielle, où il collecte, en plus des rejets urbains, tous les rejets industriels. Par la suite, il s'écoule vers la plaine d'El Madher en longeant Madher Ilef, fedis et Djerma.

Oued El Madher est le prolongement naturel de Oued El Gourzi qui draine les eaux superficielles du bassin de Batna. En période sèche, l'Oued véhicule un débit moindre, il s'agit des différents rejets de la ville de Batna et des petites localités qu'il longe. En l'absence de station de jaugeage, les débits ne peuvent être qu'estimés ponctuellement par jaugeage au moulinet

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

En traversant la plaine d'El Madher, il se ramifie en un réseau dense de drains secondaires au sud de Mechtat Araour, favorisant ainsi la dispersion des rejets contaminés. Une réunification de bras se produit à nouveau à l'exutoire du bassin, à Merdja mezouala. (Zouita,2002)

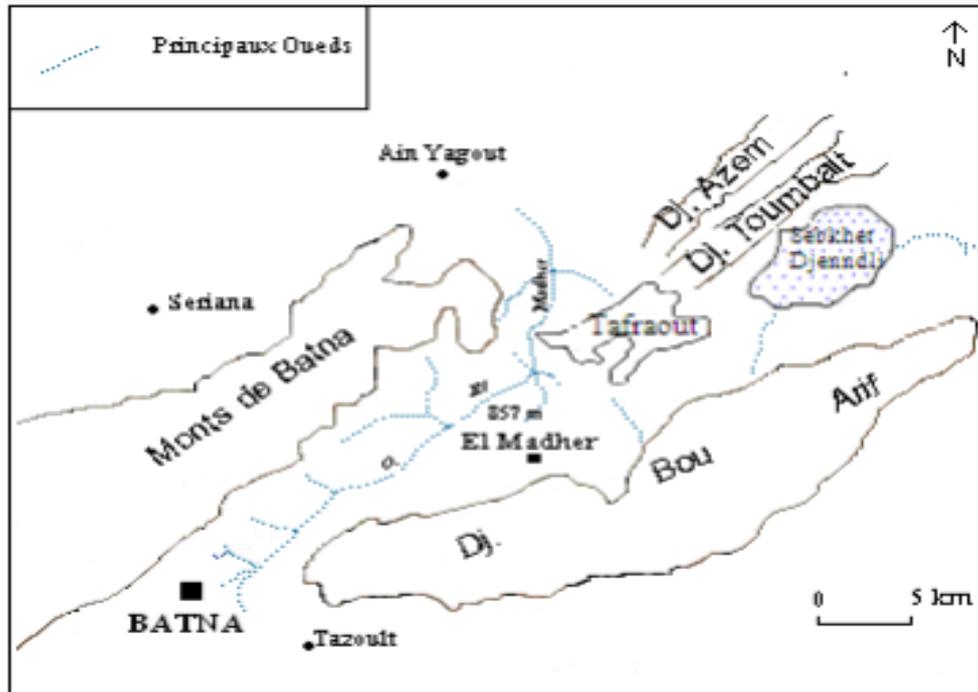


Figure .20 : Le réseau hydrographique du bassin d'El Madher (LAZHAR FERHAT) .

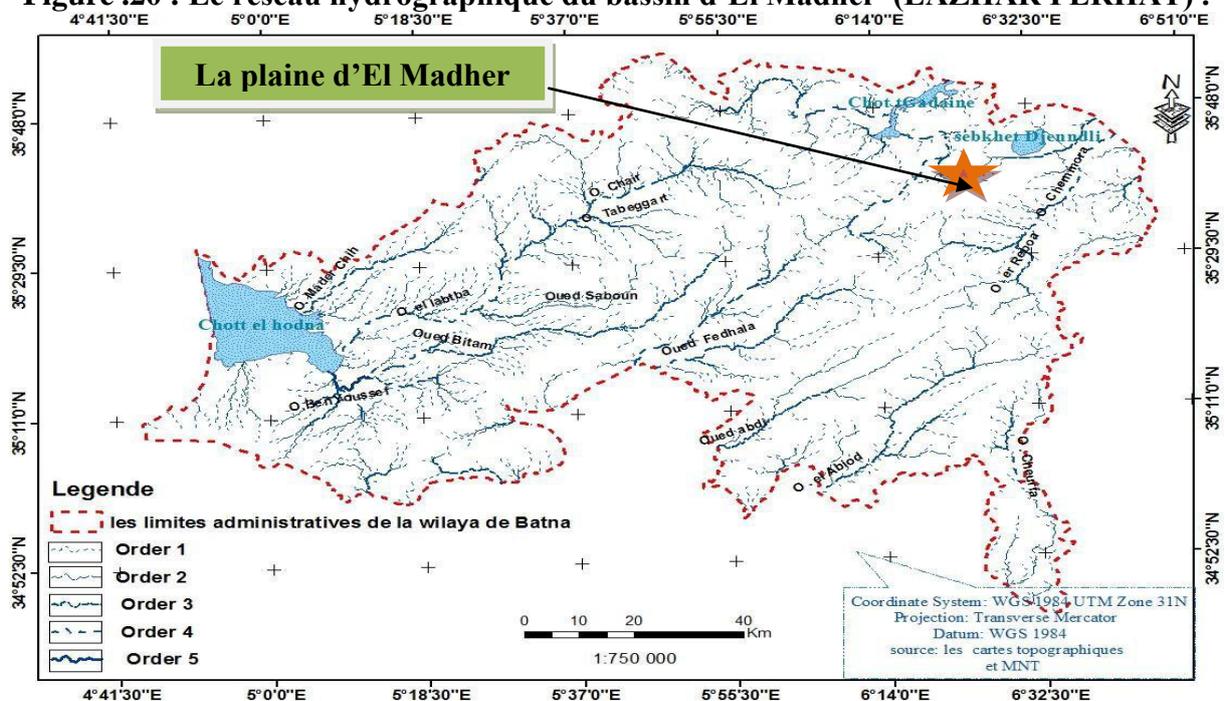


Figure .21 : Carte du Réseau hydrographique de la wilaya de Batna (Baaziz. 2018)

5. Situation Climatique :

D'une manière générale, le climat de la zone d'étude est semi-aride avec un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec, dans tous les points du bassin versant sans exception.

Dans notre étude, la région qui nous intéresse le plus s'est les lieux que traversent oued El Gourzi, où l'étude climatique a porté sur la partie NE de la ville de Batna. C'est pour cette raison qu'on a choisi la station météorologique d'Ain Skhouna, qui se trouve à une altitude de 827m, de Latitude 35°43' Nord et de Longitude 6°22'30'' Est. En plus de la station météorologique de Batna, située à une altitude de 1050 m. Le choix de ces deux (2) stations s'est fait spécialement, vue l'emplacement d'oued El Gourzi qui prend sa source au SW de la ville de Batna et son exutoire se trouve en résurgence à Mardja Mezouala, à proximité du sous bassin versant de Gadaine (Zouita,2022)

5.1. Précipitations :

Toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...), sont provoquées par un changement de température ou de pression (ASTE, 2010).

Dans le cas de notre étude, on s'est basé sur les précipitations enregistrées à la station météorologique d'Ain Skhouna, pour la période allant de 1971 à 2011 (tableau n° 1), ainsi que celles enregistrées à la station de Batna, pour la période s'étalant de 1984 à 2005 (tableau n° 2) (Zouita,2002).

Tableau .4 : Variation annuelle des précipitations d'Ain skhouna (1971-2011).

Années	P(mm)	Années	P(mm)	Années	P(mm)	Années	P(mm)
1971	301.5	1982	467.5	1993	188	2004	596.8
1972	521.6	1983	155.3	1994	215.5	2005	252
1973	330.3	1984	395.7	1995	283.4	2006	351.4
1974	229.1	1985	462.9	1996	393.2	2007	293.8
1975	296.3	1986	355.3	1997	379	2008	348.4
1976	480.6	1987	327.8	1998	269.4	2009	349.8
1977	298.7	1988	169.9	1999	308.5	2010	280.6
1978	193.1	1989	234	2000	292.8	2011	185
1979	242.9	1990	437.3	2001	224.1		
1980	411.4	1991	300.3	2002	287		
1981	199.2	1992	454.1	2003	503		

(Source : station météo Ain Skhoua (Zouita,2022)).

Selon ce tableau (tableau n° 1), on remarque que les précipitations dans cette région se caractérisent par une irrégularité, d'une année à l'autre, avec une moyenne annuelle série qui est de l'ordre de 382.7mm.

- L'année la plus pluvieuse c'est celle de 2004, avec un cumul annuel de 596.8mm.
- Alors, qu'en 1983 on a enregistré un cumul annuel ne dépassant pas les 155.3mm.

Cette irrégularité des précipitations a une influence directe sur l'écoulement d'oued El Gourzi, qui véhicule les eaux pluviales ainsi que les eaux d'assainissement de la ville de Batna et quelques autres localités.

Tableau .5 : Variations moyennes mensuelles des précipitations (période 1971-2011)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	38.6	25.1	30.4	29.7	28.1	26.5	33.8	33.9	39.5	18.5	9	16.3

(source :ONM,AinSkhoua (Zouita,2022))

De ce tableau n° 2, on relève ce qui suit :

- Les moies plus pluvieux sont, respectivement : Mai, avec 39,5 mm, et Septembre avec 38,6 mm;
- Le mois le moins pluvieux est Juillet, avec 9mm seulement.

Le tableau n° 6, ci-contre, représente les précipitations moyennes mensuelles de la station de Batna-cité.

Tableau .6 : Variations mensuelles moyennes des précipitations pour la période (1984-2005)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	43.7	26	31.7	34.4	35.7	25.2	37.1	29.7	36.3	19.2	9.6	13.5

(Source : station météo de Batna (Zouita,2022)).

A la lecture de ce tableau no 11, ci-dessus, on constate ce qui suit :

- Le mois le plus pluvieux est celui de Septembre, avec 43.7 mm;
- Le mois le moins pluvieux est Juillet, avec 9.6 mm seulement.

5.2.Températures :

Les températures, présentées dans cette étude, sont celles des stations météo d'Ain Skhouna et de Batna (tableau n° .7).

Tableau .7 : Températures moyennes mensuelles d'Ain Skhouna (période 1971-2011)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T(°C)	20.8	15.3	9.7	6.3	5.2	6.3	9	11.7	17.3	22.5	25.8	25.4

(Source : ONM Ain Skhouna (Zouita,2022)).

Dans le NE d'oued El Gourzi, en se basant sur les températures enregistrées à la station météo d'Ain Skhouna (827 m d'altitude) (tableau n° .7), on remarque que :

- Les températures les plus élevées sont enregistrées pendant les mois de Juillet et Août, avec des valeurs respectives de 25.8 °C et 25.4°C;
- Et le mois le plus froid est Janvier, avec une moyenne de 5,2°C.

A la station de Batna, les températures moyennes mensuelles de la période 1986-1996, sont consignées dans le tableau n° 8, ci-contre.

Tableau .8 : Températures moyennes mensuelles d'Ain Skhouna (période 1986-1996)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T(°C)	22.4	16.2	9.25	5.25	5.55	7.15	10.8	13.5	19.3	24.2	26.4	28.1

(Source : station météo de Batna (Zouita,2022)).

Dans le SW d'oued El Gourzi, les températures enregistrées à la station météorologique de Batna (1050 m d'altitude) (tableau n° .8), pour une période de dix (10) années, montrent ce qui suit :

- les températures les plus élevées sont celles enregistrées durant le mois d'Août, avec 26.4°C;
- Les mois les plus froids sont Décembre et Janvier, avec des valeurs respectives de 5.25°C et 5.55°C.

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

Sachant que l'augmentation des températures favorise l'évaporation des eaux qui coulent dans oued El Gourzi; par conséquent, la concentration des éléments chimiques dissous dans ces eaux est élevée.

5.3. Relation précipitations-températures :

Cette relation est généralement établie à l'aide des diagrammes pluvio-thermiques, connus en agronomie pour définir la période sèche sous le nom de diagramme ombrothermique de GAUSSEN.

Où on prend : $P = 2T$

Dans cette partie de l'étude, on utilise les données climatiques des deux (2) stations, Ain Skhouna et Batna, avec :

- Celle d'Ain Skhouna, pour la période qui s'étale de 1971 à 2011 :
- Et de Batna, pour la période qui va de 1986 à 1996.

Et le tableau n° 8, ci-dessous, représente cette relation des précipitations-températures enregistrées au niveau des deux stations concernées.

Tableau n° 8: Relation précipitations-températures moyennes des deux stations (1986-1996).

Evaporation : Les données climatiques concernant l'évaporation sont celles de la station météorologique d'Ain Skhouna, pour la période qui s'étale de 1971 à 2011 (tableau n° .6).

Tableau .9 : Evaporations moyenne mensuelle d'Ain Skhouna (période 1971-2011).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Evaporations	195	138	93	79	82	91	124	157	199	164	366	355

(Source : ONM Ain Skhouna (Zouita,2022)).

De ce tableau n° .9, ci-dessus, on relève ce qui suit :

- L'évaporation est intense aux mois de Juillet et Août, avec des valeurs respectives de 366 mm et 355 mm, où, durant ces deux (2) mois secs, les écoulements superficiels issus des précipitations sont moindres ;

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

- A cet effet, oued El Gourzi ne véhicule que les eaux usées partiellement épurées issues de la ville de Batna et des agglomérations avoisinantes;
- Durant la période de Novembre à Février, les valeurs d'évaporation sont moindres.

5.4. Humidité relative : Les données concernant l'humidité relative, enregistrées au niveau de la station d'Ain Skhouna, sont consignées dans le tableau n° .10, ci-contre.

Tableau .10: Humidité relative (%) à la station d'Ain Skhouna (période 1988-2000).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidité relative (%)	55.0	62.8	67.3	73.8	74.2	70.9	62.8	58.7	53.8	47.3	39.0	42.7

(Source : Station météo Ain Skhouna (Zouita,2022)).

A la lecture des résultats du tableau n° .10, on constate ce qui suit :

- Le mois de Juillet enregistre une humidité relative minimale de 39%, et c'est le mois le plus sec;
- Par contre, le mois de Janvier enregistre le pourcentage (%) le plus élevé de l'humidité relative, avec 74.2%.

5.5. Vitesse du vent :

Les valeurs de la vitesse du vent, enregistrées à la station d'Ain Skhouna sur une période de douze (12) années, sont données dans le tableau n° .8, ci-dessous.

Tableau .11 : Vitesse moyenne du vent à la station d'Ain Skhouna pour une période de 12 ans (1988-2000).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vitesse du vent (m/s)	3.3	2.8	3.0	3.0	3.0	2.9	3.4	4.0	3.6	3.7	3.4	3.2

(Source : Station météo Ain Skhouna (Zouita,2022)).

Les données de la vitesse moyenne du vent à la station d'Ain Skhouna, consignées dans le tableau .8, nous renseignent sur :

- La vitesse du vent dans la région d'Ain Skhouna est importante, surtout pour le mois d'Avril, avec une vitesse moyenne de 4 m/s ;

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

- Le vent favorise l'évaporation, surtout en période sèche, et ce, en présence de températures élevées ;
- Dans cette région, les vents dominants sont de direction SW, plus particulièrement pour le sirocco.

6-Historique et localisation de la STEP de Batna:

Dans le cadre de la protection de l'environnement et de l'élimination des risques de pollution des nappes du champ captant de la ville de Batna (298.000 habitants), et des centres de la environnants d'une part (Tazoult 19.000 habitants), et la mise à la disposition de nouvelles ressources au profit de l'agriculture d'autre part, il a été envisagé dès 1975, la réalisation d'une station d'épuration des eaux usées .(ONA,2011) La station d'épuration de la ville de Batna est située à son Nord, sur la voie qui mène à l'échangeur vers Kechida, au bord d'oued El Gourzi. Elle est limitée, au Sud et à l'Est, par la route nationale RN 03, au Nord, par un large terrain qui s'ouvre sur un vaste relief et, à l'Ouest, par la gare routière du nord.

Cette station d'épuration à boues activées, a une capacité de 200 000 Eq. Habitants. Les eaux traitées sont d'origine urbaine, avec un débit journalier, de 19 875 m³, et un débit de pointe, de 27 210 m³. Les objectifs de la station restent à dépolluer l'eau collectée à l'entrée et en faire un rejet de qualité pour être utilisable dans le domaine agricole (Baaziz, 2008).

. Les travaux de réalisation n'ont pu être effectivement lancés qu'en 1983. A cette date, Dégrement a fourni les équipements ainsi que les plans d'exécution. Ces deniers ont permis à SOTRABA de réaliser la partie génie civil concernant la ligne de traitement des eaux.

L'avant-projet initial s'était avéré insuffisant. Il a été procédé en 1987 l'achèvement du génie civil concernant la ligne de traitement des boues. Le projet a rencontré des difficultés pour la réalisation, il a été repris en août 2000 en vue de la réhabilitation, l'achèvement des travaux et la gestion de la station d'épuration de ville de Batna.

Les travaux de réalisation et de gestion ont été exécutés en 2002, avec l'entreprise VATECH WABAG (société autrichienne) et la station a été réceptionnée et mise en service en septembre 2005. En octobre 2005, la station de réception a exploitation. Elle a été gérée jusqu'à septembre 2011 par cette société. octobre 2011, la station, est gérée par l'ONA (office national de l'assainissement).(N,Boudhane et I,Ahmed,2015).



Figure.22 : Station d'épuration de Batna (Google Earth, Zouita. 2022).

Avant l'année 2005, la charge polluante véhiculée par oued El Gourzi vers la plaine d'El Madher n'a subi aucun traitement et/ épuration, avec un débit total estimé à 350 l/s (DHW, Batna, 2006 in Zouita.2022).

Selon Boudhan *et al.*, (2016), la station d'épuration des eaux usées de la ville de Batna est prévue pour traiter un débit journalier moyen de 19 875 m³/j. La chaîne de traitement est composée de deux (2) lignes : une, d'eau, et, l'autre, de boues. Le débit est divisé sur certains ouvrages, afin d'améliorer la fiabilité, les opérations de maintenance et la souplesse de fonctionnement de la station

7- Rejets de la ville de Batna :

Les rejets de la ville de Batna sont d'origine urbaine, pour une population estimée à environ 350 000 habitants en 2016, en plus d'un développement industriel qui est à l'origine d'importantes quantités d'eaux rejetées et mélangées dans un réseau unitaire, avec les eaux des pluies en période pluvieuse.(Baaziz.2018)

Dans la ville de Batna, le secteur industriel s'est développé depuis les années soixante (1960),

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

surtout dans le secteur public, pour atteindre aujourd'hui un nombre assez important d'unités industrielles, dans lesquelles le secteur privé prend une part considérable.

Quelque soit le secteur, public ou privé, la majorité de leurs industries sont de grandes consommatrices d'eau, par conséquent, leurs rejets liquides augmentent de plus en plus. Quant à la qualité des eaux usées, le moins qu'on puisse dire c'est qu'elles sont généralement rejetées à l'état brut, avec tous les éléments toxiques qu'elles peuvent contenir, étant donné que les stations d'épurations des unités industrielles sont généralement en panne, voire inexistantes.(Zouita.2022)

Parmi les unités industrielles considérées comme polluantes dans la wilaya de Batna on peut distinguer ceux qui, sont installées dans la zone industrielle de Kchida qui a une influence directe sur la pollution de Oued El Gourzi , elle se trouve en amont de la station d'épuration et ces rejets ne sont pas prisent en considération par l'épuration :

-COTITEX: Complexe Textile.

- ENIPEC: Société de Transformation des Peaux Brutes en Cuir.

- ORELAIT: Production de Lait et ses Dérivés.

- SABA: Production de Batterie pour Véhicules.

- TUDOR: Production de Batterie pour Véhicules.

- CSD : Centre de Stockage et de Distribution d'Hydrocarbure.

-BITUM: Unité de Production de Goudron.

- ORAVIE: Abattoir Avicole et Viande Rouge.

- ENBAG: Production de Bouteilles de Gaz.

8-Potentialités agricole :

La région de Batna est à vocation agro-sylvo pastorale avec une prédominance de la céréaliculture qui est la principale spéculation effectuée dans la wilaya. La superficie qui lui est affectée est de 149 800 Ha de la SAU totale de la wilaya. L'élevage ovin est conjugué avec l'apiculture et l'aviculture. L'industrie n'occupe que 6% de la population active et reste quelque peu marginal (DSA, 2013 in Hannachi 2018).

Les statistiques économiques (2011), de la wilaya de Batna apparaît parmi les 13 wilayas (sur les 48) regroupant environ 50,8% des entités économiques. Où le secteur agricole prend

une place importante parmi la répartition de la population selon le secteur d'activité des activités (Najet Kasdalla.H 2011 in Baaziz. 2018).

Tableau .12 : Répartition de la population occupée par secteur d'activité

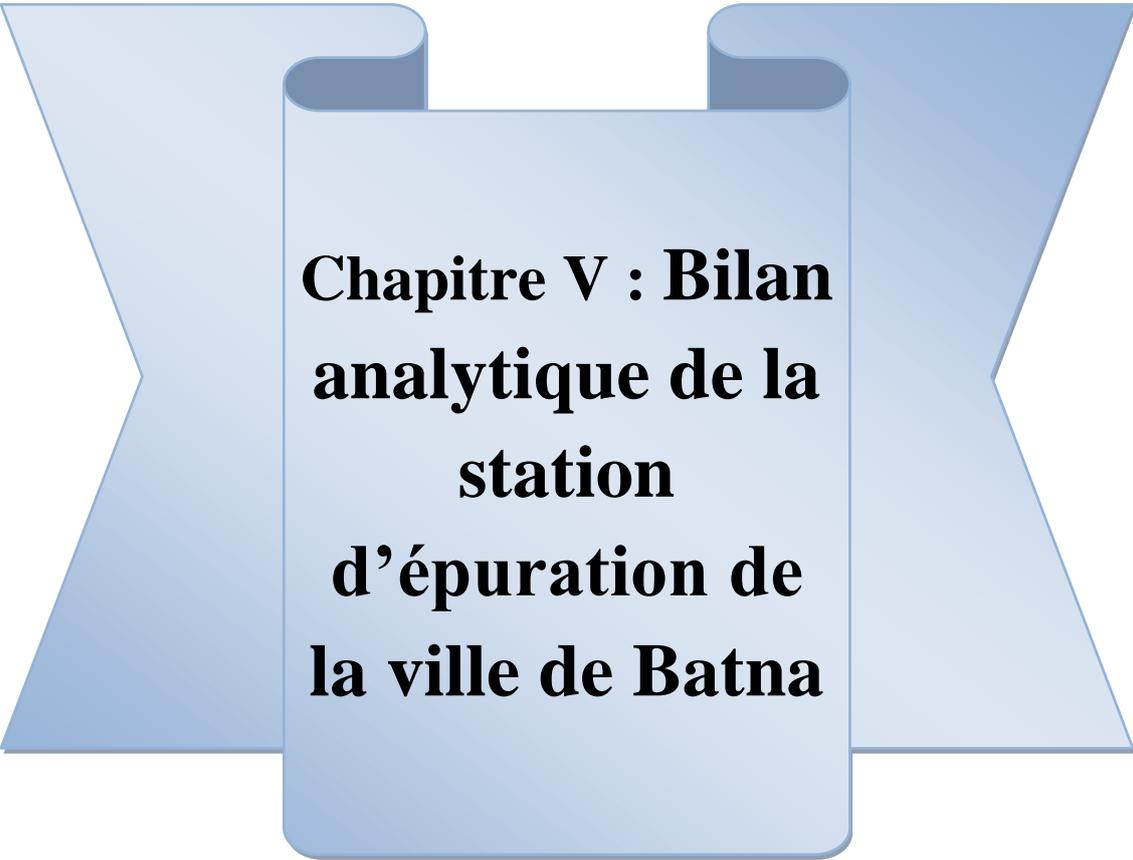
Secteur d'Activité	Population Occupée
Administration	70 777
Bâtiments et Travaux Publics	73 281
Agriculture	70 214
Services	26 921
Commerce	47 018
Industrie	24 824
Total Wilaya	313 034

(source : Baaziz. 2018)

. Production agricole Présenté par la direction des services agricole de Batna, l'agriculture dans la région de Batna est caractérisée par une production agricole plus ou moins satisfaisante, sauf la céréaliculture qui est sous régime pluvial. La filière arboricole est le plus important, avec 5 000 quintaux il y a dix ans, elle est passée à un million deux cent mille quintaux (1 217 718 Qi en 2011), soit au troisième rang à l'échelle nationale (DSA, 2013). L'oléiculture est une filière qui prend de plus en plus d'ampleur au niveau de la wilaya de Batna, ce qui constituera une branche socio-économique d'impact avéré (Tableau 8). À ce titre, un grand programme de réalisation d'huileries et conserveries, en plus de la relance de production de plants oléicoles avec des techniques plus modernes (DSA, 2013).

Conclusion :

L'étude du milieu de la ville de Batna et spécialement la plaine d'El Madher démontre clairement que la zone d'étude a des besoin en eau pour l'agriculture qui à une place importante dans la région avec le stresse hydrique la réutilisation des eaux usées épurées da la station d'épuration de Batna est fortement recommandé pour ces avantage nutritionnel et quantitative ; mais à condition d'éliminé les contraintes liés à la station d'épuration qui doit prendre en considération le débit des eaux usées industrielles qui ne sont pas present en considération par la STEP avant d'être rejeté dans oued El Gourzi .



**Chapitre V : Bilan
analytique de la
station
d'épuration de
la ville de Batna**

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Introduction :

Oued El Gourzi est le collecteur principal du réseau d'assainissement de la ville de Batna ainsi que des eaux pluviales. C'est un oued à ciel ouvert qui franchit cette ville, avec un débit qui varie selon les saisons. Avant la sortie de la ville, il passe par la zone industrielle dans les quartiers de Kchida, où il collecte, en plus des rejets urbains, tous les rejets industriels. Une partie seulement de ces rejets (15000-22000 m³/j) subit un traitement à la station de la ville de Batna avant de rejoindre l'Oued et Gourzi.

Sachant que Les effluents de ce cours d'eau s'écoulent vers la plaine d'El Madher en longeant Bou Ilef, Fisdis et Djerma (Zouita, 2022).

La plaine d'El Madher est une zone agricole caractérisé, par la présence des puits qui sont réparties sur la quasi-totalité de la surface de la plaine d'El Madher qui se trouve sur une nappe alluvionnaire qui contient également le champ captant des forages qui alimente la ville de Batna et quelques localité avoisinante en eau potable (Manani, 1991) .

La problématique dans cette région c'est l'irrigation des terres agricoles avec les eaux pollués par l'Oued El Gourzi, se qui peut être un risque de pollution de la nappe souterraine existante et la nuisance à la santé des consommateurs des produits issue de ces terres irrigables.

Dans ce chapitre un bilan analytique des eaux usées épurés est établie pour déterminer ; la qualité et les quantités des débits sans épuration et après le passage par la station d'épuration de Batna ensuite données une estimation des eaux véhiculés par Oued El Gourzi vers la plaine d'El Madher pour des analyses physico-chimiques pour 3 mois de 2016 et mars 2017 qui sont des donnes fournie par les laboratoire de la station d'épuration de Batna, qui se trouve actuellement en marche partielle n'assurant que 25% de ces fonctionnalisés et la majorité du temps hors service.

Ces problèmes et d'autres vont être discuté dans ce chapitre avec quelques proposition pour assurer la réutilisation des eaux usées épurés de la ville de Batna pour l'irrigation ; avant d'atteindre la plaine d'El madher par Oued El Gourzi .

1-L'assainissement de la ville de Batna et son influence sur oued el Gourzi :

En effet le réseau d'assainissement de la ville de Batna draine les rejets urbains de la quasi-totalité des quartiers de la ville vers l'Oued El Gouzi, ainsi que les rejets de la zone industrielle, et les eaux pluviales. On note aussi qu'une partie très importante du débit rejetée directement dans l'Oued El Gouzi issus des agglomérations limitrophes. Une partie seulement de ces rejets (20000 m³/j- 22 000 m³/j.) subit un traitement à la station de la ville de Batna avant de rejoindre l'Oued Les effluents s'écoulent vers la plaine d'El Madher en longeant Bou Ilef, Fisdis et Djerma. L'eau usée arrive à la station d'épuration des eaux usées de la ville de Batna avec les caractéristiques moyennes suivantes : 211 mg/l de DBO₅, 759 mg/l de DCO, 334 mg/l de MES, 3,59 pour le rapport DCO/DBO, 7.5 de pH .Correspondant aux charges moyennes suivantes : 3.12 tonnes/j de DBO, 11.3 tonnes/j de DCO, 5 tonnes/j de MES(S, Khelif, 2018)

2. les différents type de rejet de la ville de Batna véhiculé par Oued Gourzi :

Selon S, Khelif, (2018) sont signalé que la valeur moyenne de rapport DCO/DBO indicative de biodégradabilité (3.5) est élevée dans les eaux usées brutes de l'Oued El Gourzi par rapport à la valeur contractuelle de 2.5 qui caractérise un rejet urbain biodégradable. Ceci est significatif et indique que les rejets de la ville de Batna sont caractérisés par une prédominance de substances non domestiques, notamment des huiles industrielles et des hydrocarbures.

*-Les rejets de la zone industriel de Kchida sans épuration:

Dans wilaya de Batna, le secteur industriel s'est développé depuis les années soixante surtout dans le secteur étatique, pour atteindre aujourd'hui un nombre assez important d'unités industrielles dont le secteur privé prend une part considérable. Le développement de l'industrie dans la wilaya de Batna a permis la création de 03 zones industrielles et 07 zones d'activités, qui s'étendent sur des superficies totales respectives de 524 hectares 70 ares et 65 centiares et de 145 hectares 321 ares et 291 centiares.(Baaziz. 2018)

Tableau . 13. Caractéristiques des rejets industriels de quartes unités industrielles (S, Khelif, 2018)

	T (°c)	pH	DBO5 (mg /l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	Cl- (mg /l)	Azote Kjeldah (mg /l)
COTITEX	21	8	116.6	430.74	159.46	13.01	59.73
ENIPEC	20	9	600	706.4	516.7	63.9	96.96
ORELAIT	22	9	91.66	190.4	183.33	168.03	33.6
ORAVIE	21	8	63.33	220.26	105.38	/	69.06

La majorité de ces industries sont de grandes consommatrices d'eau, par conséquent leurs rejets liquides augmentent de plus en plus, quant à la qualité de ces eaux, le moins qu'on puisse dire c'est qu'elle est généralement rejetée à l'état brut avec tous les éléments toxiques qu'elle peut contenir dans les cours d'eau à titre d' exemple Oued El-Gourzi qui draine ainsi toute la charge vers la plaine d'El-Madher

Les eaux usées constituent un milieu de culture pour de très nombreuses espèces de micro-organismes 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.

Les divers polluants contenus dans les eaux usées sont susceptibles de contaminer les eaux de surfaces s'ils sont déversés directement dans le milieu naturel et peuvent polluer aussi les nappes souterraines par infiltration. L'accès à un assainissement de qualité est une condition nécessaire pour garantir la dignité des populations (Emmanuel et al 2011 in Baaziz. 2018)



Figure .23: Oued El Gourzi dans la zone industriel de Kchida Prés de l'usine COTITEX (Zouita, 2022)

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

3-La zone irriguée avec les eaux usées d'Oued El Gourzi :

S'étale de part et d'autre de l'axe de drainage naturel. Au niveau d'un déversoir situé un peu plus en amont, une dérivation a été réalisée en construisant une digue en sacs de terre, ceci pour permettre aux irrigants d'accéder à l'eau par épandage à écoulement gravitaire. L'irrigation avec les eaux usées est pratiquée généralement à partir des seguias. La zone irriguée avec les eaux usées est composée de deux bandes; la première, adjacente aux berges de l'oued, caractérisée par son niveau élevé par rapport au lit de l'oued, et donc l'irrigation s'effectue généralement par pompage et la deuxième est alimentée par gravité grâce aux dérivations réalisées par les agriculteurs. (Tabrabet, 2011)

De façon globale, sur une superficie agricole utile (SAU) enquêtée de 4592 ha dans la zone d'étude, les superficies agricoles se répartissent de la manière suivante : 8% est irrigable dont 32.4% à partir des eaux de nappes (puits) et 67.6% par les eaux usées d'Oued El Gourzi. Il est à constater que certaines terres sont irriguées à la fois par les eaux de nappes et les eaux usées, lorsque enquêtés, leurs propriétaires déclarent qu'ils utilisent l'eau de nappe seulement. L'occupation des sols par les cultures irriguées par les eaux usées se présente de la façon suivante : 76% sont occupées par les cultures fourragères, parmi lesquelles on trouve l'orge fourragère, la luzerne, l'avoine, le sorgho et le maïs ; 12% sont occupées par les cultures de céréales, parmi lesquelles on cite : le blé dur, le blé tendre, l'orge et l'avoine ; et 12% sont occupées par les cultures maraîchères, ces cultures sont représentées par : la pomme de terre de saison et d'arrière-saison, l'oignon, l'ail, la laitue, les navets, les carottes, les courgettes, la tomate, le concombre, la coriandre, le persil, la menthe et d'autres légumes frais.

A la lumière de cette enquête, on note que les agriculteurs de la zone étudiée choisissent les cultures, irriguées aux eaux usées, qui donnent des rendements élevés. La luzerne et le sorgho qui donnent plusieurs coupes, sont les plus pratiqués. Parmi les cultures maraîchères, la coriandre, le persil (à multiples coupes et à cycle court) et la laitue prédominent malgré le risque sanitaire qu'ils représentent. Pour accéder aux effluents d'eaux usées, les agriculteurs de la commune de Fisdis ont réalisé des dérivations pour amortir les coûts des installations et faire de l'économie sur l'énergie de pompage. La généralisation de la réutilisation des eaux usées en agriculture, a encouragé les agriculteurs, particulièrement dans la commune de Djerma, à s'organiser informellement pour gérer les tours d'eau. En pleine saison

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

d'irrigation, l'indisponibilité temporaire des eaux usées oblige les agriculteurs, se trouvant en aval, de mobiliser les eaux de nappe.

Les agriculteurs ont acquis une expérience importante concernant ce type d'activité, ils s'adaptent en expérimentant de nouvelles rotations culturales et en utilisant d'une manière alternative les eaux de puits. Les agriculteurs trouvent que l'eau usée est une ressource très économique. En effet, La région est devenue, suite à sa vocation d'élevages bovins et ovins, le principal fournisseur du lait à l'unité de l'ORELAIT de Batna. Dans la plupart des cas, la commercialisation des produits agricoles se fait sur pied. Les produits sont destinés à l'autoconsommation et à la vente. De rares agriculteurs déclinent l'irrigation aux eaux usées pour des raisons d'ordre sanitaire, pour l'homme et le cheptel, et religieuse.

D'une manière générale, les superficies à irriguer par les eaux usées peuvent être augmentées sous certaines conditions. Le besoin maximal des cultures est estimé à 10000 m³/ha/an Le débit des eaux usées rejetées par la ville est, en moyenne, de 350 l/s. Sur cette base, la superficie irrigable par les eaux usées est de 1100 ha. La superficie totale irriguée actuellement est de l'ordre de 477 ha dans la zone de Fisdis-El Madher-Djerma, qui ne représente que 43% de la superficie irrigable projetée. (Tamrabet , 2011)

La synthèse de l'enquête fait ressortir des contraintes de différentes natures. La majorité des agriculteurs appartient aux petites exploitations qui pratiquent une agriculture traditionnelle. Il y a présence de la brucellose et la tuberculose chez les bovins et du rhumatisme chez les agriculteurs. Le faible niveau d'instruction des agriculteurs et l'absence d'efforts de sensibilisation et d'éducation sanitaire sont observés. On note aussi l'absence des canaux adéquats de transport et de distribution d'eau d'arrosage.

Les méthodes d'irrigation adoptées sont archaïques. Il y a l'absence de protection pendant les périodes d'irrigation (bottes, gants, etc.) malgré la mauvaise qualité des effluents. Au moment où les bovins des exploitations agricoles agréées auprès de l'ORELAIT sont soumis obligatoirement à des contrôles et à des vaccinations périodiques, leurs propriétaires ne reçoivent aucun suivi médical contre les maladies à transmission hydrique (MTH). Il y a une hausse du taux de mortalité chez certains animaux et la dégradation de la santé chez les ovins et une crainte chez la population de la région de consommer le lait frais des bovins. On note aussi une réapparition massive des rongeurs et la prolifération des mauvaises herbes au niveau des champs et dans les espaces de pâturage.

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Les eaux usées charriées par Oued El Gourzi sont composées des rejets de la ville de Batna et des localités limitrophes, elles sont partiellement épurées. En conséquence, leur réutilisation à l'état, ont des répercussions graves sur la santé publique et sur l'environnement. (T,Lahbib,2011)

4. La station d'épuration de Batna et son influence sur la pollution de l'Oued El Gourzi :

Le projet de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Batna (Est de l'Algérie) a été relancé en 2005 et son coût avoisine les 980 millions de dinars soit environ 9 millions d'euros.

La station est conçue pour traiter 20 000 m³ de rejets liquides par jour d'une population de 200.000 personnes (tableau 16) et sa gestion est assurée par l'Office National de l'Assainissement

Cette station d'épuration des eaux usées a été mise en service suivant le procédé classique des boues actives, selon une filière de type contact- stabilisation, comprenant une charge massique moyenne suite à une aération conventionnelle dont le but est d'obtenir une très bonne élimination de la DBO.



Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Figure .24 : Oued El Gourzi en face de l'OAIC et à proximité de la STEP de Batna [le 26 Mars 2017, Zouita 2022].

Cette partie de l'oued El Gourzi véhicule des eaux usées qui ne sont pas pris en considération par la station d'épuration et par la suite il se mélange avec les eau épurées à la sortie de la STEP pour rejoindre la plaine d'El Madher passant par Fesdis et Djerma jusqu'à l'exutoire à Merdja mezouala et en route de son parcours les eaux polluée de l'Oued son malheureusement utilisées par les agriculteur d'une façon illicite par pompage comme il est claire dans la photo suivante ; pour irrigué des terres agricole avec tout les risque de nuire aux consommateurs et les risque de polluer la nappe souterraine de cette région



Figure .25 : Pompage de l'eau polluée de l'Oued El Gourzi entre Fesdis et El Madher [le 26 mars 2017 Zouita , 2022].

5-Quantité et qualité des eaux usées épurées :

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

L'analyse des débits moyens d'entrée montre une augmentation progressive jusqu'à atteindre un débit quotidien de plus de 20.000 m³/j, aux mois de septembre et d'octobre. Cependant, la station étant dimensionnée pour un débit moyen journalier de 19 875 m³/j et un débit de pointe par temps sec de 27 210 m³/j, il est remarquable de souligner que des débits moyens mensuels de plus de 20 000 m³/j ont été régulièrement observés, avec certaines moyennes mensuelles de plus de 22 000 m³/j. Par contre, les débits moyens mensuels ont été plus faibles en raison des déversements par temps sec (tableau 18) (A. Hannachi ,2016)

4-1-Avant 2016 :

Tableau .14. Charges hydrauliques de la station d'épuration de Batna.

Paramètres	Valeur du paramètre			
	Unité	Urbain	Industriel	Total
Equivalent habitant	EH	140000	60000	200000
Consommation spécifique d'eau (dotation)	L/hab/j	100	-	-
Taux de rejet	-	0.8	-	-
Débit moyen rejeté	m ³ /j	11200	8675	19875
Débit de pointe journalier au temps sec	m ³ /j	16800	10410	27210
Débit de pointe horaire au temps sec	m ³ /h	1050	600	1650
Débit de pointe horaire au temps pluie	m ³ /h	1575	600	2175

(source :A. Hannachi ,2016)

Tableau .15. Données des bilans d'exploitation mensuelle (Janvier-Octobre).

	Débit moyen mensuel m ³ /j	Rapport DCO /D BO en Entré	DBO mg/l	en sortie Rendement	DBO mg/l	en sortie Rendement	MES mg/l	en sortie Rendement
Janvier	16216	3.2	24	91.00%	109	87.00%	43	87.00%
Février	14439	3.5	19	91.00%	108	87.00%	46	87.00%
Mars	17816	3.4	15	92.50%	106	85.40%	42	81.60%
Avril	18970	3.3	15	93.60%	103	86.50%	37	82.50%
Mai	18653	3.26	15	94.00%	118	85.70%	46	91.00%
Juin	19445	4.15	12	94.30%	116	86.00%	40	84.00%
Juillet	19445	4.15	12	95.00%	116	88.00%	40	89.00%
Aout	19954	3.3	14	95.00%	101	88.00%	28	89.00%
Septembre	20527	2.97	18	93.60%	99	89.00%	31	87.00%
Octobre	20186	3.4	13	95.00%	100	89.00%	29	88.00%

(source :A. Hannachi ,2016)

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Après la mise en marche de la station d'épuration en 2005 en remarque une amélioration de la qualité des eaux usées épuré à la, sortie de la , STEP avec des rapports de rendement pour la paramètres de pollutions qui démontre une très bonne efficacité de l'épuration pour cette période avant 2016

4-2-Après 2016 :

La qualité des rejets de la ville de Batna en se basant sur les analyses (eaux brutes sans épuration pour la période 2016 ET 2017) en a pris comme exemple un mois de chaque année pour les eaux usées brute et les eaux usées après épuration :

Tableau .16: Résultats des analyses physico-chimiques de STEP de Batna du mois janvier 2016

Paramètres Dates	Eau brute										
	MES (mg /g)	DCO	DBO5	N- NH4	N- NH3	P- NO4	N- NO2	NTK	PH	T°	Cond
4/1/2016											
5/1/2016	232	610	152	33	0.58	3.28	0.01		7.41	16	
7/1/2016	386	848	376						7.46	14	
/1/2016	295	698	290						7.56	14	
11/1/2016											
12/1/2016	320	924	138	38.5	0.73	4.08	0.06		7.59	15	
13/1/2016											
14/1/2016	321	1008	286						7.87	14	
20/1/2016											
21/1/2016	260	519	386	42	0.29	5.28	0.003		7.62	10.1	
24/1/2016	250	736	364						7.54	13	
27/1/2016											
28/1/2016	374	799	246	35.5	1.32	3.68	0		7.36	13	
31/1/2016	322	884							7.55	14	

Les eaux usées à l'entrée de la station d'épuration sont chargées ; les valeurs de la DB₅ varie entre 138 et 386 ces valeurs sont largement supérieures aux normes

Après épuration nous avons le tableau suivant : où en remarque que les paramètres de pollution analysés à la sortie de la STEP sont nettement inférieurs à ceux enregistrés à l'entrée pour, DBO₅, DCO, MES

Mais on constate qu'il y a des valeurs qui restent toujours supérieures aux normes imposées par le journal officiel Algérien qui sont par exemple pour ; MES la valeur la plus élevée le jour

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

14/01/2016 elle est 276mg/l et le DCO la va la plus élevée le jour 24/01/2016 elle est 246 mg/l et le DBO₅ la valeur la plus élevée le jour 21/01/2016 elles est 83.4 mg/l,

Cela signifie que stations a largement éliminé la pollution, mais les valeurs sont nettement supérieures aux normes du Journal officiel pour les eaux usées destinées à l'irrigation

Tableau .17: Résultats des analyses physico-chimiques de STEP de Batna du mois janvier 2016

Paramètres Dates	Eau épurée			Normes JOA2012				
	MES	DCO	DBO5		MES	DCO	DBO5	DCO/DBO5
4/1/2016					30	90	30	
5/1/2016	68	112	40.4		30	90	30	2.7722772
7/1/2016	135	224	59		30	90	30	3.7966102
10/1/2016	135	122	39.8		30	90	30	3.0653266
11/1/2016					30	90	30	
12/1/2016	126	246	65.6		30	90	30	3.75
13/1/2016					30	90	30	
14/1/2016	276	242	82.6		30	90	30	2.9297821
20/1/2016					30	90	30	
21/1/2016	52	141	83.4		30	90	30	1.6906475
24/1/2016	128	246			30	90	30	
27/1/2016					30	90	30	
28/1/2016	44	166	64.8		30	90	30	2.5617284
31/1/2016	90	178			30	90	30	

DCO/DBO5 ≤ 3 :La majorité de la Matériel Organique existante et biodégradable



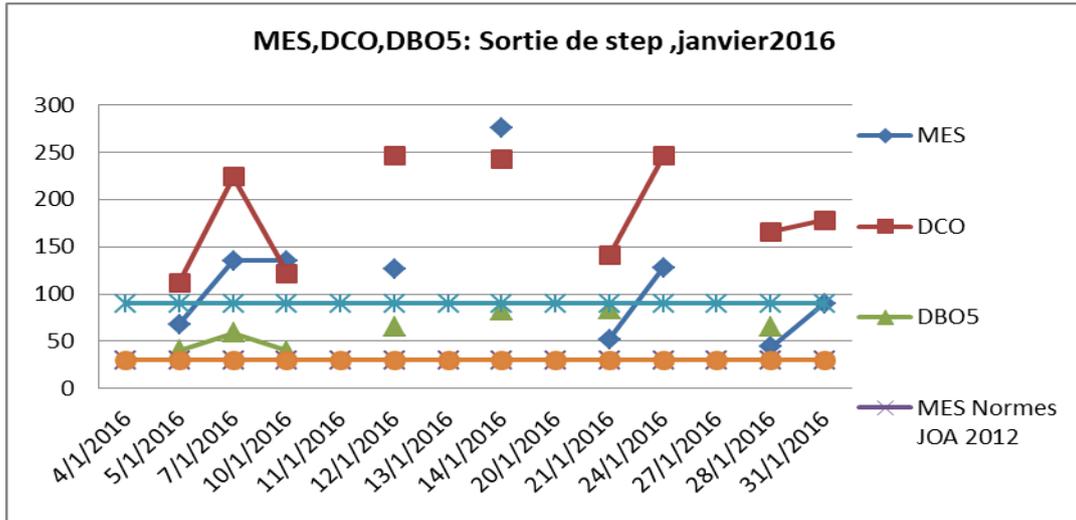
Il nécessite un traitement biologique

DCO/DBO5 ≥ 3 :La majorité de la Matériel Organique existante et non biodégradable



Il a besoin d'un traitement chimique

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna



Graphe .1 : Evolution de la DBO5,DCO et MES à la sortie de la STEP(Janvier2016)

Tableau .18: Résultats des analyses physico-chimiques de STEP de Batna du mois de Février2016

Paramètres Dates	Eau brute										
	MES	DCO	DBO5	N-NH4	N-NH3	P-NO4	N-NO2	NTK	PH	T°	Cond
02/02/2016	254	750	428	38.5	0.83	3.96	0.035		7.6	15	
4/2/2016	334	612							7.35	13	
7/2/2016	283	536	143						7.53	14	
8/2/2016											
9/2/2016	274	597	380	37.5	0.61	3.92	0.02		7.59	14	
10/2/2016											
11/2/2016	231	524	314						7.64	14	
14/2/2016	389	824	170						7.46	15	
15/2/2016											
16/2/2016	266	726	312	34		3.76	0.14		7.26	14	
17/2/2016											
18/2/2016	256	548	292						7.22	13	
21/2/2016	398	574							7.38	15	
22/2/2016											
23/2/2016	212	754	276	42	0.51	4.8	0.21		7.5	15	
24/2/2016											
25/2/2016	265	942							7.51	15	
28/2/2016	225	590							7.57	13	
29/2/2016											

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Les eaux usées à l'entrée de la station d'épuration sont chargées ; les valeurs de la DB5 varie entre **170** et **428** ces valeurs sont largement supérieurs aux normes

Après épuration nous avons le tableau suivant : où en remarque que les paramètres de pollution analysés à la sortie de la STEP sont nettement inférieurs à ceux enregistrés à l'entrée pour, DBO5, DCO, MES

Mais on constate qu'il y a des valeurs qui restent toujours supérieures aux normes imposées par le journal officiel Algérien qui sont par exemple pour ; MES la valeur la plus élevée le jour **25/02/2016** elle est **176mg/l** et le DCO la plus élevée le jour **2/02/2016** elle est **300mg/l** et le DBO5 la valeur la plus élevée le jour **21/01/2016** elle est **86.6mg/l**,

Cela signifie que la station a largement éliminé la pollution, mais les valeurs sont nettement supérieures aux normes du Journal officiel pour les eaux usées destinées à l'irrigation

Tableau .19: Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois Février 2016

Paramètres Dates	Eau épurée			Norm JOA 2012			DCO/DBO5
	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	
02/02/2016	92	300	86.6	30	90	30	3.4642032
4/2/2016	95	228		30	90	30	
7/2/2016	130	196	82	30	90	30	2.3902439
8/2/2016				30	90	30	
9/2/2016	96	185	71	30	90	30	2.6056338
10/2/2016				30	90	30	
11/2/2016	99	128	56.8	30	90	30	2.2535211
14/2/2016	105	132	69.8	30	90	30	1.8911175
15/2/2016				30	90	30	
16/2/2016	80	188	23.2	30	90	30	8.1034483
17/2/2016				30	90	30	
18/2/2016	132	130		30	90	30	
21/2/2016	113	122	78	30	90	30	1.5641026
22/2/2016				30	90	30	
23/2/2016	82	84	25	30	90	30	3.36
24/2/2016				30	90	30	
25/2/2016	176	122		30	90	30	
28/2/2016	105	124		30	90	30	

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

29/2/2016				30	90	30	
-----------	--	--	--	----	----	----	--

DCO/DBO5 ≤ 3 : La majorité de la Matériel Organique existante et biodégradable

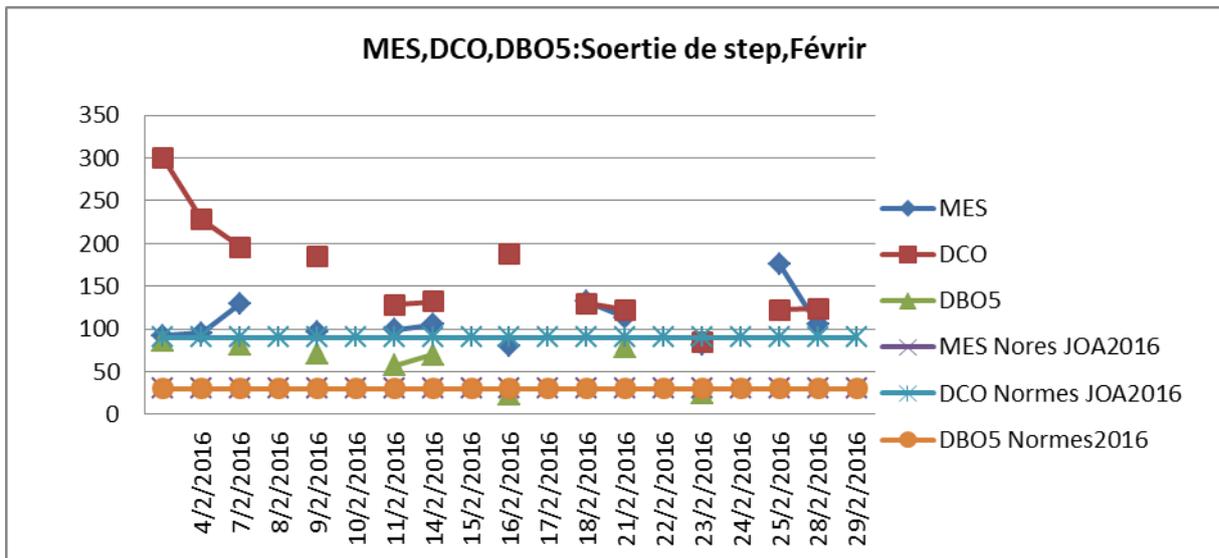


Il nécessite un traitement biologique

DCO/DBO5 ≥ 3 : La majorité de la Matériel Organique existante et non biodégradable



Il a besoin d'un traitement chimique



Graphe .2 : Evolution de la DBO5, DCO et MES à la sortie de la STEP (Février 2016)

Tableau .20 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2016

Paramètres	Eau brute										
	MES	DCO	DBO5	N-NH4	N-NH3	P-NO4	N-NO2	NTK	PH	T°	Cond
1/3/2016	234	656	256	45	0.33	4.96	0.035		7.38	15	
1/3/2016											
3/3/2016	272	638	184						7.48	15	
6/3/2016	338	886	320						7.29	15	
7/3/2016											
8/3/2016											
9/3/2016											
10/3/2016	262	644	360	39.5	0.06	4.48	0.185		7.57	13	
13/3/2016											

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

14/3/2016										
17/3/2016	352	484	182	34.5	0.07	3.76	0.04		7.31	15
20/3/2016	235	556	184						7.4	15
21/3/2016										
22/3/2016	204	878	254	29.5	0.09	2.8	0.125		7.23	16
23/3/2016										
24/3/2016	234	532							7.41	15
28/3/2016										
29/3/2016	231	632							7.01	17
30/3/2016										

Les eaux usées à l'entrée de la station d'épuration sont chargées ; les valeurs de la DB5 varie entre 182 et 320 ces valeurs sont largement supérieures aux normes

Après épuration nous avons le tableau suivant : où en remarque que les paramètres de pollution analysés à la sortie de la STEP sont nettement inférieurs à ceux enregistrés à l'entrée pour, DBO5, DCO, MES

Mais on constate qu'il y a des valeurs qui restent toujours supérieures aux normes imposées par le journal officiel Algérien qui sont par exemple pour ; MES la valeur la plus élevée le jour 6/03/2016 elle est 284mg/l et le DCO la valeur la plus élevée le jour 29/03/2016 elle est 138mg/l et le DBO5 la valeur la plus élevée le jour 1/03/2016 elle est 58.8mg/l,

Cela signifie que la station a largement éliminé la pollution, mais les valeurs sont nettement supérieures aux normes du Journal officiel pour les eaux usées destinées à l'irrigation

Tableau .21 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2016

Paramètres	Eau épurée			Norm JOA 2012			DCO/DBO5
	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	
1/3/2016	130	106	58.8	30	90	30	1.80272109
2/3/2016				30	90	30	
3/3/2016	236	114	37.6	30	90	30	3.03191489
6/3/2016	284	136	55.8	30	90	30	2.43727599
7/3/2016				30	90	30	
8/3/2016				30	90	30	
9/3/2016				30	90	30	
10/3/2016	98	116	57.6	30	90	30	2.01388889
13/3/2016				30	90	30	
14/3/2016				30	90	30	

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

17/03/2021 6	115	116	13.6	30	90	30	8.52941176
20/3/2016	176	120	50.6	30	90	30	2.3715415
21/3/2016				30	90	30	
22/3/2016	138	152	13.6	30	90	30	11.1764706
23/3/2016				30	90	30	
24/3/2016	95	136		30	90	30	
28/3/2016				30	90	30	
29/3/2016	138	138		30	90	30	
30/3/2016				30	90	30	

DCO/DBO5 ≤ 3 : La majorité de la Matériel Organique existante et biodégradable



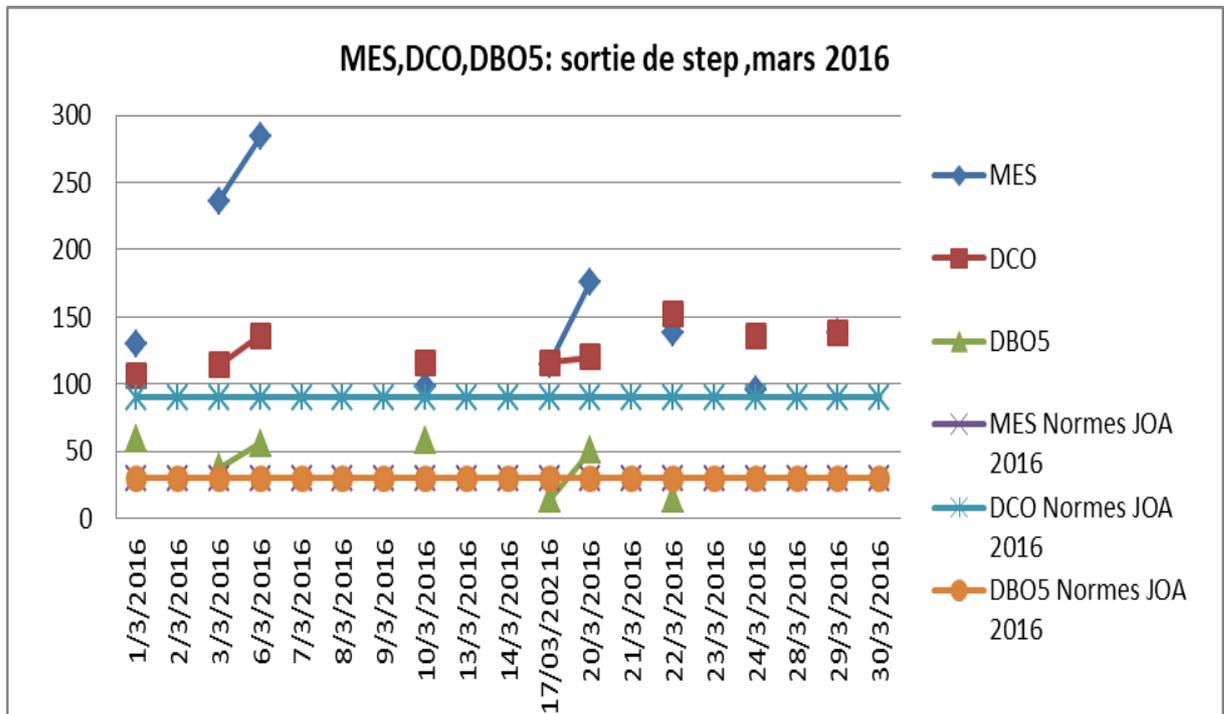
Il nécessite un traitement biologique

DCO/DBO5 ≥ 3 : La majorité de la Matériel Organique existante et non biodégradable



Il a besoin d'un traitement chimique

Graphes .3 : Evolution de la DBO5,DCO et MES à la sortie de la STEP(Mars2016)



Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Tableau .22 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2017

Paramètres	Eau brute											
	MES	DCO	DBO5	N-NH4	N-NH3	P-NO4	N-NO2	NTK	PH	T°	Cond	
Dates												
1/3/2017												
2/3/2017	Pas de prélèvement											
5/3/2017	Pas de prélèvement (problème PBR)											
6/3/2017	Pas de prélèvement (problème PBR)											
7/3/2017	468	1018								16		
8/3/2017												
9/3/2017	312	694								16		
12/3/2017	320	924								17		
13/03/2017												
14/3/2017	335	814	386							15		
15/3/2017												
16/3/2017	250	700	288							15		
19/03/2017	700	1224	428							18		
20/3/2017												
21/3/2017	216	670		30	0.53	468	0.03			15		
22/3/2017												
23/3/2017	Pas de prélèvement (Problème décanteur secondaire)											
26/3/2017	Pas de prélèvement (Problème décanteur secondaire)											
27/3/2017	Pas de prélèvement (Problème décanteur secondaire)											
28/3/2017	Pas de prélèvement (Problème décanteur secondaire)											
29/3/2017												

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Les eaux usées à l'entrée de la station d'épuration sont chargées ; les valeurs de la DB5 varie entre 288 et 428mg/l ces valeurs sont largement supérieures aux normes

Après épuration nous avons le tableau suivant : où en remarque que les paramètres de pollution analysés à la sortie de la STEP sont nettement inférieurs à ceux enregistrés à l'entrée pour, DBO5, DCO, MES

Mais on constate qu'il y a des valeurs qui restent toujours supérieures aux normes imposées par le journal officiel Algérien qui sont par exemple pour ; MES la valeur la plus élevée le jour 19/03/2017 elle est 700mg/l et le DCO la valeur la plus élevée le jour 19/03/2017 elle est 1224mg/l et le DBO5 la valeur la plus élevée le 19/03/2017 elle est 428mg/l,

Cela signifie que la station a largement éliminé la pollution, mais les valeurs sont nettement supérieures aux normes du Journal officiel pour les eaux usées destinées à l'irrigation

Tableau .23 : Résultats des analyses physico-chimiques de Step Batna du mois mars 2017

Paramètres Dates	Eau épurée			Norm JOA 2012			DCO/DBO5
	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	
1/3/2017				30	90	30	
2/3/2017				30	90	30	
5/3/2017				30	90	30	
6/3/2017				30	90	30	
7/3/2017	468	1018		30	90	30	
8/3/2017				30	90	30	
9/3/2017	312	694		30	90	30	
12/3/2017	320	924		30	90	30	
13/03/2017				30	90	30	
14/3/2017	335	814	386	30	90	30	2.1088083
15/3/2017				30	90	30	
16/3/2017	250	700	288	30	90	30	
19/03/2017	700	1224	428	30	90	30	2.8598131
20/3/2017				30	90	30	
21/3/2017	216	670		30	90	30	
22/3/2017				30	90	30	
23/3/2017				30	90	30	
26/3/2017				30	90	30	
27/3/2017				30	90	30	
28/3/2017				30	90	30	
29/3/2017				30	90	30	

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

DCO/DBO5 ≤ 3 : La majorité de la Matériel Organique existante et biodégradable

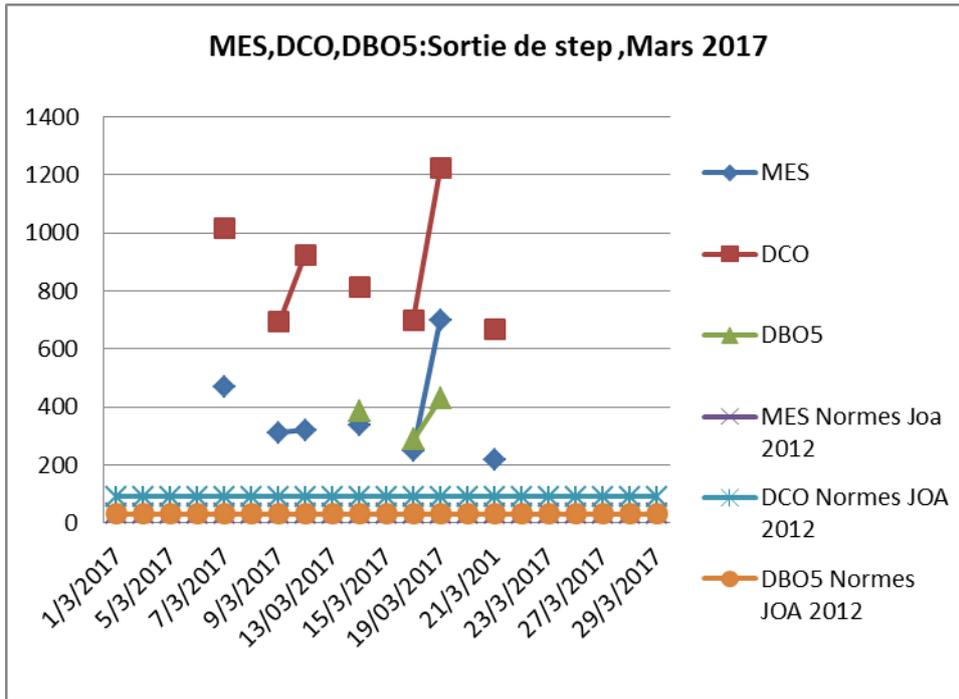


Il nécessite un traitement biologique

DCO/DBO5 ≥ 3 : La majorité de la Matériel Organique existante et non biodégradable



Il a besoin d'un traitement chimique



Graphe .4 : Evolution de la DBO5,DCO et MES à la sortie de la STEP(Mars2017)

6. La qualité des eaux épurées à la sortie de la STEP (selon les analyses 2016/2017) :

Concentrations moyennes en sortie de station d'épuration :

Ce sont : 50.3 mg/L de DBO5 de années 2016 et 348 mg/l de années 2017 , 206 mg/L de DCO de années 2016 et 844mg/l de années 2017, et 163 mg/L de MES de années 2016 et 342mg/l de années 2017. Rendement moyen de purification : 81 % DBO5 éliminée, 74% DCO éliminée, MES éliminée 69 %.

Selon S, Khelif(2018) La raison de l'augmentation de la charge polluée des eaux usées de oued El-Gourzi est due à Principalement aux rejets des unités industrielles situées dans la zone.les unités industrielles susceptibles d'être considérées comme contaminées sont les

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

suivantes : Le Complexe Textile (COTITEX), l'entreprise transforme les peaux brutes enCuir (ENIPEC), Tannerie Privée (LANDJASSA), Unité de Production de Lait et Dérivés (ORELAIT), Unité de Production de Batteries Automobiles (SABA) et (TUDOR), Centre de Stockage et de Distribution des Hydrocarbures (CSD), Unité de Production de Goudron (BITUM) etAbattoir de Volailles et Viandes Rouges (ORAVIE), Unité de Production de Bouteilles de Gaz (ENBAG). Le tableau 16 présente quelques caractéristiques des eaux rejetées par quatre unités Industriel Les résultats des analyses obtenues à partir des eaux usées rejetées par quatre unités industrielles Il a été constaté que les valeurs des paramètres :

DBO5, DCO, MES et azote dépassent les valeurs La limite maximale admissible recommandée dans la norme algérienne pour l'élimination des déchets liquides et Industrie ces unités industrielles, qui Il doit être équipé d'un dispositif de prétraitement, non conforme à la réglementation. Par Dans d'autres endroits, dispersés dans un grand nombre de stations de lavage dans toutes les régions la ville déverse son huile moteur dans les tubes lorsqu'il faut la récupérer.

7. Cadre d'usage des eaux usées épurées :

- La loi n° 05 - 12 du 04 août 2005, relative à l'eau, a institué, à travers ses articles 76 et 78, la concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation (JO n°60- année 2005).
- Le décret n° 07-149 du 20 mai 2007 fixe les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges y afférent (JO n°35 année 2007).
- Arrêté interministériel portant spécifications des eaux usées épurées,
- Arrêté interministériel portant liste des cultures à pratiquer avec les eaux usées épurées,
- Arrêté interministériel portant laboratoires des analyses des eaux usées épurées.
- Concession à travers un cahier des charges à toute personne morale ou physique de droit public ou privé.
- Qualité spécifique des eaux fixée par arrêté (Santé- EauAgriculture)
- Cultures autorisées fixées par arrêté (Santé – Eau - Agriculture).
- Contrôle sanitaire (personnel, eau, produit agricole, sol).(A. Hannachi ,2016)

8- Solutions et propositions :

****Pour la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation selon l'analyse 2016/2017:**

Selon des études et *analyses pour les années 2016/2017* et par rapport aux normes du Journal Officiel Algérien pour les eaux usées traitées destinées à l'irrigation, elles ne sont pas adaptées à l'irrigation, mais avec la rareté de l'eau, il faut trouver *des solutions*,

*Des stations de prétraitements doivent être installées dans les usines et la purification de l'eau avant d'être envoyée dans la plaine par oued El Gourzi

*Les stations de lubrification automatique doivent séparer les huiles et la graisse avant de verser

*Extension de la STEP existante et rénovation des secteurs endommagés

Nos recommandations pour une meilleure réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation de la plaine d'El Madher sont ceux du journal officiel Algérien 2012 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 41 PAGE 19 et 20 PUBLIE LE 25 Chaàbane 1433

*. **DBO₅ et DCO doivent être inférieurs aux eaux épurées pour pouvoir les réutilisées en irrigation car ;** les résultats de l'analyse montrent que tous les paramètres de pollution l'utilisateur est inférieur ou égal à DBO₅ 428 mg/L DCO 1224 mg/L.

***Matières en suspension doivent être inférieurs aux eaux épurées pour pouvoir les réutilisées en irrigation car ;** les résultats obtenus en mesurant les coefficients de pollution dans la station d'épuration, il indique une moyenne mensuelle de 270 mg/j

➤ **Résultat**

Sur la base des données hydrologiques et des émissions, les rejets entrants sont de mauvaise qualité, avec des taux de pollution élevés et impropres à la culture. il faut donc suivre les directives des tableaux suivants en plus des précautions à suivre en se basant sur la loi publié dans le journal officiel Algérien pour les eaux usées épurées destinés pour l'irrigation qui est bien expliquées dans les pages suivantes :

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Tableau . 24: Normes de rejets internationales OMS , Boughanem

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
PH	-	6,5-8,5
DBO5	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH4+	mg/l	<0,5
NO2	mg/l	1
NO3	mg/l	<1
P2O5	mg/l	<2
Température T	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

9. Les normes du Journal Officiel Algérien (JORA 2012) :

9.1. Les condition pour la réutilisation des eaux usées épurées :

- L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.
- Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.
- Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.
- Une directive plus stricte pour le micro-organismes (qui doit être inférieure à 200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.
- Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes. - A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour. (JORA 2012).

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

Tableau.25 :Les valeurs limite des eaux usées épurées destinées pour l'irrigation(JORA, 2012).

Les paramètres	Valeurs limites	Unités
Température	30	°C
Ph	6,5 à 8,5	–
MES	30	mg/l
DBO5	30	mg/l
DCO	90	mg/l
Azote	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0 ,1	mg/l
Aluminium	03	mg/l

Cadmium	0,2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercuré total	0,01	mg/l
Nickel total	0,5	mg/l
Plomb total	0,5	mg/l
Cuivre total	0,5	mg/l
Zinc total	03	mg/l
Huiles et grasses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg/l
Indice phenols	0,3	mg/l
Fluor et composes	15	mg/l
Etain total	0,2	mg/l
Composés organiques chlorés	05	mg/l
Chrome total	0,5	mg/l
(*) Chrome III+	03	mg/l
(*) Chrome VI+	0,1	mg/l
(*) Solvants organiques	20	mg/l

Chapitre V : Bilan analytique de la station d'épuration de la ville de Batna

(*) Chlore actif	01	mg/l
(*) PCB	0,001	mg/l
(*) Détergents	02	mg/l
(*) Tensio actifs anioniques	10	mg/l

9.2. Les similitudes des normes entre FOA et OMS et JORA :

La réutilisation des eaux usées épurées est considérée comme une méthode de réduire les pénuries d'eau, en particulier dans l'activité agricole. L'organisation mondiale de la santé et la République algérienne a adopté des règles pour réutilisation les eaux usées notamment en agriculture pour une protection de l'environnement et en même temps assurer la sécurité des consommateurs. 41 La réutilisation des eaux usées épurées dans le domaine agricole ; en irrigation sans respecter les normes de l'OMS et JORA peut avoir des conséquences négative sur la santé des consommateurs et des agriculteurs qui sont en contacte avec ces eaux sanitaires. L'environnement peut également être touché par les eaux usées traités qui ne sont pas dans les normes comme les ressources hydriques superficielles et souterraines. (Larab. S. 2019)

Conclusion :

Les résultats des analyses physiques, chimiques et microbiologiques réalisées sur les eaux usées du oued El Gourzi à Batna ont clairement montré la présence d'une pollution accrue dans la zone d'activité.

En sortie de station d'épuration, évaluer respectivement "Pour les matières en suspension, la DCO et la DBO5, c'est-à-dire pour la quasi-totalité des composants de l'eau, attirent l'eau, signe d'une bonne efficacité d'épuration par rapport à l'entrés (eaux brute) Mais ne sont pas conformes avec les normes des eaux usées destinées pour l'irrigation en plus ; les eaux épurés vont être de nouveaux mélangé avec les eaux pollués de oued El Gourzi qui n'est pas prise en compte par la station d'épuration de Batna. Ensuite la charge polluante va joindre la plaine d'El Madher

Par conséquent, le danger de contamination de l'aquifère dans la plaine d'El Madher est presque toujours présent, en particulier dans la zone sujette à la pollution.

Conclusion générale

Conclusion général:

Le problème de la pollution des oueds en Algérie est très difficile car ce problème concerne la quasi-totalité des oueds en Algérie qui charrient les eaux usées vers leurs exutoires, et contribuent à la propagation des polluants avec tout les risques qu'il peuvent engendrés à l'environnement ; les station d'épuration sans conçue pour lutté contre cette pollution

La station d'épuration la ville de Batna est supposée préserver la plaine d'El Madher contre la pollution véhiculée par Oued El Gourzi qui transporte les eaux usées de la ville de Batna et les rejets polluées de la zone industrielle de Kchida après avoir été épuré ces eaux pour pouvoir les réutilisé à des fins agricoles sans risque de contamination de la nappe souterraine ni nuire à la santé publique.

Malheureusement selon les résultats discutées dans cette étude ; démontre clairement que les eaux usées épurées issue de la station d'épuration de la ville de Batna ne sont pas conforme aux normes du journal officiel Algérien et par conséquence leurs réutilisation pour l'irrigation n'est pas recommandé avant de prendre les précautions nécessaires, que nous avons proposées comme des solutions à la fin du chapitre 5.

Les pannes régulières et le sous dimensionnement de la STEP pour la population actuel fait que l'efficacité de l'épuration est minimale surtout pour le mois de Mars 2017, ajoutant à cela les eaux usées issue de la zone industriel qui n'ont jamais été épurées et qui sont très riche en micropolluant (métaux lourds)ainsi que les micro-organismes.

La nappe souterraine de la plaine d'El Madher est continuellement exposé à cette pollution avec le risque de la contamination de sa nappe souterraine où sont implantés les forages destinées pour l'alimentation en eau potable de la ville de Batna et quelques localités avoisinants. Se problème s'accentue lorsque en apprend que les agriculteurs de la plaine d'El Madher irrigue illicitement avec les eaux polluées véhiculés par l'Oued El Gourzi depuis long temps.

En opte toujours pour la réutilisation des eaux usées épurées par la station d'épuration de la ville de Batna à condition de perfectionner la qualité de ces rejets et les rend conformes aux normes du journal officiel Algérien (2012), Vue l'importance des quantités rejeté ainsi que la richesse de ces eaux en nutriments , à condition du bon

**choix de la technique de l'irrigation et des cultures appropriés à ce genres d'eaux
chargées s'il le faut poussées les procédées de traitement des eaux épurées**

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

-AROUA A. (1994)- L'homme et son milieu. Edition société national. Alger.

-ATTAB. S. (2011)- Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues

activées de la station d'épuration Haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre a sable local. Mag. Univ d'Ouargla.

-B-

Bakkal F. Z. et Bennani O.,(2012) : « Optimisation du fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de Marrakech, Mémoire, université MARRAKECH. » .

-BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. (2004)- Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS.

-BANZAOUI N et ELBOUZ F. (2009)- Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem.Ing. chimie.Univ. de Annaba.

-Bechak, J. et Boutin, B. 1983. Traitement des eaux usées. 2eme Ed, Eyrollss. 192 p. Belkhiri, D.1999. Traitement des eaux usées urbaines (aspects environnemental).Mém. Ing. Eco et Env. Eco.Forestier. Univesité de Sétif.

-BEKKOUCHE M., ZIDANE F., 2004, Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ouargla par lagunage. Mem. Ing. Hydraulique saharienne. Univ. D'Ouargla.

- Bentekhici N., Benkesmia Y., Berrichi FSid., A.. (2018): Évaluation des risques de la pollution des eaux et vulnérabilité de la nappe alluviale à l'aide des données spatiales. Cas de la plaine de Sidi Bel Abbès (nord-ouest algérien). Université Oran 2 Ahmed Ben Ahmed.

- BESSEDIK M.,(2019) :Traitement et épuration de l'eau.

Baaziz N. (2008) : Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé : cas de la ville de Batna. Mémoire Magister, Univ. Hadj Lakhdar, Batna, 150 pages.

-BOUDEAL ET DJOUID H. (2003)- Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, tatho des

écosystèmes universitaires, Stif.

- Boudhane N,et Ahmed I,(2015) : **MODÉLISATION DU COMPORTEMENT DES AGRICULTEURS EN SITUATION DE RISQUE SUR LE REVENU.**

- Boumediene A.,(2013) : « Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station

d'épuration a boues activées: cas de la STEP AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen. »

-BOUZIANI M. (2000)- L'eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun. Oran.

-BOUZIDI Y.,(2020) : Réutilisation des Eaux Usées Epurées en Algérie, Mémoire de Master, l'Université de Guelma.

-D-

-DALI H., ZOUAOUI K., 2007, Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Mém .Ing.

Génie des procédés. Génie de l'environnement. Uni d'Ouargla.

- Dhaouadi H.,(2008) : « Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Thèse, Université Virtuelle de Tunis,. » .

- Dahou A.et Brek, A. ,(2013): « Lagunage aéré en zone aride performance épuratoires cas de (région d'ouaregla). mémoire master académique. université de ouaregla ».

-E-

- Edeline F., L'épuration biologique des eaux résiduaires: théorie et technologie.

-EMILLIAN K. (2004)- Traitement des pollutions industrielles Eau, Air, Déchets, Sol, Boues.

-G-

-GAUJOUS D. (1995)- La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition technique

et Documentation Lavoisier.

-Gaid, A.1984. Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tom 1, édition OPU,Alger.

GROSCLAUDE G., 1999. L'eau : usage et polluants. Edition INRA, 210p GUERREE. H et

**GOMELLA. C (1978) : les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales.
Edition**

EYROLLES. Paris.

-H-

- Hadjou Belaid Z.,(2013) : « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une

station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz, Mémoire de master en hydraulique,

Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen ».

- Hannachi A.,(2013) : Analyse diallele de quelques caractères associés à l'adaptation du blé dur (Triticum durum Desf.) au climat semi-aride. univ- blida 1.

- Hannachi A.,(2014) : GESTION ET VALORISATION DES EAUX USEES EN ALGERIE, Université 20 août 1955,Skikda.

- Hannachi A., Djellouli Tabet Y., Gharzouli R., Daoud A.(2016) : WASTEWATER REUSE IN AGRICULTURE IN THE OUTSKIRTS OF THE CITY BATNA (ALGERIA). <http://www.jfas.info>

-Hannachi A. (2018) : Les politiques publiques du recyclage des eaux usées traitées en agriculture périurbaine : Enquête auprès des acteurs de la filière à Batna (Algérie). Thèse de Doctorat, Univ. Ferhat Abbés, Sétif

-J-

- Josep P.,(2002) : « Station d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation ».

-JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE,(2002).

-K-

Khelif S., (2018) : Impact de l'irrigation avec les eaux usées sur la qualité des sols agricoles et des eaux souterraines de la région de Fesdis - Région nord de Batna.

-L-

-LADJEL F. (2006)- Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre

de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes

-M-

-Mekhalif F.,(2009) : « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau

d'appoint dans un circuit de refroidissement ».

- Mennani A. Arbouche Y., Arbouche R., Arbouche H. S., Arbouche F., (2007) :Productions et valeurs nutritionnelles des prairies inondables du Nord Est Algérien.

-Menani M.R. (1991) : Etude hydrogéologique de la plaine d'El Madher et modélisation des écoulements souterrains de l'aquifère Mio-plio-quadernaire. Thèse de Doctorat, Université de Nancy, France, 142 pages.

-O-

- ONA 2011 : Office National d'Assainissement.

- ONA; 2012 Office National de l'Assainissement Codification : Man 01 Date de révision:06-<http://ona-dz.org/REUE.html/> 2012 Indice de révision : 06 Page 1 sur 43 Système de Management Environnemental ISO 14001 Manuel environnemental

-ONA, 2014 Investir dans le développement durable : La réutilisation des eaux usées

-ONA 2017 ; TABLEAU DE BORD EXPLOITATION DU MOIS D'OCTOBRE 2017

.épurées.Kechit z.et Nekiche F.,(2020) : Valorisation des eaux usées épurées en agriculture : Impacts sur le sol et la plante

-Ouaghlani S.(2021) : Etude des avantages et des inconvénients de la réutilisation des eaux usées épurées

-R-

-RAMADE F. (2000)- Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience

-REJSEK F. (2002)- Analyse des eaux; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition

Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux.

- Rejasse S.,(2009) : « Optimisation du fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées de 10 000 EH, Tréllissac, Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES, Promotion Indre. » .

-RODIER ET AL., (1996)- L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8eme édition, DUNOD.

-RODIER J, BAZIN C, BROUTIN J. P, CHAMBON P, CHAMPSAUR H ET ROLIL.

(2005) : L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème Edit. Dunode, Paris.

-S-

-Salghi R. (2001), Différentes filières de traitement des eaux, univ IZ Rabat. international, Paris.

-T-

TAMRABET L., (2011) : CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VALORISATION DES EAUX USEES EN MARAICHAGE, Thèse de Doctorat, Université Hadj Lakhdar Batna.

-TCHIMOGO M., 2001, Epuration des eaux usées de l'E.N.S.H par lagunage naturel. Mém .ing. Génie rurale. Blida.

- TEBIB F.,(2020) : Evaluation des performances épuratoires de la STEP de Groupement Reggane Nord GRN. Université Ahmed Draïa Adrar.

- Telli S. M., (2013) :« Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des

- Touil S.,Richa A., Fizir M.,(2021) : Advanced monitoring of hydroponic solutions using ion-selective electrodes and the internet of things.

-THOMAS O. (1955)- Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc.

-Tradat M. Henry. 1992. Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile Inc., Canada.

Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de Tlemcen ».

- Troyes C.,(2002) : « Eaux usées et assainissement. Les traitements adaptés. » .

-Z-

-Zouita,(2002) : Etude de la pollution de l'aquifère alluvionnaire de la plaine d'El Madher (Nord-Est Algérien),mémoire de magister, Université El Hadj Lakhder,Batna.

-Zouita,(2022) :origine ,caractérisation et impacts de la pollutuon sur les oueds Mekerra (wilaya de sidi bel abbés) et El Gourzi(wilaya de Batna) et leurs environnements :Approches et perspectives de protection et de conservation, Mémoire de Doctorat , Université Djillali Liabes, Sidi-Bel-Abbès.