



Université de Saida - Dr Moulay Tahar

Faculté de Technologies

Département de Génie Civil et Hydraulique

MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER en Hydraulique

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Par : LAKHACHE Mohamed

Inventaire exhaustif des stations d'épuration à travers l'Ouest algérien

Soutenu, en Novembre 2020, devant le jury composé de :

M. HAZZAB Abdelkrim	Professeur	Président
M. AÏMER Hadj	Maître Assistant « A »	Encadreur
M. TALBI Okacha	Maître de Conférences « B »	Examineur

Année Universitaire 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier **Allah**, le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force, et la patience d'accomplir ce modeste travail, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Un grand remerciement à Monsieur **AÏMER Hadj** qui a bien voulu diriger le présent travail, pour le temps précieux qu'il m'a consacré, pour sa disponibilité et pour son aide, ses critiques et ses suggestions constructives, qui ont été pour moi un grand apport.

Sans oublier mes enseignants du Département du Génie Civil et de l'Hydraulique à la Faculté de Technologie de l'Université de Saïda, qui m'ont préparé et m'ont aidé durant mon cursus universitaire.

Un Merci pour l'Office National de l'Assainissement zone (Saida, Oran, Tiaret), de bien accepter ma demande de visite et de recueil de données. Aussi pour les ingénieurs de la station d'épuration des eaux usées de Saida à **Mr CHIBANI Miloud** et **M^{me} KOU Assia** et **M^{me} GROUDJ Hayet** ainsi que les gérant du Bureaux d'Etudes **Mr ABDOUNE Abdelkader & Mr DRISSI Ahmed** Pour leur collaboration et leur aide .

Que tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire trouvent ici l'expression de mes vifs remerciements.

Je termine ces remerciements en exprimant mon profond respect et ma gratitude à l'égard du jury qui a bien voulu accorder son intérêt à mon travail en acceptant de l'analyser et de l'examiner.

M. LAKHACHE

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes **chers parents** pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement.

À mon encadreur **Mr AÏMER Hadj**

À mes sœurs

À ma promotion

À mes amis et tous ceux qui m'aiment.

Mohamed

الملخص

لم تعد حماية نوعية الموارد المائية متروكة للصدفة، و إنما أصبحت تتطلب اتخاذ إجراءات للحفاظ على خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية من التغيرات التي قد تطرأ عليها والتي قد تؤدي إلى إحداث تأثيرات غير مرغوب فيها و التي تتسبب في مخاطر تضرر صحة الإنسان، وتضرر بالحيوانات والنباتات البرية والمائية وتمس بجمال المواقع أو تعرقل أي استعمال طبيعي آخر للمياه .

تقنية معالجة المياه المستعملة في الجزائر لا تزال جديدة و المسؤول عن متابعة هذه التقنية هو الديوان الوطني للتطهير، الذي انشأ عام 2001 تحت إشراف وزارة الموارد المائية حيث يدير عدة محطات على المستوى الوطني .

تشمل دراستنا العديد من التحاليل الفيزيائية و الكيميائية للمياه عند الدخول و الخروج من المحطات المتمثلة في 67 محطة معالجة مياه صرف الصحي و تقديم توليفة ببليوغرافية تركز على أنواع مختلفة من المياه الملوثة و عمليات معالجة مختلفة على نطاق واسع. الهدف من هذه الدراسة هو تقديم جرد شامل لمحطات المعالجة التي تغطي الغرب الجزائري.

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه صرف الصحي , مياه صرف الصحي ,الجرد الشامل, الغرب الجزائري .

Résumé

La protection de la qualité des ressources en eau n'est plus laissée au hasard, mais nécessite plutôt de prendre des mesures pour préserver leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques des changements qui peuvent leur survenir et qui peuvent conduire à des effets indésirables entraînant des risques qui nuisent à la santé humaine et nuisent aux animaux et aux plantes sauvages et aquatiques. Il nuit à la beauté des sites ou empêche toute autre utilisation naturelle de l'eau.

La technologie de traitement des eaux usées en Algérie est encore nouvelle, et le responsable du suivi de cette technologie est l'Office national de l'assainissement (l'ONA), qui a été créé en 2001 sous la tutelle du ministère des Ressources en eau et gère plusieurs stations au niveau national.

Notre étude comprend de nombreuses analyses physiques et chimiques des eaux à l'entrée et à la sortie des stations représentées par 67 STEP et présentant une synthèse bibliographique centrée sur différents types d'eaux contaminées et différents procédés d'épuration à grande échelle.

L'objectif de cette étude est de décrire un inventaire exhaustif

Mots clés: traitement des eaux usées, eaux usées, inventaire exhaustif, l'ouest algérien.

Abstract

Protecting the quality of water resources is no longer left to chance, but rather requires taking measures to preserve their physical, chemical and biological properties from changes that may occur to them and that may lead to undesirable effects leading to risks. which adversely affect human health and harm wild and aquatic animals and plants. It harms the beauty of the sites or prevents any other natural use of water.

The wastewater treatment technology in Algeria is still new, and the person in charge of monitoring this technology is the National Sanitation Office, which was created in 2001 under the supervision of the Ministry of Water Resources and manages several stations. on a national level.

Our study includes numerous physical and chemical analyzes of the water entering and leaving the stations represented by 67 WWTP and presenting a bibliographic summary focused on different types of contaminated water and different large-scale purification processes.

The objective of this study is to describe an exhaustive inventory.

Keywords: wastewater treatment, wastewater, exhaustive inventory, western Algeria.

Liste des Abréviations

OCC :	Bassin hydrographique de l'Oranie - Chott Chergui
ANRH :	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
ABH :	Agence de Bassin Hydrographique
DRE :	Direction des Ressources en Eau
MREE :	Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement
ONS :	Office Nationale des Statistiques
ONA :	Office Nationale de l'Assainissement
ONID :	Office Nationale de l'Irrigation et du Drainage
STEP :	Station de Traitement des Eaux Polluées
REUE :	Réutilisation des Eaux Usées Épurées
DBO5 :	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (mg/l)
DCO :	Demande biochimique en oxygène (mg/l)
pH :	Potentiel hydrogène
MES :	Matière en suspension (mg/l)
MMS :	Matière minérales sèche (mg/l).
MO:	Matière organique.
MP :	Matière phosphorées.
MVS :	Matière volatile en suspension (mg/l).
O₂ :	Oxygène dissous
NTK :	Azote total (azote organique+ azote ammoniacal)
NGL :	Azote Global
NO₃- :	Nitrate
NO₂- :	Nitrite
P :	Phosphore
T :	Température
°C :	Degré Celsius
Ts :	Temps de séjour (h)

Table des matières

Introduction générale

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

1	Introduction.....	1
2	Contexte géographique	2
2.1	Situation géographique de la région	2
2.2	Découpage administratif dans la Région Hydrographique.....	3
2.3	Ensembles géomorphologiques	4
2.3.1	Espaces montagneux	5
2.3.2	Principales plaines de la région.....	6
2.4	Géologie.....	8
3	Réseau Hydrographique.....	9
4	Ressources en eaux souterraines	11
5	Situation climatique	13
5.1	Température.....	13
5.2	Pluviométrie.....	14
5.3	Vent	14
6	Situation démographique	15
7	Situation socio-économique.....	17
8	Situation hydraulique	18
8.1	Petite et Moyenne Hydraulique (PMH).....	18
8.2	Ouvrages de mobilisation dans la région.....	19
8.2.1	Barrages.....	19
8.2.2	Petits barrages et retenues collinaires.....	20
9	CONCLUSION.....	20

Chapitre 2 : Généralités sur les eaux usées

1	Introduction.....	21
2	Définition des eaux usées :	22
3	Origine des eaux usées.....	22
3.1	Origine des eaux usées domestiques:	22
3.2	Origine des eaux usées industrielles.....	22
3.3	Eaux usées d’origines pluviales.....	23
3.4	Eaux usées d’origine agricole.....	23
3.5	Eaux claires parasites.....	23
4	Pollution des eaux usées	24
4.1	Pollution minérale.....	24
4.2	Pollution microbiologiques.....	24
4.3	Pollution chimique :.....	24
4.4	Pollution physique	24
4.5	Pollution par le phosphore	24
4.6	Pollution par l'azote	24
5	Risques de la pollution par eaux usées	25
5.1	Risque sur la santé humaine	25
5.2	Risque sur l’environnement.....	25
6	Caractéristiques des eaux usées	26
6.1	Paramètres organoleptiques.....	26
6.1.1	Turbidité	26
6.1.2	Couleur	26
6.1.3	Odeur.....	26
6.2	Paramètres physiques	26
6.2.1	Température (T)	26
6.2.2	Matières en suspension (MES).....	26
6.2.3	Conductivité électrique (CE).....	27
6.3	Paramètres chimiques	27
6.3.1	Le potentiel Hydrogène (pH)	27
6.3.2	Demande biochimique en oxygène (DBO)	28

6.3.3	Demande chimique en oxygène (DCO)	28
6.3.4	Notion de biodégradabilité	28
6.3.5	Azote Global (NGL).....	29
6.3.6	Nitrites (NO ₂)	29
6.3.7	Nitrates (NO ₃)	29
6.3.8	Phosphore Total (PT)	29
6.3.9	Métaux lourds.....	30
6.4	Les paramètres bactériologiques	30
6.4.1	Virus	30
6.4.2	Protozoaires	31
6.4.3	Helminthes	32
6.4.4	Les bactéries.....	33
6.4.5	Coliformes totaux.....	33
6.4.6	Coliformes fécaux	33
6.4.7	Les streptocoques fécaux	34
7	L'équivalent habitant (EH).....	34
8	Normes internationales	34
9	Normes Algériennes.....	35
10	Conclusion.....	36

Chapitre 3 : Notions générales sur les procédés d'épuration des eaux usées

1	Introduction.....	37
2	Aperçu historique.....	38
3	Définition de l'épuration.....	39
4	Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées.....	39
5	Station d'épuration (STEP).....	39
6	Rôle des stations d'épuration.....	39
7	Procédés d'épuration.....	41
7.1	Prétraitements	41
7.1.1	Relevage	41
7.1.2	Dégrillage	41
7.1.3	Dessablage.....	42

7.1.4	Dégraissage, déshuilage	42
7.2	Traitement primaire (décantation primaire)	43
7.2.1	Décantation physique (naturelle)	43
7.2.2	Décantation physico-chimique	44
7.3	Traitement biologique.....	44
7.3.1	Procédés biologiques extensifs.....	44
7.3.1.1	Cultures fixées	45
7.3.1.1.1	Infiltration-percolation sur sable.....	45
7.3.1.1.2	Les filtres plantés à écoulement vertical.....	46
7.3.1.1.3	Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal	47
7.3.1.2	Cultures libres.....	48
7.3.1.2.1	Lagunage naturel.....	49
7.3.1.2.2	Lagunage à macrophytes.....	51
7.3.1.2.3	Lagunage aéré	51
7.3.2	Éléments pour les choix techniques	53
7.3.2.1	Qualité des rejets	54
7.3.2.2	Avantages et inconvénients	54
7.3.3	Techniques intensives classiques	56
7.3.3.1	Lit bactérien.....	56
7.3.3.2	Disques biologiques.....	57
7.3.3.3	Boues activées (culture libre)	58
7.3.4	Avantages et inconvénients des différentes filières intensives	59
7.4	Traitement tertiaire.....	60
7.4.1	Élimination de l'azote	60
7.4.2	Élimination du phosphore	60
7.4.3	Élimination et traitement des odeurs.....	61
7.4.4	Désinfection	61
7.4.5	Traitement des boues.....	62
8	Conclusion.....	62

Chapitre 4 : Inventaire et traitement des données

1	Introduction.....	63
2	Présentation de l'Office National de l'Assainissement	64
3	Missions de l'Office National de l'Assainissement.....	66
3.1	Exploitation des stations de relevage.....	67
3.2	Exploitation des Stations d'épuration.....	68
4	Réutilisation des eaux usées épurées	84
5	Consommation de l'énergie électrique	86
6	Coût d'exploitation des systèmes d'assainissement	87
7	Principales contraintes rencontrées dans l'exploitation des STEP	87
8	Choix de la filière de traitement.....	88
9	Conclusion	88
	Conclusion générale	89
	Références bibliographiques	90
	Liste des figures	95
	Liste des tableaux	97
	Annexe	99

Introduction générale

L'interaction entre le réchauffement climatique et le cycle de l'eau est difficile à mesurer en raison de l'impact de l'activité humaine et de l'inertie des masses d'eau (océan et nappes souterraines) qui inscrit les effets du réchauffement dans le long terme. Certains effets sont déjà observés dans les différentes régions du globe.

Depuis plus de trois décennies, la plupart des régions algériennes ont connu une chute irrégulière de la pluviométrie notamment durant ces dernières années. Le spectre de la sécheresse commence à se faire sentir surtout dans les régions de l'ouest du pays. En même temps, notre pays a connu également un essor démographique impressionnant, conséquence logique du développement économique et social qu'a connu notre pays depuis l'indépendance. Ces deux facteurs ont conduit à un manque d'eau potable considérable et une diminution importante de la dotation en eau par habitant et par jour.

Afin de trouver une solution à cette situation, il faut l'optimisation de l'utilisation de l'eau ainsi que sa préservation contre la pollution qui s'avère plus qu'indispensable.

Pour cette raison, l'Algérie depuis les années 80 a engagé un vaste programme de construction de stations d'épuration des eaux usées (STEP) afin de lutter contre le gaspillage d'eau potable utilisée dans l'agriculture (l'irrigation agricole est le principal consommateur avec 70% du volume des ressources en eau estimé à 19 milliards de mètres cubes), et d'autres usages industriels et publics; Et aussi pour lutter contre la pollution (protection de la faune et la flore). Le but recherché est surtout le recyclage des eaux, après épuration, dans l'agriculture et l'industrie en remplacement des eaux potables et protéger les ressources en eau (l'eau poursuit son cycle en rejoignant, tôt ou tard, la nappe, la rivière, le fleuve). L'eau y emporte ce dont on l'a chargée. Cependant, une grande partie de ces stations fonctionnent avec des rendements épuratoires souvent faibles si elles ne sont pas déjà à l'arrêt.

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement et moins d'importance est accordée à l'épuration. En effet, seules 20% des eaux usées collectées en Algérie sont traitées, contre une couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85%. D'après un rapport publié par l'Office National d'Assainissement (ONA) en 2020, l'Algérie compte 154 stations d'épuration qui produisent un volume de 21 millions de mètres cubes par mois d'eaux usées épurées, dont 67 stations au niveau de l'ouest algérien, couvrant le bassin hydrographique l'Oranie Chott Chergui (OCC). Toutefois ce volume reste très réduit par rapport aux grandes quantités d'eaux usées produites et qui sont toujours déversées dans les différents milieux naturels.

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être classées en trois catégories : les traitements primaires, secondaires et tertiaires. On peut également tenter une classification physique et biologique qui revient grossièrement à distinguer d'un côté les traitements primaires et de l'autre les traitements secondaires et tertiaires. L'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore.

L'objectif de ce travail consiste à dresser un inventaire exhaustif et à évaluer les performances épuratoires ainsi que les rendements des stations d'épuration des eaux usées à travers l'Ouest algérien (OCC).

Ce travail s'articule sur quatre principaux axes :

- Présentation de la région d'étude ;
- Généralités sur les caractéristiques des eaux usées ;
- Notions générales sur l'épuration ainsi que les différents procédés d'épuration ;
- Analyse et traitement des données obtenues avec interprétation.

Chapitre 1

Présentation de la région d'étude

1 Introduction

L'Algérie est située au nord-ouest du continent africain, elle constitue avec le Maroc et la Tunisie la bordure sud de la méditerranée. C'est un pays très large, sa superficie est de 2.381.741 km², dont le quatre cinquième est occupé par le Sahara.

Des contrastes physique et climatique sont bien marqués selon un axe nord-sud qui s'étend sur une distance de 1800 km.

La majorité de la population est concentrées dans la partie septentrionale du territoire, large seulement de 1200 km où le climat méditerranéen est plus clément et plus favorable aux activités humaines.

Afin de promouvoir une meilleure gestion de la ressource en eau, dès 1996 le territoire algérien a été découpé en cinq (05) zones : (Figure I.1)

- Région n°01 : Oranie-Chott Chergui ;
- Région n°02 : Cheliff- Zahrez ;
- Région n°03 : Algérois- Hodna – Soummam ;
- Région n°04 : Constantinois-Seybouse-Mellegue ;
- Région n°05 : Sahara.

Avant d'entamer les différents points nécessaires à l'étude. Il convient de faire ressortir les caractéristiques propres et prévaloir de la région d'étude. Ces caractéristiques sont représentées essentiellement à travers les situations : géographique, géologique, topographique, climatologique et hydraulique.

2 Contexte géographique

2.1 Situation géographique de la région

La région hydrographique Oranie - Chott Chergui est la région la plus occidentale de l'Algérie du Nord. Elle s'étend à l'extrême Ouest de l'Algérie, entre les fuseaux horaires 2°16'12" Ouest et 2°3' Est pour la longitude et entre les méridiens 32°42' à 35°2'20" Nord pour la latitude.

Elle est limitée au Nord par la Méditerranée, à l'Est par la limite orographique de la région hydrographique du Chélif- Zahrez, au Sud par la bordure Nord de l'Atlas Saharien et à l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine. Elle possède une superficie de 77251 Km² qui englobe les bassins hydrographiques (Figure I.2):

- Côtiers oranais (code ANRH 04) : 5913 Km²
- Tafna (code ANRH 16): 7245Km²
- Macta (code ANRH 11) : 14389 Km²
- Chott Chergui (code ANRH 08) : 49704 km²

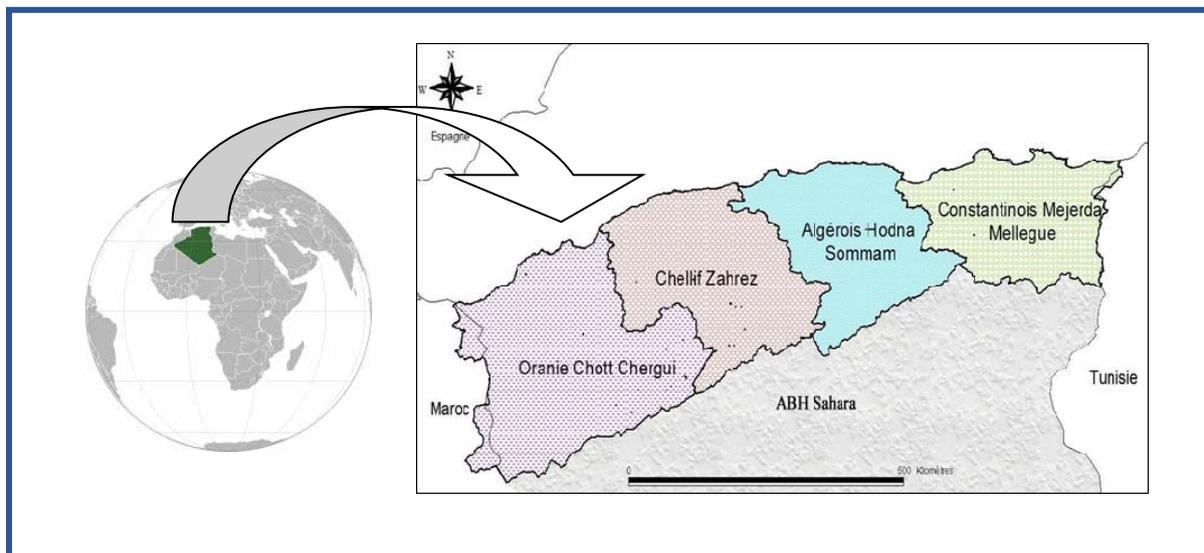


Figure 1.1 : Situation géographique de la région Hydrographique OCC (MRE)

La région Oranie Chott Chergui est la plus grande des régions hydrographiques, après celle de la région du Sahara [1].

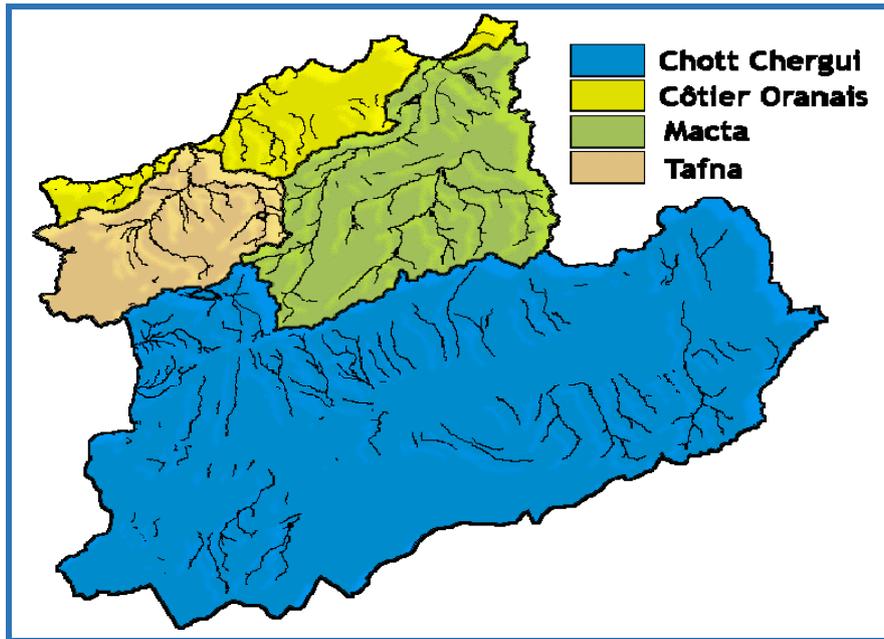


Figure 1.2 : Présentation des bassins versants de la région d'étude (AGIR/ABH)

2.2 Découpage administratif dans la Région Hydrographique

La région hydrographique Oranie - Chott Chergui (OCC) s'étend sur 11 Wilayas dont :

- Cinq (05) wilayas sont couvertes en totalité : Oran, Tlemcen, Ain Témouchent, Sidi Bel Abbas et Saïda ;
- Six (06) wilayas couvertes partiellement : Mascara, Mostaganem, Naâma, Tiaret, El Bayadh et Laghouat. (figure 1.3).

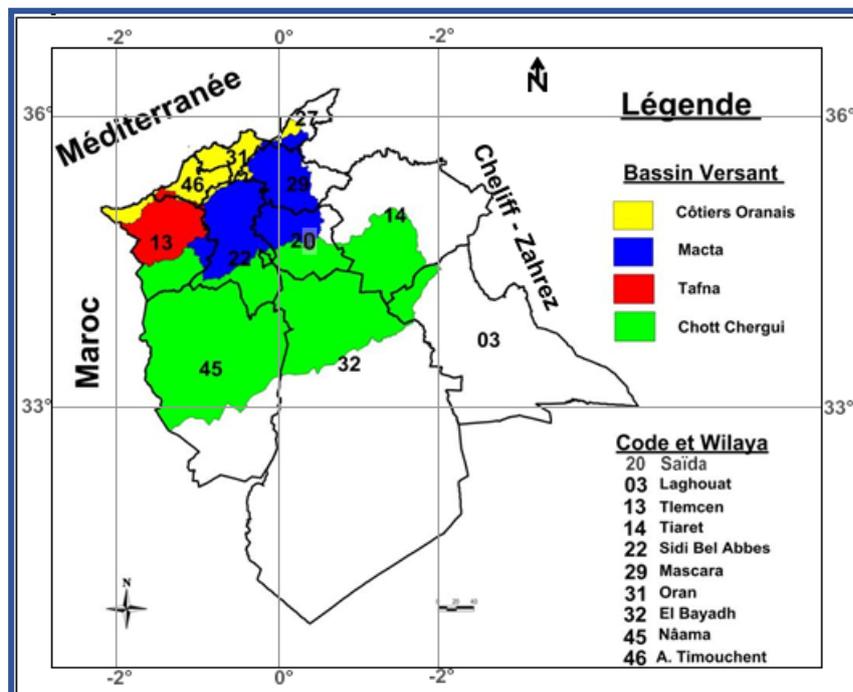


Figure 1.3 :Découpage géographique et administratif dans la Région Hydrographique(OCC) (ABH)

Le tableau suivant donne les caractéristiques principales des éléments administratifs de la région hydrographique Oranie- Chott Chergui :

Tableau 1.1 : Éléments administratifs de la région hydrographique Oranie - Chott Chergui

Wilaya	Code wilaya	Nombre de communes	Nombre de communes intégrées dans la région	Superficie Km ²	Etendu
Laghouat	3	24	3	1825	Sur 02 régions hydrographiques
Tlemcen	13	53	53	9017	Sur deux bassins
Tiaret	14	42	4	5454	Sur 02 régions hydrographiques
Saida	20	16	16	6447	Sur deux bassins
SBA	22	52	52	9066	Sur trois bassins
Mostaganem	27	32	16	738	Sur 02 régions hydrographiques
Mascara	29	47	40	4065	Sur 02 régions hydrographiques
Oran	31	26	26	2154	Sur deux bassins
El Bayadh	32	22	7	9664	Sur 02 régions hydrographiques
Naâma	45	12	6	18078	Sur 02 régions hydrographiques
A.Temouchent	46	28	28	2376	Sur deux bassins

2.3 Ensembles géomorphologiques

Quatre entités majeures ressortent du contexte et représentent un alignement général Sud-Ouest, Nord-Est et qui sont du Nord au Sud [2] :

a- La chaîne côtière dont l'altitude décline d'Ouest en Est et qui s'étend jusqu'en bordure de mer. Elle est composée, à l'Ouest des Monts des Traras qui culminent à 1081m au Djebel Fillaoucene et à l'Est le Djebel Murdjadjo qui culmine à 584 m, et les monts du Tassala qui encadrent la dépression de la Sebkhia d'Oran. La chaîne côtière est parsemée de petites plaines alluviales formées à l'embouchure des oueds (plaines alluviales des oueds Kis, Ghazaouet, basse Tafna, Terga, ...etc).

b- Le bassin du miocène qui forme une région de plaines et de collines douces à des altitudes comprises entre 300 et 600 m et sur lesquelles s'écoulent les cours moyens des principaux oueds. Les espaces sont très contrastés avec des collines plus au moins boisées, des plaines agricoles et des centres urbains, plus ou moins industrialisés. Les principales plaines de la zone sont : la plaine de Maghnia, la plaine de Hennayaremchi, la plaine de Sidi Bel Abbès et la plaine de Ghris.

c- L'ensemble tellien est constitué essentiellement par les massifs montagneux : des Monts de Tlemcen, la chaîne des Monts des Daïas et de Saïda et les Monts des Kseur.

d- L'ensemble constitué par la large plateforme des Hautes Plaines ou Hauts Plateaux Oranais, qui limite au Sud la chaîne de l'Atlas Saharien. Les Hauts Plateaux Oranais constituent un grand ensemble caractérisé par l'absence de relief tranché et une topographie plus simple et surtout plus ouverte que celle de l'Atlas Tellien.

La large plateforme des Hautes Plaines est compartimentée en une série de bassins individualisés, plus ou moins délimités par des horsts calcaires. Elles sont topographiquement perchées dominées par les chaînes Nord et Sud.

Les zones de faiblesse du centre sont jalonnées par un chapelet de Chotts, Sebkhass et Gareat, où viennent se jeter des oueds dévalant du piémont Nord de l'Atlas Saharien et du piémont Sud de l'Atlas Tellien. Dans cette « gouttière des Hautes Plaines » la marque de l'endoréisme est nette tant s'y conjuguent topographie de cuvette et semi-aridité du climat

Sur le territoire de la région, on rencontre des reliefs variés issus notamment de l'orogénèse alpine qui s'est développée surtout à partir du Miocène. Ces reliefs sont constitués de montagnes, piémonts, de plateaux, de vallées et de plaines.

2.3.1 Espaces montagneux

En somme, la région hydrographique Oranie - Chott Chergui est dominée par les reliefs suivants [3] :

Chaîne côtière dont l'altitude décline d'Ouest en Est et qui s'étend jusqu'en bordure de mer. Elle est composée, à l'Ouest des Monts des Traras, à l'Est du Djebel Murdjadjo et les Monts du Tassala qui encadrent la dépression de la Sebkhass d'Oran.

Monts des Traras longeant l'extrême côte Nord-Ouest, caractérisés par des massifs d'altitude modeste, dont le plus haut sommet culmine à plus de 1061 m (Dj. Tassala) et d'une structure complexe due aux conséquences des mouvements alpins (nappes de charriages, chevauchements, plissements et fracturassions), et de nombreux remplissages sédimentaires ainsi qu'à des épanchements volcaniques.

Dj. Murdjajo, occupant la partie Est de la Chaîne Côtière et qui culmine à 584 m. Il surplombe la Sebkhass d'Oran, ouverte au sud sur la Plaine de la Mleta. Cette dernière est prolongée par les plaines de l'Habra et du Chéelif.

Monts de Tassala qui culminent à 1061 m, situés au Sud du Plateau de Temouchent, ils bordent le bassin de la Macta à l'Ouest et à l'Est. Et sont reliés aux Sud-Ouest par la partie orientale des Monts de Tlemcen.

Monts de Beni Choukrane, situé entre la Plaine de Habra-Sig au Nord et la Plaine de Ghriss au Sud et culminent à 932 m dans les environs de la localité d'El Bordj. Ils remontent à l'Est jusqu'aux Monts de Saïda et au Sud jusqu'aux Monts de Daïas.

Monts de Tlemcen qui sont relayés au Maroc par le Moyen Atlas et qui se terminent à l'Ouest par le massif de Beni Chougrane situé au Nord de la plaine de Sidi Bel Abbès, ils culminent à 1843 m au Djebel Tenouchfi, à l'extrême Sud-Ouest de la région, mais s'élèvent plus généralement entre 800 et 1400 m. Ils donnent naissance à la plupart des cours d'eau majeurs de la région (Tafna, Isser, Sikkak).

Monts des Daïas et de Saïda, formés principalement de roches calcaires et dolomitiques, culminent respectivement à 1455 et 1339 m (Djebel Sidi Youcef). Les principaux oueds du bassin de la Macta proviennent de ces reliefs. Ils représentent la bordure Nord des hautes plaines oranaises à partir desquelles prennent naissances les oueds temporaires du bassin du Chott Chergui.

Monts des Kseurs situés dans la partie occidentale de l'Atlas Saharien, ils s'étalent de la frontière Algéro-marocaine jusqu'au Dj. Amour à l'Est. Ils limitent la bordure Sud du bassin versant et sont constitués par des massifs dont le Dj. Melah constitué de formations calcaires dolomitiques, de grès et des argiles.

2.3.2 Principales plaines de la région

Au pied des monts des Traras s'étendent des plaines de direction SO-NE, telles que la plaine de Maghnia et celle des Ghossels qui continuent vers l'Est pour rejoindre les plaines de Sidi Bel Abbès et d'Eghriss. Une file de Djebels de direction SO-NE s'élève au bout des plaines de Maghnia et des Ghossels pour séparer la plaine de la M'leta de celles de Sidi Bel Abbès et d'Eghriss située à la limite orientale de la région hydrographique. Il s'agit des Dj. Sebaa Chioukh, des Monts du Tessala et des Monts de Beni Chougrane à l'Est. [3]

Plaine de Maghnia est une dépression à remplissage sédimentaire d'une superficie de 216,13 ha, qui draine l'oued Mouillah et ses affluents (Oued Reffou et Oued Abbes dont leur confluence donne naissance à l'oued Taharharet). La plaine est limitée au Nord par les Monts des Traras et les Monts de Tlemcen au Sud et qui plongent en aval dans la plaine de Sidi Bel Abbès.

Plaine de Ghriss occupe une superficie de 55 600 ha, fait partie du bassin d'Oued El Hammam (bassin de la Macta). Elle est limitée au Nord par les Monts des Béni-Choukrane, au Sud par les Monts de Saïda, à l'Ouest par les Monts de Bouhnifia (Dj. Oucilles) à l'Est, par le plateau de Tighnifine au-delà desquels commence le bassin de l'Oued Mina.

Plaine de Habra-Sig est située dans la wilaya de Mascara. Elle représente la partie Ouest de la Macta et la partie Est constitue la Plaine de Habra. D'une superficie globale de 30 000 ha, elle est limitée au Nord par la dépression marécageuse de la Macta, au Sud par les derniers contreforts des Béni-Choukrane, à l'Ouest par la forêt de Moulay-Ismael, à l'Est, elle est continuée par la plaine de l'Habra que domine Dj. Mouhammadia.

Plaine de la M'leta est située au Sud de l'agglomération oranaise. Elle occupe la partie méridionale du sillon central du bassin endoréique de la grande Sebkhia d'Oran. Elle est limitée au Nord par la Sebkhia d'Oran, au Sud par les Monts Tassala, à l'Est par la Plaine de Tafraoui-TleLat et à l'Ouest par la Plaine de Hammam Bouhadjar-El Malah.

Plaine de Sidi Bel Abbès fait partie du bassin versant de la Mekkara (bassin de la Macta), elle est considérée comme étant la plus importante du Nord-Ouest algérien. Elle est **limité** au Nord par les monts de Tassala, au Sud par les Monts de Tlemcen-Saïda, à l'Ouest par le bassin de l'Oued Isser et à l'Est par les Monts des Béni-Chougrane et Oued El Hammam. La plaine est traversée du Sud vers le Nord par l'Oued Mekerra, il reçoit comme seul affluent pérenne l'Oued Tissaf. La plaine présente un remplissage quaternaire hétérogène essentiellement conglomératiques et des dépôts sableux et gréseux alternant avec des limons rouges.

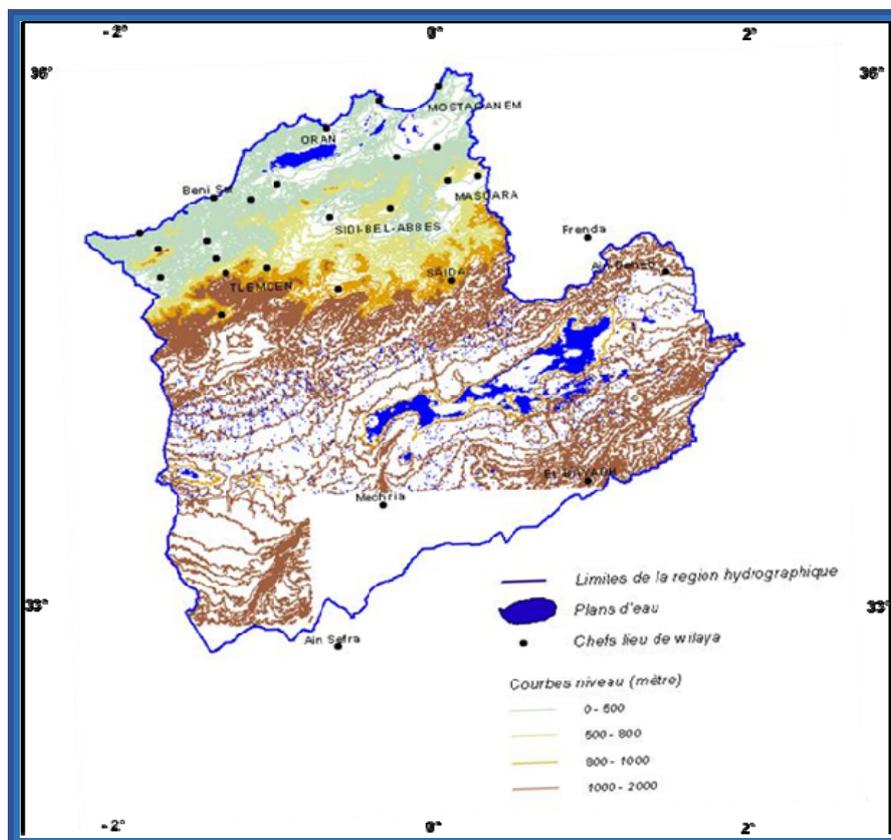


Figure 1.4 : Cadre géomorphologique de la région (Cadastre hydraulique du Chott Chergui, 2006)

2.4 Géologie

La région appartient à l'unité tectonique maghrébine. Cette unité comporte un ensemble de zones mobiles toujours actives et caractérisées par une tectonique souple.

On trouve successivement du nord au sud [4] : -une chaîne alpine (Tell Occidental), - une zone tabulaire (Haute plaine oranaise), -une chaîne tertiaire (Atlas saharien) limitée au sud par l'accident atlasique qui la sépare du bouclier saharien.

La structure géologique de la région est liée aux mouvements de l'orogénèse alpine qui ont contribué dès l'éocène, lors des phases de plissement successives, à configurer et individualiser des domaines géologiquement homogènes.

Le territoire de la région hydrographique couvre plusieurs domaines distincts sur deux zones tectoniques :

Le Tell occidental, constitué globalement par un empilement de nappes de charriage, dont les plus méridionales surmontent les sédiments des Hautes plaines à structures tabulaires. Ces nappes se répartissent en deux catégories, les plaines telliennes à matériel marno-calcaire du Crétacé inférieur et les nappes de flysch constituées par des formations argilo gréseuses d'âge Crétacé à Miocène.

Les Hautes plaines oranaises, sont formées principalement par les affleurements des monts de Tlemcen à l'ouest et les monts de Saïda à l'est. Elles sont constituées pour l'essentiel de formations secondaires transgressives sur un socle primaire avec des sédiments carbonatés rigides, qui leur confèrent une nature très karstique (calcaire et dolomie).

De manière générale, la géologie de la région se caractérise par une grande variabilité lithologique et structurale. Elle est dominée par des formations quaternaires, généralement alluvionnaires, des différentes plaines, alors que les massifs montagneux sont caractérisés par une lithologie qui diffère d'une région à une autre.

L'Atlas Saharien, constitué par les monts des Ksour (2 230 m) dans la région Oranie - Chott Chergui, il est le prolongement en Algérie du Haut Atlas Marocain. L'Atlas Saharien se caractérise par de longs et larges plis d'orientation WSW-ENE, qui s'estompent au Sud en bordure de la plateforme Saharienne. D'épaisses séries calcaro-dolomitiques d'âge Jurassique, caractérisent l'Atlas Saharien dans cette région. L'épaisseur diminue considérablement vers le Nord caractérisant le sillon atlasique.

Un dépôt gréseux de 4 000 m d'épaisseur du Jurassique à l'Albien témoigne de la destruction de massifs anciens de la plateforme saharienne qui par rajeunissement, provoque une reprise intense de l'érosion et l'étalement des grains de quartz et des particules argileuses.

Au point de vue structural, la zone occidentale de la région est marquée par une succession de horsts et de grabens orientés globalement ENE-WSW, depuis les monts de Tlemcen jusqu'au massif des Traras. Les compartiments sont limités par de grandes failles normales dont le rejet vertical peut dépasser 500 m. Cette tectonique qui a compartimenté les formations calcaires a eu pour effet d'isoler, plus ou moins, les aquifères karstiques les uns des autres.

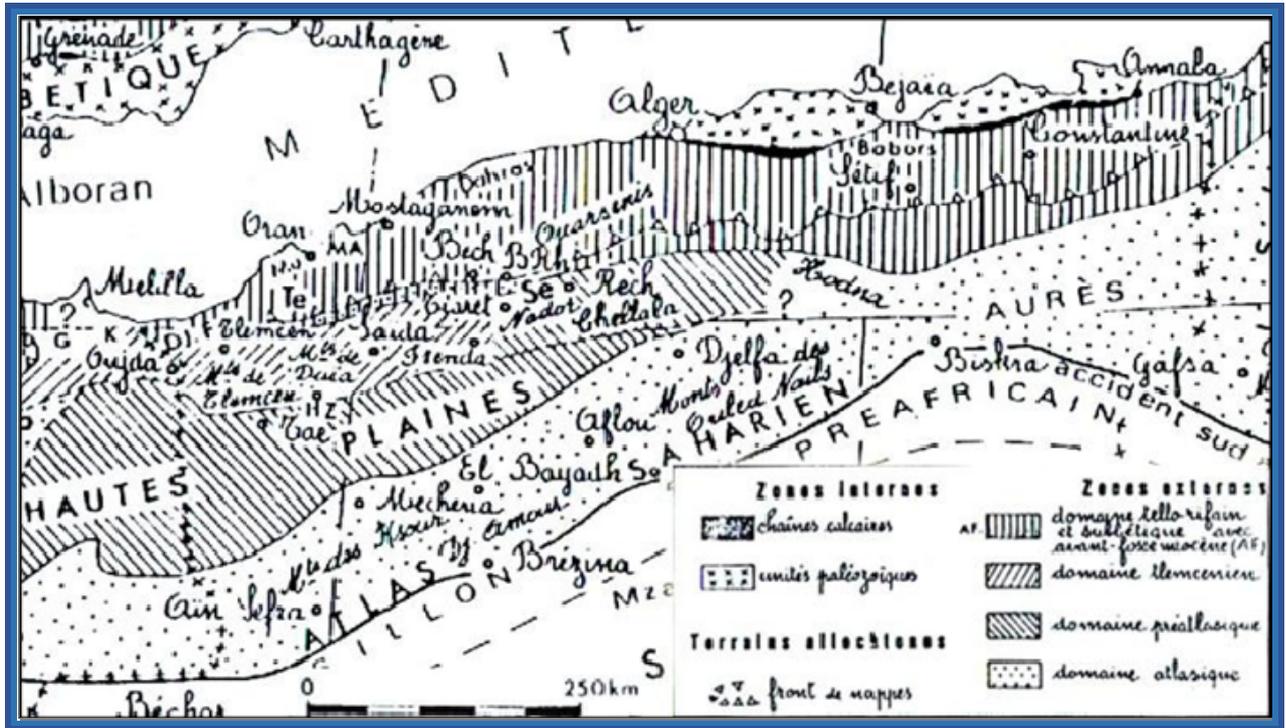


Figure 1.5 :Schéma structural de la chaîne alpine de la Méditerranée occidentale selon Benest 1985 (cité par Bouanani 2004)

3 Réseau Hydrographique

La formation du réseau hydrographique est fortement conditionnée par les facteurs caractéristiques des terrains traversés par les différents oueds. Ainsi la lithologie intervient sur le degré de ramification des oueds. C'est le cas de l'oued Tafna qui traverse les calcaires des Monts de Tlemcen et suit la direction Sud-Ouest, Nord-Est du relief dominant représenté par la chaîne montagneuse des Traras et les Monts de Tlemcen [5].

Le bassin de la Tafna présente un chevelu hydrographique atrophié caractéristique des zones semi-arides. Le bassin de la Tafna est constitué principalement par deux artères fluviales: L'oued Tafna à l'Ouest et l'oued Isser à l'Est, et l'Ouest du bassin est drainé par trois principaux affluents dont les sous- bassins, le Mouilah (1982 Km²) situé dans le territoire marocain, le Mehaguène (665 Km²) et la haute Tafna (1294 Km²). La partie orientale est drainée, par le sous- bassin : l'Isser Cedra (1118 Km²) dont les cours d'eau sont généralement pérennes.

Les variations saisonnières des débits des cours d'eau sont tributaires d'une multitude de facteurs climatiques et physiques du bassin versant (le régime de précipitations, la nature lithologique des bassins versants, les conditions climatiques, l'équipement des bassins en ouvrages hydrauliques, etc.).

4 Ressources en eaux souterraines

Les ressources en eau souterraines de la région Oranie Chott Chergui ont été estimées par l'ANRH à 307 Hm³, soit 77 Hm³ en plus par rapport aux évaluations intérieures. Selon les indications fournies par les directions de l'hydraulique de wilaya, le volume d'eau souterraine actuellement exploité serait de 192 Hm³. Il apparaît ainsi que les potentialités ne sont pas exploitées qu'à hauteur de 63% (hors nappe de Chott Chergui).

En fait la longue période de sécheresse qui été prévaut dans la région depuis deux décennies semble avoir influé sérieusement sur les nappes, et qu'il faudrait certainement beaucoup de temps pour permettre à ces dernières de retrouver leur équilibres.

Dans la situation actuelle, les nappes sont exploitées au-delà de leurs potentialités. Le tableau ci- dessous donne l'exploitation actuelle des nappes.

Tableau 1.2 : Exploitation de quelques nappes dans la région Oranie Chott Chergui (MRE 2010)

Nom d'unité hydrogéologique	BV	Superficie Km ²	Ressources renouvelables	
			Année moyenne	Année sèche
Plateau de Mostaganem	04	700	50	4
nappe karstique du Murdjajo	04	302	14	2
Monts de Traras	04	545	7	3
Plateau d'Ain Temouchent	04	245	4	1
Chott Chergui	08	17032	55	9
Chott Gharbi	08	14820	22	6
Synclinal d'El Bayadh	08	584	10	1
Plaine de Sidi Bel Abbés	11	1211	133	3
Plateau de Saida	11	2736	46	7
plaine de Ghriss nappe de Mascara	11	834	42	3
Plaine de Habra -Sig	11	726	4	2
Vallée de l'Oued Barbour	11	541	3	1
Monts de Tlemcen	16	2839	35	13
Plaine de Maghnia	16	231	18	1

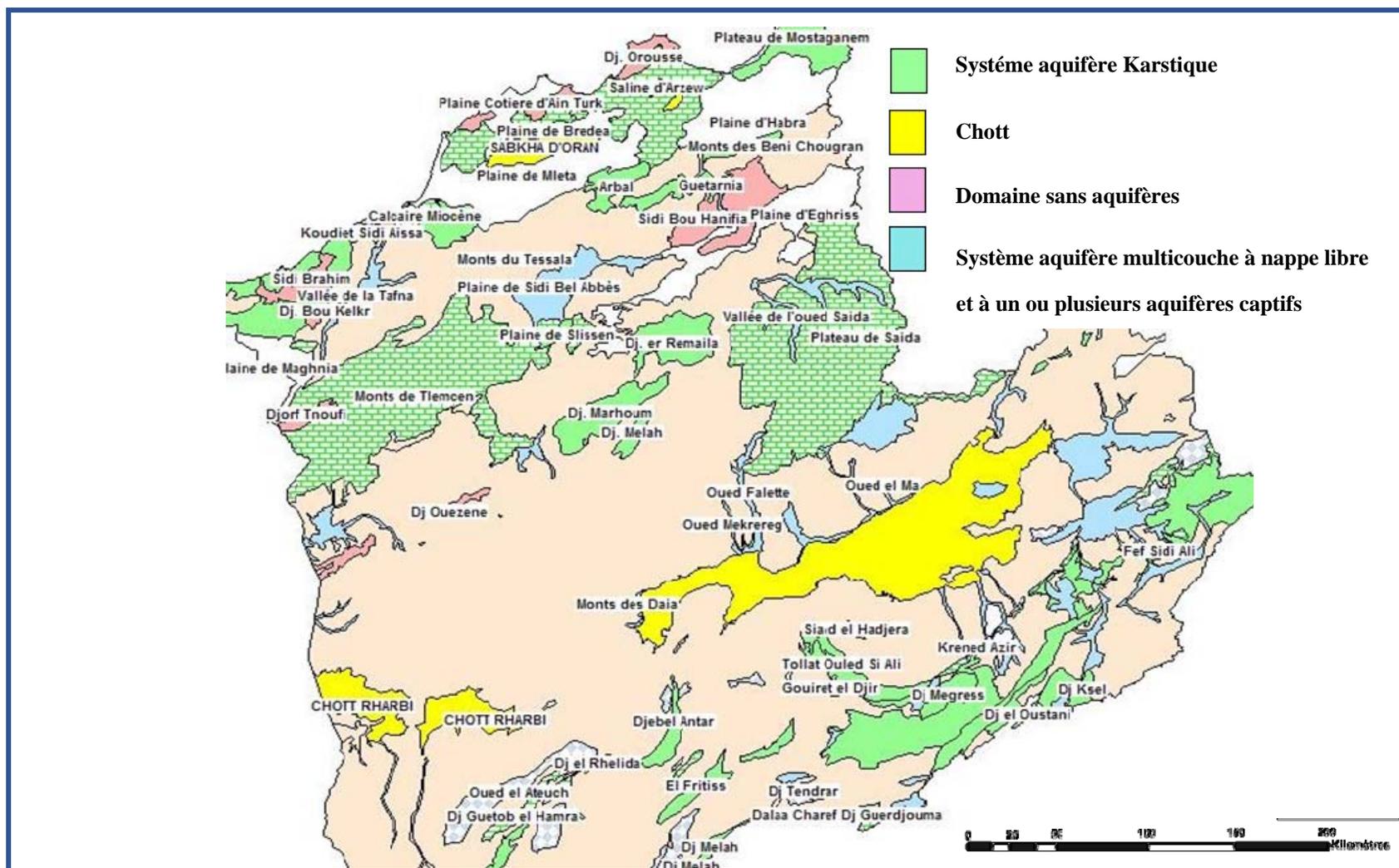


Figure 1.7 :Ressources en eaux souterraines des principales unités hydrogéologiques de la région (Anonyme5 s,d)

5 Situation climatique

Le climat Algérien est un climat de transition entre le climat tempéré humide et le climat désertique. Il varie de manière contrastée, du type méditerranéen et semi-aride dans le Nord vers le type désertique dans le Sahara. Généralement le climat de la région se varie d'un bassin à un autre.

Les Bassins Tafna et les Côtiers Oranais sont caractérisés par un climat semi-aride frais avec deux saisons prédominantes. Une saison humide qui s'étend du mois d'Octobre au mois de Mai avec des pluies assez irrégulières, l'autre sèche s'étend du mois de Juin à Septembre avec une pluviométrie faible. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité [6].

La Macta est caractérisé par un climat semi-aride. Le bassin de Chott Chergui est caractérisé par un climat aride à semi-aride avec un hiver froid et un été chaud à cause de sa situation en zone désertique et steppique [8].

5.1 Température

La température de l'air est une caractéristique importante du climat. Les températures moyennes de la région subissent des variations régionales et saisonnières. L'influence de la Mer Méditerranée, qui tend à adoucir les températures, est assez marquée sur les zones littorales. De même le contraste saisonnier est bien marqué entre l'hiver et l'été, les minima thermiques sont généralement atteints en Janvier, les maxima en Juillet / Août. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid "m" est comprise entre 0 et 9°C dans les régions littorales et entre - 2 et + 4°C dans les régions semi-arides et arides. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud "M" varie avec la continentalité, de 28°C à 31°C sur le littoral, de 33°C à 38°C dans les Hautes Plaines steppiques et supérieure à 40°C dans les régions sahariennes [9].

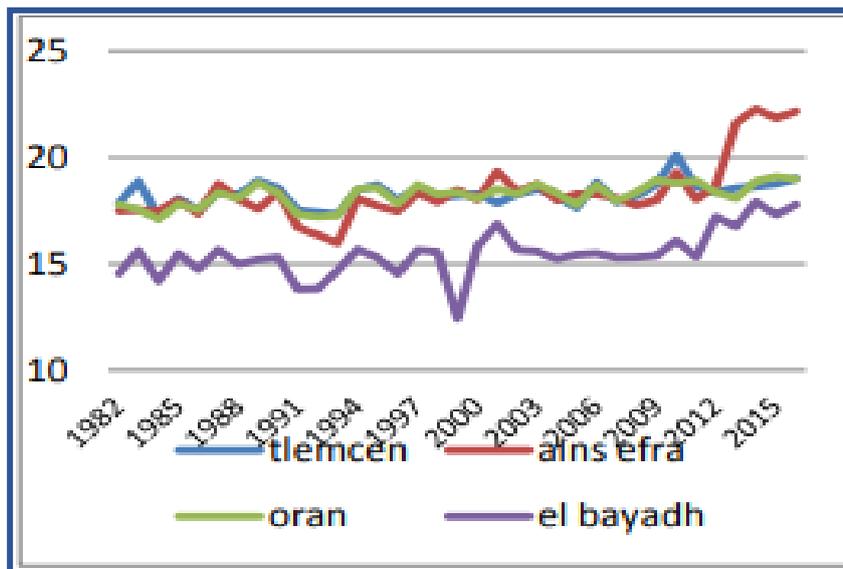


Figure 1.8 :L'évolution des températures moyennes annuelles durant la période 1982-2016
(BENYETTOU Mohamed 2017)

5.2 Pluviométrie

La pluviométrie est très variable à travers le territoire ; elle a imprimé les grands traits de la répartition régionale des ressources en eaux. Les précipitations varient du Nord au Sud. On note également des écarts notables entre les régions Est et Ouest.

Dans le bassin de Tafna, les précipitations annuelles dans la région varient entre 200 mm à plus de 450 mm dans la région des monts de Tlemcen. Dans le bassin versant de la Macta elles varient de 400 à 550 mm/an, et celle du bassin versant des Côtiers Oranais varie de 249 à 389mm/an [1].

Dans le bassin de Chott Chergui, les précipitations moyennes annuelles varie entre un maximum de 215 mm/an (atteindre parfois 300mm/an) et un minimum de 125 mm/an

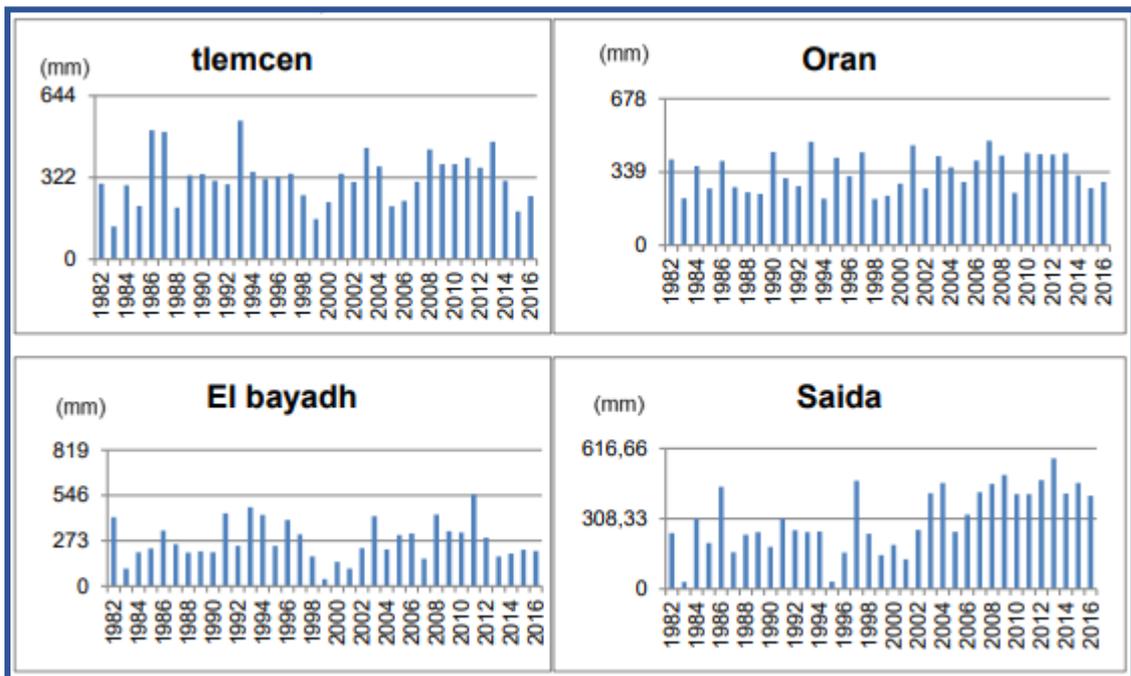


Figure I.9 : Variations interannuelles des précipitations (mm) au cours de la période (1982-2016) (ONM) et (ANRH)

5.3 Vent

Le vent est le principal agent climatique qui concourt au façonnement des paysages arides et désertiques, par son action ; il agit tant qu'agent d'érosion, de transport et d'accumulation.

La fréquence et la direction des vents varient en fonction des saisons en hiver se sont les vents pluvieux du Nord-Ouest qui dominant, parfois du Nord secs est froids. En été le sirocco, vent sec et chaud, souffle du sud et ramène des pluies orageuses [10].

6 Situation démographique

Le tableau n°03 ci-dessous donne les caractéristiques principales des éléments administratifs de la région communiquées par l'ONS (Office National des Statistiques). La Direction Technique Chargée des Statistiques Régionales, l'Agriculture et de la Cartographie.

La population recensée en 2008 fait état de 6,95 Millions d'habitants avec un taux d'accroissement démographique moyen annuel de 1,68 %. La population urbaine représente 67,6% de la population totale de la région, soit 4,72 millions de personnes dont 1,3 millions dans la wilaya d'Oran.

La population est répartie de façon inégale sur 251 communes. Cette inégalité est représentée par une densité d'occupation hétérogène entre la partie Nord et Sud. En effet, la densité la plus élevée est représentée au niveau des wilayas littorales ; Oran, Ain Temouchent et Mostaganem, avec 685,56 hab/Km², 156,05 hab/Km² et 383,9 hab/Km² respectivement, contre moins de 18 hab/Km² pour les wilayas de l'intérieur ; notamment Laghouat, Nâama et El Bayadh [11].

Tableau I.3: Éléments administratifs et populations de la région (Source: ONS, 2008)

Code de wilaya	Nom de la wilaya	Nombre de Communes	Taux d'accroissement(%)	Population totale	Population urbaine	Population rurale	Densité hab/km ²	Superficie km ²
3	LAGHOUAT	3/24	3,74	455 602	314 248	141 353	18,18	1 825
13	TLEMCEM	20/53	1,22	949 135	585 346	363 789	104,75	9 061
14	TIARET	14/42	1,58	846 823	581 214	265 610	40,96	20 673
20	SAIDA	6/16	1,72	330 641	222 317	108 325	48,88	6 764
22	SIDI BEL ABBES	15/52	1,43	604 744	417 707	187 037	66,48	9 096
27	MOSTAGANEM	16/32	1,59	737 118	280 943	456 176	338,9	2 175
29	MASCARA	16/47	1,51	784 073	443 871	340 203	131,98	5 941
31	ORAN	9/26	1,85	1 454 078	1 343 899	110 179	685,56	2 121
32	EL BAYADH	8/22	3,13	228 624	144 642	83 982	2,9	78 870
45	NAAMA	7/12	4,3	192 891	139 727	53 164	6,44	29 950
46	AIN TEMOUCHENT	8/28	1,28	371 239	248 722	122 516	156,05	2 379
totale	11 wilaya	251	/	6 954 968	4 722 636	2 232 334	146	96 520

Cette répartition déséquilibrée au profil des grandes villes et de leurs périphéries résulte du phénomène d'exode massif et du dépeuplement des espaces ruraux vers les centres urbains et agglomération, conséquence directe des problèmes de l'insécurité, des effets de la sécheresse et des problèmes de chômage dans le monde rural.

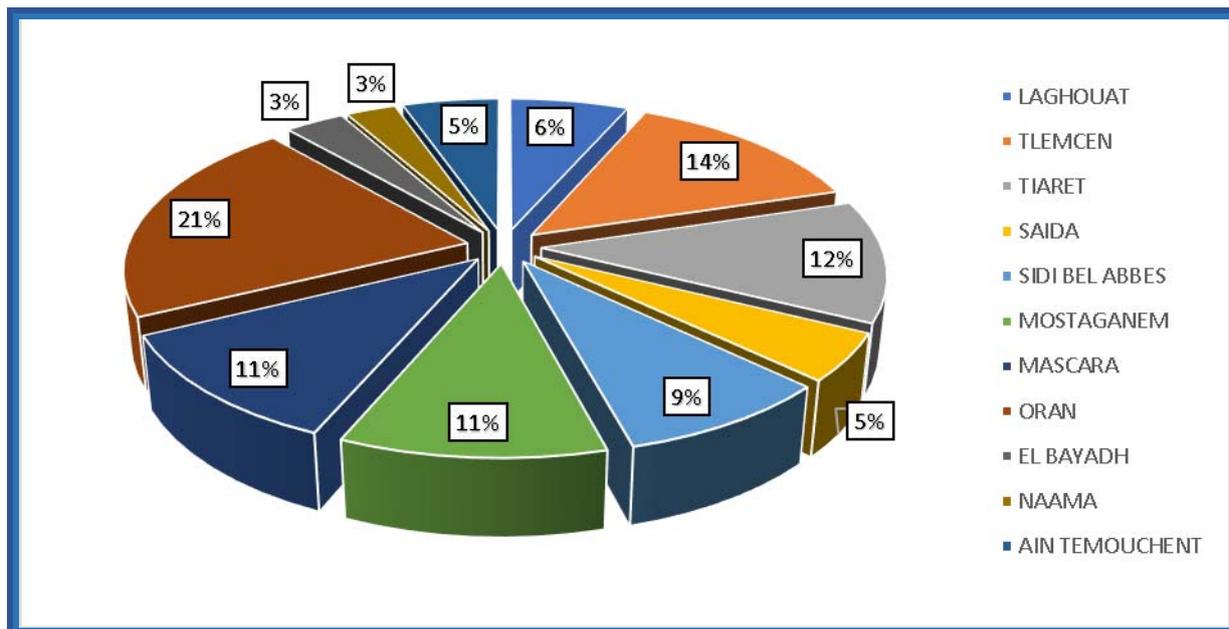


Figure 1.10 :Répartition de la population de la région par Wilaya (ONS, 2008)

Tableau I.4 : L'évolution démographique en Algérie (2019-2035) (Source : SNDA ,ABH)

Code de wilaya	Nom de wilaya	Somme de pop 2019	Somme de pop 2020	Somme de pop 2025	Somme de pop 2030	Somme de pop 2035
03	LAGHOUAT	586767	598582	654132	707421	765281
13	TLEMCEN	1146500	1165082	1243766	1311321	1382736
14	TIARET	1077838	1099450	1202054	1298892	1403921
20	SAIDA	428250	437364	480314	520027	563174
22	SIDI BEL ABBES	742322	754895	811220	860241	912321
27	MOSTAGANEM	865742	877765	930261	978610	1029595
29	MASCARA	959003	974810	1046900	1110282	1178027
31	ORAN	1724251	1747840	1845807	1928988	2016107
32	EL BAYADH	299023	305434	335440	363605	394213
45	NAAMA	248736	253777	277704	300660	325586
46	AIN TEMOUCHENT	447595	454596	484977	511516	539560
totale	11 wilaya	8526027	8669595	9312575	9891563	10510521

7 Situation socio-économique

La région de l'Ouest algérien constitue un projet important ; étant donné que la région d'étude constitue, en Algérie, un pôle économique important, du fait de l'existence de des grands centres urbains tel que : Oran, Mostaganem, Tlemcen, Sidi bel Abbés, Mascara et Saida ; de l'existence de grandes unités industrielles et d'importantes potentialités hydro-agricoles. Notons que les bassins de la région d'étude sont caractérisés par :

(a) une forte croissance socio-économique qui transforme l'usage agricole du sol au profit d'une urbanisation galopante ; (b) une concurrence entre les demandes en eau potable et d'irrigation qui a conduit à des transferts importants depuis les bassins Chellifs-Zahrez ; c) la planification de grands travaux d'aménagement pour augmenter fortement les transferts interbassins afin de faire face à la demande dans les prochaines années.[12]

La région littorale constitue un pôle attractif pour la localisation et le développement des différentes activités économiques notamment les activités industrielles.

Tableau I.5 : Répartition des entités économiques sur le littoral par secteur d'activité (ONS, 2015)

wilaya	Grands secteurs d'activité				total
	construction	commerce	industrie	services	
Tlemcen	222	16938	3298	9628	30086
A.Témouche	61	5647	964	3998	10670
Oran	530	30577	5270	16475	52852
Mostaganem	152	9722	1800	5068	16742

De la politique résolue d'industrialisation à initiative essentiellement étatique des années 1970-1980, la région des hauts plateaux, jadis peu industrialisée, a hérité d'un tissu industriel avec quelques unités, réparties surtout entre Saida et Tiaret dans des zones industrielles

L'activité agricole et pastorale, après une phase relativement longue de déclin connaît aujourd'hui un renouveau dont les résultats et qui ne reflètent pas encore l'effort financier consenti par les pouvoirs publics. [13]

C'est le cas en particulier de la wilaya de Saida où un noyau de production industrielle de l'ancien secteur public demeure en fonction.

Tableau 1.6 : Effectif des principales activités industrielles en 2006 (ANAT, 2008)

Wilaya	Nombre d'unité	effectif	Production principale
Saida	18	762 Travailleurs	Farine, eau minérale, matériaux de construction, cartonnerie, emballage, papier

Dans la Wilaya de Saida, la quasi-totalité des unités industrielles étatiques des années 70/80 ont fermé.

Tableau I.7 : Répartition des besoins en eau industrielle par wilaya

Wilaya	nombre		Besoins (m ³ /an)
	Communes	Entreprises	
Tlemcen	8	21	27806170
Saida	3	6	448000
Sidi Bel Abbes	1	3	251500
Mostaganem	4	4	440000
Mascara	6	12	1253620
Oran	7	16	22192350
Ain Témouchent	3	5	393000
Total	32	67	27806170

8 Situation hydraulique

8.1 Petite et Moyenne Hydraulique (PMH)

La surface totale de la Petite et Moyenne Hydraulique irriguée dans le bassin hydrographique Oranie-Chott Chergui, est de l'ordre de 80 126,5 ha et les besoins en eau, à cet effet, sont de l'ordre de 517,35 Hm³/an. Leur répartition à travers les différentes wilayas de la région est illustrée dans le tab.8 qui donne le total des surfaces utiles, irriguées et irrigables pour chacune des wilayas de l'OCC.

Tableau I.8 : Petite et Moyenne Hydraulique par wilaya de la région OCC (ABH 2014, MREE)

Code bassin	Wilaya	Surface agricole utile (ha)	Surface irrigable (ha)	Surface irriguée	Besoin théorique Hm ³ /an
8	TIARET	97 579	51 775	2 077,50	10,4
8	NAAMA	-	-	-	-
8	LAGHOUAT	17 002	13 581	729	4,97
8	EL BAYADH	72 457	2 344	1 203	6,5
11	SAIDA	307 013	19 496	5 880	97,48
11	SIDI BEL ABBES	318 337	7 942	6 896	35,7
11	MASCARA	244 888	106 440,60	26 310	155,3
4	MOSTAGANEM	55 354	16 511	12 406	50
4	ORAN	90 271	6 765,45	6 365,05	24,32
4	AIN TEMOUCHENT	179 684	5 006	4 373,80	30
16	TLEMCEN	356 000	25 405	18 260	127
	TOTAL	1 738 585	255 266	80 126,50	517,35

8.2 Ouvrages de mobilisation dans la région

8.2.1 Barrages

La région hydrographique de l'Oranie-Chott Chergui compte 10 barrages en exploitation, (Tab.1.9) totalisant une capacité de stockage de 606 hm³.

Tableau I.9 : Grands barrages de la région hydrographique OCC (ABH, 2015)

Barrage	Wilaya	Mise en eau	Capacité initiale	Capacité actuelle	Volume régularisé	Affectation
Beni Bahdel	Tlemcen	1952	63 Hm ³	55 Hm ³	48 Hm ³ /an	Affecté à l'AEP d'Oran (une importante adduction (180km) a été réalisée à la fin des années 40, pour transférer 30 Hm ³ /an pour
Meffrouche	Tlemcen	1963	15 Hm ³	15 Hm ³	10 Hm ³ /an	Affecté à l'AEP de Tlemcen
Sidi Abdeli	Tlemcen	1988	110 Hm ³	107 Hm ³	38 Hm ³ /an	Affecté à l'AEP d'Oran, et de quelques agglomérations de la wilaya
H.Bouhrara	Tlemcen	1999	177 Hm ³	175 Hm ³	59 Hm ³ /an	Affecté à l'AEP d'Oran et Maghnia
Sikkaka	Tlemcen	2004	27 Hm ³	27 Hm ³	25 Hm ³ /an	Affecté à l'AEP des villes de Bensekrane et Remchi.
Sarno	S.BAbbès	1954	22 Hm ³	21 Hm ³	10 Hm ³ /an	Affecté à l'irrigation du périmètre de Sig
Quizert	Mascara	1985	100 Hm ³	94 Hm ³	Transfert	Appartient au Système du « Triplex » (système Ouizert-Bouhanifia-Fergoug). Contribue actuellement à l'AEP d'Oran, il pourrait être réaffecté à l'irrigation du périmètre de Ghriss-Mascara.
Bou Hanifia	Mascara	1948	73 Hm ³	38 Hm ³	Transfert	Pourrait être réaffecté à l'irrigation du périmètre de Habra-Sig.
Fergoug	Mascara	1970	18 Hm ³	4 Hm ³	93 Hm ³ /an	Le système TRIPLEX constitué de 3 barrages en cascade (Quizert-Bouhanifia-Fergoug) initialement destiné à l'irrigation du périmètre de Habra (11 500 ha), a été réaffecté à l'AEP d'Oran-Arzew-Mohammadia-Sig.
Cheurfa II	Mascara	1992	82 Hm ³	70 Hm ³	45 Hm ³ /an	Affecté à l'irrigation du périmètre de Sig.
	Total		687 Hm ³	606 Hm ³	328 Hm ³ /an	

8.2.2 Petits barrages et retenues collinaires

En raison du phénomène d'érosion important que connaît l'Algérie septentrionale, sur les 132 retenues inventoriées dans la région, seule 44 d'entre elles sont en exploitation et 86 ne sont plus exploitables suite à un taux d'envasement important et une détérioration avancée.

Les ressources en eau actuellement mobilisées dans la région sont relativement faibles, elles sont évaluées à 22 millions de m³. À long terme, le volume est évalué à 30 millions de m³ avec la concrétisation du programme de réalisation de 29 retenues collinaires à travers la région (projet en phase d'étude) [14].

Tableau 1.10 : Récapitulatif des différentes retenues en exploitation, en travaux et en étude dans la région OCC (AGIR/ABH) « Retenue collinaire »

Wilaya	RC* en exploitation	Capacité (m3)	RC en cours de réalisation	Capacité (m3)	de RC en étude	Capacité (m3)
Laghouat	0	0	0	0	0	0
Tlemcen	13	7 068 000	1	850 000	0	0
Tiaret	1	168 000	0	0	0	0
Saida	0	0	0	0	2	183 202
Sidi Bel Abès	11	2 226 000	0	0	5	649 000
Mascara	5	1 199 864	1	319 000	7	6 736 800
Oran	2	368 000	0	0	14	1 470 140
El Bayadh	0	0	0	0	1	190 000
Nâama	2	2 219 000	0	0	0	0
A.Témouchent	10	7 733 000	0	0	0	0
TOTAL	44	20 981 864	2	1 169 000	29	9 229 142

9 CONCLUSION

À travers ce premier chapitre, nous avons essayé de donner une présentation générale de la zone d'étude sur les plans : géographique, démographique, climatique, géologique, hydraulique et socio-économique.

Chapitre 2

Généralités sur les eaux usées

1 Introduction

Les normes nationales et internationales fixent des indicateurs de pollution biologique et physicochimique de l'eau. Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, aussi se réfère-t-on à quelques paramètres pour les caractériser. Généralement exprimés en mg/l, Il existe une grande variété de paramètres indicateurs de pollution de l'eau. Il faut noter que ces paramètres peuvent être physiques, chimiques ou biologiques.

Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur les eaux usées, leurs origines et la pollution de l'eau, les impacts sur l'écosystème, ainsi que les différents paramètres physico-chimiques et biologiques, et puis la réglementation relative des eaux usées.

2 Définition des eaux usées :

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).[15]

3 Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue:

3.1 Origine des eaux usées domestiques:

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout à l'égout. Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières organiques.

Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels que soufre, phosphore, fer, etc.)

En Algérie, la pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée [16]:

- ✓ de 70 à 90 g de matières en suspension.
- ✓ de 60 à 70 g de matières organiques.
- ✓ de 15 à 17 g de matières azotées.
- ✓ 4 g de phosphores.
- ✓ Plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

3.2 Origine des eaux usées industrielles

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels 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. [17]

3.3 Eaux usées d'origines pluviales

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par deux mécanismes : Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées

- Les déchets solides ou liquides déposés par temps sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent

- Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts. [18]

3.4 Eaux usées d'origine agricole

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphorées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues.

3.5 Eaux claires parasites

Ce sont des eaux captées involontairement sur le réseau, on trouve :

- ✓ eaux claires parasites permanentes ou pseudo-permanentes (eaux d'infiltration de nappe°).
- ✓ eaux claires aléatoires : introduction d'eaux pluviales dans le réseau d'eaux usées (réseau séparatif).
- ✓ eaux non conformes : eaux rejetées au réseau hors convention.

Elles ont un impact sur le rendement épuratoire de la station d'épuration, à savoir:

- ✓ Saturation des capacités de transport.
- ✓ Dilution de la pollution : dysfonctionnement des stations.
- ✓ Surcharge hydraulique sur les STEP. [19]

4 Pollution des eaux usées

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. Selon leurs natures, on distingue divers types de pollution. [20]

4.1 Pollution minérale

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques et de traitement de minerais, ex (plomb, du cuivre, du fer, du zinc et du mercure...etc). [21]

4.2 Pollution microbiologiques

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. [22]

4.3 Pollution chimique :

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée en deux catégories :

- ✓ Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols..);
- ✓ Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).[23]

4.4 Pollution physique

Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défilage de bois, de tanneries). [24]

4.5 Pollution par le phosphore

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire. Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

4.6 Pollution par l'azote

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires. L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-).[25]

5 Risques de la pollution par eaux usées

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique et l'environnement. Elle peut concerner les eaux superficielles ou souterraines, aussi il est risqué sur la santé publique.

5.1 Risque sur la santé humaine

Les eaux usées peuvent contenir des pesticides, des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites), et des éléments toxiques. Ils sont dangereux pour la santé humaine.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) considère que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement véhiculées par l'eau: des dizaines, voire des centaines de millions de personnes sont atteintes en permanence de gastroentérites, 160 millions de paludisme et 30 millions d'onchocercose. Malgré les apparences, la transmission des maladies par une eau polluée n'est pas l'apanage des pays en voie de développement, et l'élaboration des normes sur les eaux de consommation vise à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue par un risque pour la santé. [26]

5.2 Risque sur l'environnement

a) Impacts sur le sol: Ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs. Puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres. Le sol doit rester à un bon niveau de fertilité, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes présents au niveau du sol sont [27] :

- La salinisation.
- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol.
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques.
- L'accumulation de nutriments.

b) Impacts sur les eaux superficielles: il arrive que ces déchets soient déversés directement dans le milieu naturel. La présence excessive de phosphates, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui diminue la qualité d'oxygène contenue dans l'eau et peut provoquer à terme la mort des poissons et des autres organismes aquatiques qui y vivent. Les métaux lourds comme le mercure, le chrome et l'arsenic peuvent avoir des effets sur les espèces aquatiques les plus fragiles. Sous certaines conditions physico-chimiques, certains métaux lourds tel que mercure peuvent s'accumuler le long de la chaîne trophique et avoir un impact sur l'homme. Actuellement, il n'existe pas de filière de valorisation pour les boues issues de l'assainissement, ainsi que les matières de vidanges de fosses septiques. [28]

c) Impacts sur les eaux souterraines: Dans certaines conditions, les effets sur les eaux souterraines sont plus importants que les effets sur le sol. La pollution des eaux souterraines avec des constitutions de l'eau usée est possible par l'infiltration des ces dernières. [29]

6 Caractéristiques des eaux usées

En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, les substances contenues dans les eaux usées peuvent être classées comme suit:

6.1 Paramètres organoleptiques

6.1.1 Turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.[30]

6.1.2 Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution (composées organiques colorées). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul du domaine du visible. [31]

La couleur des eaux usées est généralement grisâtre qui devient noirâtre avec le temps

6.1.3 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.

Les eaux résiduaires industrielles (ERI) se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matière organique en décomposition. [32]

6.2 Paramètres physiques

6.2.1 Température (T)

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,...etc. [33]

6.2.2 Matières en suspension (MES)

Il s'agit de matières qui ne sont ni solubilisées ni colloïdales. On peut considérer qu'ils représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières de charbon et les particules minérales du type mucilagineuse. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales. Deux techniques sont actuellement utilisées pour le dosage des matières en suspension [34] :

- Séparation par filtration (filtre en papier, membranes filtrantes).
- Centrifugation.

Les teneurs en matières en suspension sont obtenues après séchage à 105°C d'un volume connu d'échantillon.

Les concentrations en MES dans les eaux usées sont très variables, et sont de l'ordre de 100 à 300 mg/l.

Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS} \quad (2.1)$$

Avec: MES: Matières en suspension.

MMS: Matières minérales en suspension.

MVS: Matières volatiles en suspension

✓ **Matières volatiles en suspension (MVS)**

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension. Elles sont mesurées par calcination à 650°C d'un échantillon dont on connaît déjà la teneur en MES. Elles constituent environ 70 à 80% des MES. [34]

✓ **Matières minérales**

C'est la différence entre les matières en suspension et les matières volatiles. Elles représentent donc le résidu de la calcination, et correspondent à la présence de sels, silice, poussières par exemple. [34]

6.2.3 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique 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. [35]

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). Elle mesurée par un conductimètre.

6.3 Paramètres chimiques

6.3.1 Le potentiel Hydrogène (pH)

Le potentiel hydrogène représente l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. L'acidité, la neutralité et l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H₃O⁺ (noté H⁺ pour simplifier). Le pH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 à 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle. [36]

6.3.2 Demande biochimique en oxygène (DBO)

Elle représente la quantité d'oxygène consommée par l'eau usée pendant une certaine durée. Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation, et avec l'intervention des bactéries, les matières organiques de l'eau usée.

La DBO est un phénomène évolutif dans la mesure où elle permet d'étudier le comportement d'une charge organique (et plus généralement celui d'un échantillon), il est évident qu'il ne peut y avoir de détermination de DBO, que lorsque les microorganismes présents sont capables d'assimiler les matières organiques de l'échantillon.[37]

Pour être complète, l'oxydation biologique nécessite un temps de 20 à 28 jours, on mesure dans ce cas la DBO Ultime ou DBO_{21} ou DBO_{28} ; cette période étant longue, on a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée DBO_5 .

Elle consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante = 20°C et pendant un temps limité par convention à 5 jours.

6.3.3 Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques contenues dans l'effluent.

La mesure de la DCO se fait à l'aide d'un oxydant énergétique comme le bichromate de potassium, en milieu acide, et à chaud pendant deux heures. On estime que cette oxydation détruit à 90-95% des composés. Cependant, elle s'applique à des composés qui ne jouent aucun rôle dans le déficit en oxygène d'un cours d'eau. Il s'agit par exemple, des halogénures minéraux (sauf le fluor). Il est souvent recommandé d'effectuer la mesure de la DCO avant celle de la DBO afin d'estimer la proportion des dilutions à effectuer. [37]

Elle est exprimée en mg O₂/l. Généralement la valeur de la DCO est:

DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines.

DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires.

DCO 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO_5 et la DCO est donnée par l'équation suivante (kg/jours):

$$MO = (2 \times DBO_5 + DCO) / 3 \quad (2.2)$$

6.3.4 Notion de biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que:

$$K = DCO/DBO_5 \quad (2.3)$$

Si **K 1.5**: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable.

Si **2.5 K 3**: les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si **K 3**: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physicochimique. [38]

6.3.5 Azote Global (NGL)

Quantité totale d'azote (en N mg/l) correspondant à l'azote organique (Norg) et ammoniacal (ion ammonium, NH^+) et aux formes minérales oxydées de l'azote nitrates (NO^-) et nitrites (NO^-). L'analyse de l'ammoniac est réalisée sous un PH élevé par la technique de minéralisation (chauffage et condensation) et un test de colorimétrie. Le test kjeldahl consiste à faire subir à un échantillon, un processus de digestion où l'azote organique est transformé en ammoniac. Par conséquent, l'azote Kjeldahl (NTK) représente l'azote organique et ammoniacal. Les formes oxydées (nitrates et nitrites) sont mesurées par colorimétrie.

6.3.6 Nitrites (NO_2)

Les nitrites sont des composés intermédiaires du processus de nitrification. Ils proviennent de l'oxydation incomplète de l'azote organique sous l'action des bactéries nitrifiantes. Les nitrites sont toxiques pour l'organisme humain, sa présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau, ils sont dosés suivant la méthode colorimétrique.[39]

6.3.7 Nitrates (NO_3)

Les nitrates constituent la forme azotée la plus dominante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraine. Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification.

Une augmentation de la pollution azotée entraîne d'une manière générale une croissance excessive des algues et plantes dans le milieu récepteur et une consommation supplémentaire de l'oxygène dissous, d'où une dégradation du milieu aquatique (Phénomène d'eutrophisation). [39]

6.3.8 Phosphore Total (PT)

Quantité (en P mg/l) correspondant à la somme du phosphore contenu dans les ortho phosphates (PO_4^-), les poly phosphates et le phosphate organique. Le phosphore qui pollue les eaux est en majeure partie sous forme de phosphates (PO^-). Typiquement ce composé est déterminé directement par addition d'une substance chimique qui forme un complexe coloré avec le phosphate. On pourrait y rajouter des mesures plus spécifiques concernant la présence de toxiques d'origine minérale (mercure, cadmium, plomb, arsenic...) ou organique (composés aromatiques tels que le phénol...). On trouvera aussi les mesures du Carbone Organique Total

(COT), autre mesure de la quantité de matière organique, des matières volatiles en suspension (MVS) qui représentent la partie organique (donc biodégradable) des MES, ou encore des matières Oxydables.

Cette mesure est particulièrement utilisée par les Agences de l'Eau pour établir les quantités de matières organiques présentes dans un effluent. [40]

6.3.9 Métaux lourds

Les éléments traces métalliques sont généralement définis comme des métaux lourds. On appelle métaux lourds tout élément métallique naturel dont la masse volumique dépasse 5 g/cm³.

Ils englobent l'ensemble des métaux et métalloïdes présentant un caractère toxique pour l'homme sont: le plomb, le mercure, l'arsenic et le cadmium. D'autres comme le cuivre, le zinc, le chrome, pourtant nécessaires à l'organisme en petites quantités, peuvent devenir toxiques à doses plus importantes. [40]

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.

6.4 Les paramètres bactériologiques

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique. Ils comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Parmi les éléments pathogènes les plus rencontrés, on cite :

6.4.1 Virus

Les virus se trouvent dans les eaux résiduaires à des concentrations de l'ordre de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.[39]

Parmi les infections virales d'origine hydrique, on trouve la poliomyélite, l'hépatite A.

Tableau 2.1 : Les virus dans les eaux usées.

(Adaptation d'Asano (1998) et du site Internet du ministère de la santé du Canada)

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un Litre d'eau usée	Voies de contamination principales
Virus de l'hépatite A	Hépatite A	400 à 85 000	Ingestion
Virus de l'hépatite E	Hépatite E		Ingestion
Rotavirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Virus de Norwalk	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Adénovirus	Maladie respiratoire, conjonctivite, vomissement, diarrhée		Ingestion
Astrovirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Calicivirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Coronavirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion / inhalation
Réovirus	Affection respiratoire bénigne et diarrhée		Ingestion
Entérovirus :			
Poliovirus	Paralyse, méningite, fièvre	182 à 492 000	Ingestion
Coxsackie A	Méningite, fièvre, pharyngite, maladie respiratoire		Ingestion
Coxsackie B	Myocardite, anomalie congénitale du cœur (si contamination pendant la grossesse), éruption cutanée, fièvre, méningite, maladie respiratoire		Ingestion
Echovirus	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash, diarrhée, fièvre		Ingestion
Entérovirus 68-71	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, conjonctivite hémorragique aiguë, fièvre.		Ingestion

6.4.2 Protozoaires

Protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. Ils sont présents dans les eaux usées à l'état de kystes. La principale forme pathogène pour l'homme est *Entamoeba histolytica*, agent responsable de la dysenterie amibienne et *Giardia lamblia*. [39]

6.4.3 Helminthes

Les helminthes sont rencontrés dans les eaux usées sous forme d'œufs et proviennent des excréments des personnes ou d'animaux infectés et peuvent constituer une source de réinfection par voie orale, respiratoire ou par voie cutanée.

La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 103 œufs par litre. On peut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Tænia saginata* [39].

Tableau 2.2 : Les parasites pathogènes dans les eaux usées.

(Adaptation d'Asano (1998)

et du site Internet du ministère de la Santé du Canada (www.hc-sc.gc.ca))

Organisme	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre	Voies de contamination principales
Protozoaires			
<i>Entamoeba histolytica</i>	Dysenterie amibienne	4	Ingestion
<i>Giardia lamblia</i>	Diarrhée, malabsorption	125 à 100 000	Ingestion
<i>Balantidium coli</i>	Diarrhée bénigne, ulcère du col on	28-52	Ingestion
<i>Cryptosporidium</i>	Diarrhée	0,3 à 122	Ingestion
<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmose : ganglions, faible fièvre		Inhalation / Ingestion
<i>Cyclospora</i>	Diarrhée, légère fièvre, perte de poids		Ingestion
<i>Microsporidium</i>	Diarrhée		Ingestion
Helminthes			
<i>Ascaris</i>	Ascariadiase : diarrhée, troubles nerveux	5 à 111	Ingestion
<i>Ancylostoma</i>	Anémie	6 à 188	Ingestion / Cutanée
<i>Necator</i>	Anémie		Cutanée
<i>Tænia</i>	Diarrhée, douleurs musculaires		Ingestion de viande Mal cuite
<i>Trichuris</i>	Diarrhée, douleur abdominale	10 à 41	Ingestion
<i>Toxocora</i>	Fièvre, douleur abdominale		Ingestion
<i>Strongyloïdes</i>	Diarrhée, douleur abdominale, nausée		Cutanée
<i>Hymenolepis</i>	Nervosité, troubles digestifs, anorexie		Ingestion

6.4.4 Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm .

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries par 100 ml. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonella responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. [37]

Tableau 2.3 : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées.

(Adaptation d'Asano (1998) et du site Internet du ministère de la Santé du Canada)

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination principales
Salmonella	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	23 à 80 000	ingestion
Shigella	Dysenterie bacillaire	10 à 10 000	ingestion
E. coli	Gastro-entérite		ingestion
Yersinia	Gastro-entérite		ingestion
Campylobacter	Gastro-entérite	37 000	ingestion
Vibrio	Choléra	100 à 100000	ingestion
Leptospira	Leptospirose		Cutanée/Inhalation/Ingestion
Legionella	Légionellose		Inhalation
Mycobacterium	Tuberculose		Inhalation

6.4.5 Coliformes totaux

Les bactéries coliformes existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels, les eaux traitées ne doivent pas contenir de coliformes, cependant l'absence de ces derniers ne signifie pas nécessairement, que l'eau présente pas un risque pathogène.

6.4.6 Coliformes fécaux

Ils sont capables de se développer à 44°C, et permettent d'estimer le risque épidémiologique dans l'eau. Il faut en tout logique tenir compte de la présence plus aux moins importante de germes pathogènes. La principale bactérie fécale est Escherichia coli.

6.4.7 Les streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille des streptococcaceae, ce sont des cocci généralement disposées en diplocoques ou en courte chaîne, à gram négatif, asporulantes, immobiles, aérobies facultatifs et possédant un métabolisme fermentatif. Ces germes colonisent l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans le milieu hydrique prouve une pollution d'origine fécale de l'eau. Cependant, on peut trouver aussi des streptocoques fécaux dans le sol, les plantes et les insectes. [37]

7 L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml. [41]

8 Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret de loi.

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau 2.4 : Normes de rejets internationales (OMS)

Caractéristiques	Unité	Normes utilisées (OMS)
PH	-	6.5 - 8.5
DBO ₅	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH ₄ ⁺	mg/l	<0.5
NO ₂	mg/l	1
NO ₃	mg/l	<1
P ₂ O ₅	mg/l	<2
Température	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore

9 Normes Algériennes

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement.[42]

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau (1.5).

Tableau 2.5 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur
(Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

PARAMÈTRES	UNITÉS	VALEURS LIMITES
Température	°C	30,00
pH	-	6,50 à 8,50
MES	mg/l	35,0
DBO5	mg/l	35,00
DCO	mg/l	120,00
Azote Kjeldahl	mg/l	30,00
Phosphates	mg/l	02,00
Phosphore total	mg/l	10,00
Cyanures	mg/l	0,10
Aluminium	mg/l	03,00
Cadmium	mg/l	0,20
Fer	mg/l	03,00
Manganèse	mg/l	01,00
Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,50
Plomb total	mg/l	0,50
Cuivre total	mg/l	0,50
Zinc total	mg/l	03,00
Huiles et Graisses	mg/l	20,00
Hydrocarbures totaux	mg/l	10,00
Indice Phénols	mg/l	0,30
Fluor et composés	mg/l	15,00
Étain total	mg/l	02,00
Composés organiques Chlorés	mg/l	05,00
Chrome total	mg/l	0,50
(*) Chrome III +	mg/l	03,00
(*) Chrome VI +	mg/l	0,10
(*) Solvants organiques	mg/l	20,00
(*) Chlore actif	mg/l	1,00
(*) PCB	mg/l	0,001
(*) Détergents	mg/l	2,00
(*) Tensioactifs anioniques	mg/l	10,00

10 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté quelques généralités sur les eaux usées, telle que leur origine et leur composition.

Les accroissements démographiques, économiques et urbains sont à l'origine de fluctuations des quantités d'eaux usées souvent rejeté dans le milieu récepteur. Les eaux usées provoquent des impacts sur la santé d'humaine et sur l'environnement. De ce fait, de nombreuses stations d'épurations sont réalisées afin de réduire la pollution de ces eaux.

Chapitre 3

Notions générales sur les procédés d'épuration des eaux usées

1 Introduction

L'épuration des eaux usées a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs.

L'épuration nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. On distingue généralement quatre étapes dans le traitement des eaux usées par voie biologique: les prétraitements, le traitement primaire, les traitements secondaires et la clarification.

Les prétraitements permettent l'élimination des plus gros déchets. Ils reposent simplement sur des séparations physiques. Le traitement primaire permet aux matières en suspension de se déposer par simple gravité sous forme de boues. Le traitement secondaire élimine les matières en solution dans l'eau (matières organiques, substances minérales...).

La clarification est une décantation secondaire. Certaines stations sont également équipées d'un traitement tertiaire et il s'agit d'un traitement complémentaire ou « affinage » dans le but, soit d'une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles, soit de la protection du milieu récepteur pour des usages spécifiques.

Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu des différents procédés d'épuration des eaux usées avant leurs rejets dans le milieu naturel.

2 Aperçu historique

L'une des plus anciennes références au traitement des eaux de consommation est tirée d'un texte médical datant d'environ 2000 ans avant J.C . On y indique comment rendre les eaux potables en les faisant bouillir au-dessus d'un feu. En les chauffant au soleil, en y plongeant un fer chaud ou en les filtrant à travers un lit de sable et de gravier.

Les armées d'Alexandre, pendant leurs nombreuses campagnes d'Asie mineure, recevaient la consigne de faire bouillir leur eau avant de la consommer. Dans la Rome antique, les aqueducs acheminaient des eaux de diverses qualités. On consommait les meilleurs d'entre elles, alors qu'on réservait les médiocres aux bains et aux thermes.

En 1852 à Londres, on vota une loi qui stipulait que toute eau destinée à la consommation humaine devait être filtrée. En 1854, John SNOW et John YORK ont montré, dans la mesure où ils le pouvaient avec les moyens de l'époque, que la fièvre asiatique qui sévissait alors à Londres était transmise par les eaux du puits de « Broad Street ». Ils ont par ailleurs établi que ce puits était contaminé par des eaux issues d'un réseau d'égouts défectueux, réseau dans lequel étaient déversées les eaux usées d'une maison habitée par un malade [43].

Après 1870, les progrès réalisés en bactériologie permirent d'isoler plusieurs bactéries et prouver, hors de tout doute, que l'eau pouvait transporter ces bactéries et favoriser ainsi la transmission de diverses maladies.

A partir de 1904, en Angleterre, on procéda à la chloration continue des eaux de consommation, pratique que les États-Unis adoptèrent à leur tour en 1909 . Il est utile de signaler que jusqu'au début du XX^e siècle, les critères d'appréciation de la qualité d'une eau étaient essentiellement basés sur les sens : l'eau devait être limpide, agréable au goût dépourvue d'odeur désagréable.

Depuis le début du siècle, on a réalisé d'importants progrès en matière de traitement des eaux. La désinfection continue des eaux est maintenant chose courante par les produits désinfectants comme l'ozone et le dioxyde de chlore [44].

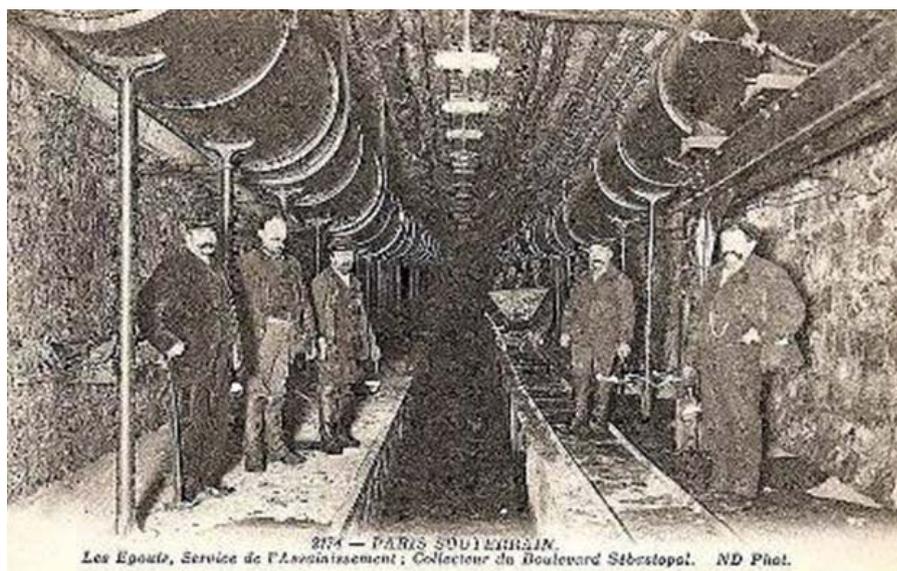


Figure 3.1 : Le collecteur du boulevard Sébastopol au début du XX^e siècle. (skyrock.com2008)

3 Définition de l'épuration

L'épuration des eaux, peut-être définie comme étant un ensemble de techniques qui consiste à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées et les rejetés dans le milieu naturel, soit pour les transformer, et les réutiliser dans d'autres sections comme l'agriculture, l'arrosage... etc [45].

4 Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte [46]:

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

5 Station d'épuration (STEP)

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestique ou industrielles et les eaux pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Une station d'épuration comporte généralement une phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage (pour les solides de grande taille), puis par flottation/décantation (pour les sables et graisses). Vient ensuite un traitement dit primaire, une décantation plus longue, pour éliminer une partie des matières en suspension.

Des traitements physico-chimiques et/ou biologiques sont ensuite appliqués afin d'éliminer la matière organique. Ils sont généralement suivis d'une phase de clarification qui est encore une décantation.

En fin, un traitement des nitrates et des phosphates est exigé en fonction de la sensibilité du milieu récepteur. Il existe également des traitements dits extensifs, comme le lagunage, qui combinent des traitements biologiques, physique et naturels.

6 Rôle des stations d'épuration

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants [47]:

- Traiter les eaux.
- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement.



Figure 3.2 : Vue Globale de la Station d'épuration des eaux usées de la ville de Saida



Figure 3.3 : Schéma récapitulatif (Parlons-peu, parlons-eau, Saint-Amand Info - Le journal numérique)

7 Procédés d'épuration

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis: les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible [48].

7.1 Prétraitements

Tout traitement de dépollution doit comporter ce qu'il est convenu d'appeler un « prétraitement » qui consiste en un certain nombre d'opérations mécaniques ou physiques destinées à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. Ces opérations sont : le relevage le dégrillage, le dessablage et le déshuilage.

7.1.1 Relevage

Le transport des eaux usées dans le collecteur se fait généralement par gravité sous l'effet de leur poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux dans la station d'épuration lorsque ces derniers arrivant à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersible ou à vis d'Archimède

7.1.2 Dégrillage

Lors de l'opération de dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, dont l'espacement est déterminé de sorte qu'il puisse retenir matières grossières les plus volumineuses et flottantes charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire, obstruer ou provoquer des bouchages dans conduites d'alimentation de l'installation, et nuire à l'efficacité de la station. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets, les éléments retenus sont, en suite, éliminés avec les ordures ménagères. Cette opération est effectuée avant le poste de relevage afin de protéger les pompes ou les vis d'Archimède et de ne pas gêner leur fonctionnement [49].

Les grilles peuvent être verticales, mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale, l'espacement est défini comme suit:



Figure 3.4 : Dégrilleur à barreaux (Huber Technology)

Tableau 3.1 : Différents types de dégrillage (Daukss, 2006).

Types de dégrillage	Espacement	Rôle
Pré-déshuilage	40-150mm	Empêcher que les bûches et les gros débris lourds d'entrer dans les procédés de traitement. Principalement utilisé dans le poste d'arrivage des eaux brutes avant le poste de relevage
Dégrillage (dégrillage grossier)	6-75 mm	Pour éliminer les grosses matières solides, les chiffons et les débris. Généralement utilisé dans les stations d'épuration.
Dégrillage fin	1.5-6mm	Enlever les petits solides. Suit généralement un tamis grossier
Dégrillage très fin	0.25-1.5mm	Réduire les matières en suspension au niveau du traitement primaire.

7.1.3 Dessablage

L'élimination des sables présents dans l'effluent brut est indispensable si on veut protéger les conduites et pompes contre l'abrasion et aussi éviter le colmatage des canalisations par une sédimentation au cours du traitement. La vitesse de sédimentation des particules est fonction de leur nature, de leur diamètre et de la viscosité du liquide dans lequel elles se trouvent.

C'est donc une décantation sélective des particules à haute densité. Il faut que la vitesse ascensionnelle soit inférieure à la vitesse de chute des particules et également à la vitesse transversale. Il existe divers types de dessableurs dont :

- Les dessableurs à couloirs
- Les dessableurs aérés
- Les dessableurs circulaires

Il peut s'agir de dessableurs à couloirs simples qui sont des canaux à section élargie et rectangulaire, dans lesquels la vitesse de passage est inférieure à 0,3 m/s de façon à éviter le réentraînement des particules par le courant d'eau.

7.1.4 Dégraissage, déshuilage

C'est une opération destinée à réduire les graisses et les huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface. Il est évident que les huiles et les graisses présentent de multiples inconvénients dans le traitement biologique ultérieur, tels qu'une mauvaise diffusion de l'oxygène dans le floc bactérien, le bouchage des pompes et canalisations et une acidification du milieu dans le digesteur anaérobie avec toutes les conséquences que cela peut représenter [49].

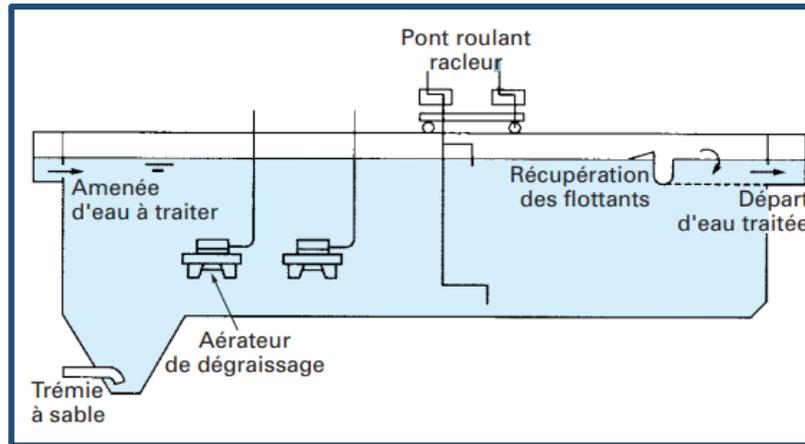


Figure 3.5 : Ouvrage de dessablage-déshuilage combinés (Omnium de Traitement et de Valorisation)

7.2 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 (qui s'oppose à la décantation).

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluants.

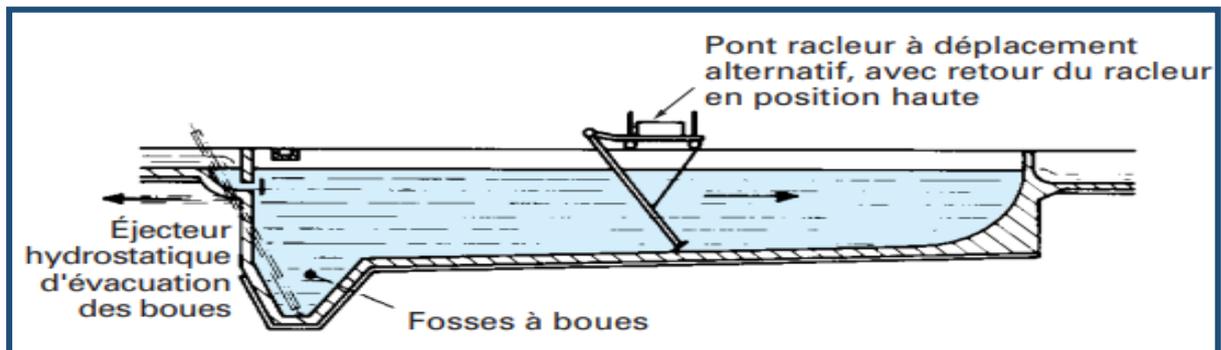


Figure 3.6 : Décanteur rectangulaire avec raclage de boues (Omnium de Traitement et de Valorisation)

7.2.1 Décantation physique (naturelle)

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en flocc 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.

7.2.2 Décantation physico-chimique

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes 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 on trouve: les floculant minéraux, les floculant organiques.[50]

7.3 Traitement biologique

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires.

Les microorganismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floes et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes.

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

7.3.1 Procédés biologiques extensifs

Les techniques dites extensives que nous allons décrire plus en détail sont des procédés qui réalisent l'épuration à l'aide de cultures fixées sur support fin ou encore à l'aide de cultures libres mais utilisant l'énergie solaire pour produire de l'oxygène par photosynthèse. Le fonctionnement de ce type d'installation sans électricité est possible, excepté pour le lagunage aéré pour lequel un apport d'énergie est nécessaire pour alimenter les aérateurs ou les matériels d'insufflation d'air.

Ces techniques se distinguent aussi des techniques évoquées précédemment par le fait que les charges surfaciques appliquées restent très faibles. La diffusion de ces techniques vers des agglomérations de taille supérieure à 500 EH est envisageable avec certaines précautions que nous rappellerons [51].

Après avoir décrit les grandes lignes du fonctionnement des cultures fixées et des cultures libres, nous détaillerons les techniques selon le plan suivant :

Cultures fixées :

- Infiltration-percolation ;
- Filtre planté à écoulement vertical ;
- Filtre planté à écoulement horizontal.

Cultures libres :

- Lagunage naturel ;
- Lagunage à macrophyte ;
- Lagunage aéré.

7.3.1.1 Cultures fixées

Les procédés d'épuration à culture fixées sur support fin consistent à faire ruisseler l'eau à traiter sur plusieurs massifs indépendants.

7.3.1.1.1 Infiltration-percolation sur sable

L'infiltration-percolation d'eaux usées est un procédé d'épuration par filtration biologique aérobie sur un milieu granulaire fin. L'eau est successivement distribuée sur plusieurs unités d'infiltration. Les charges hydrauliques sont de plusieurs centaines de litres par mètre carré de massif filtrant et par jour. L'eau à traiter est uniformément répartie à la surface du filtre qui n'est pas recouvert. La plage de distribution des eaux est maintenue à l'air libre et visible.

Une autre variante intéressante de l'épuration par le sol est constituée par les filtres à sable horizontaux ou verticaux enterrés. Ces techniques utilisées, avant tout, pour les situations relevant de l'assainissement autonome restent intéressantes pour l'assainissement autonome regroupé concernant quelques centaines d'équivalents-habitants. Pour un filtre à sable vertical enterré, un dimensionnement de $3,5 \text{ m}^2/\text{hab}$ est nécessaire et une alimentation basse pression recommandée.

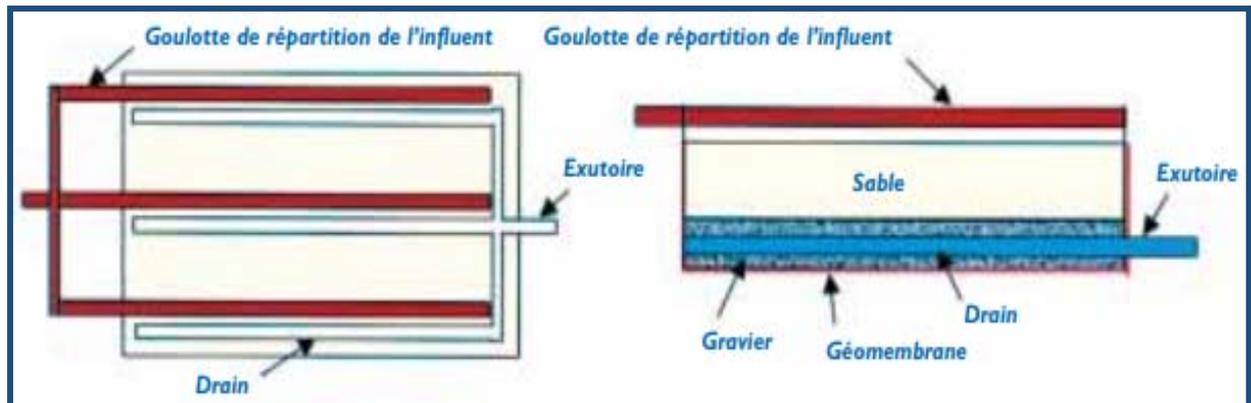


Figure 3.7 : Infiltration-percolation étanchée et drainée (Agences de l'Eau, 1993)

Bases de dimensionnement

Une station, dans laquelle l'infiltration-percolation constitue le moyen principal de traitement des eaux usées, doit comporter : un prétraitement, un ouvrage de décantation (pour les agglomérations de quelques centaines d'équivalent-habitants, une grande fosse septique toutes eaux peut être utilisée), un stockage, un système de répartition entre les bassins, un dispositif d'alimentation, les massifs filtrants et la restitution à la nappe ou le rejet. Les lits d'infiltration percolation sur sable doivent être dimensionnés comme suit: Surface = $1,5 \text{ m}^2/\text{EH}$ (qu'il s'agisse d'un lit drainé ou non-drainé).

Performances

D'excellents résultats d'élimination (en concentrations) sont obtenus par ce système :

- DBO5 inférieure à 25 mg/l ;
- DCO inférieure à 90 mg/l ;
- MES inférieures à 30 mg/l ;
- Nitrification quasi-complète ;

- Phosphore : abattement fort pendant 3-4 ans (60-70%), puis faible puis négatif après 8-10 ans ;
- Possibilité d'élimination des germes témoins de contamination fécale sous réserve de disposer d'une hauteur de matériau suffisante et d'un fonctionnement hydraulique sans cheminement préférentiel (abattement microbien > 1000). [52]

7.3.1.1.2 Les filtres plantés à écoulement vertical

Les filtres sont des excavations, étanchées du sol, remplies de couches successives de gravier ou de sable de granulométrie variable selon la qualité des eaux usées à traiter.

Contrairement à l'infiltration-percolation précédemment évoquée, l'influent brut est réparti directement, sans décantation préalable, à la surface du filtre. Il s'écoule en son sein en subissant un traitement physique (filtration), chimique (adsorption, complexation...) et biologique (biomasse fixée sur support fin). Les eaux épurées sont drainées. Les filtres sont alimentés en eaux usées brutes par bâchées. Pour un même étage, la surface de filtration est séparée en plusieurs unités permettant d'instaurer des périodes d'alimentation et de repos.

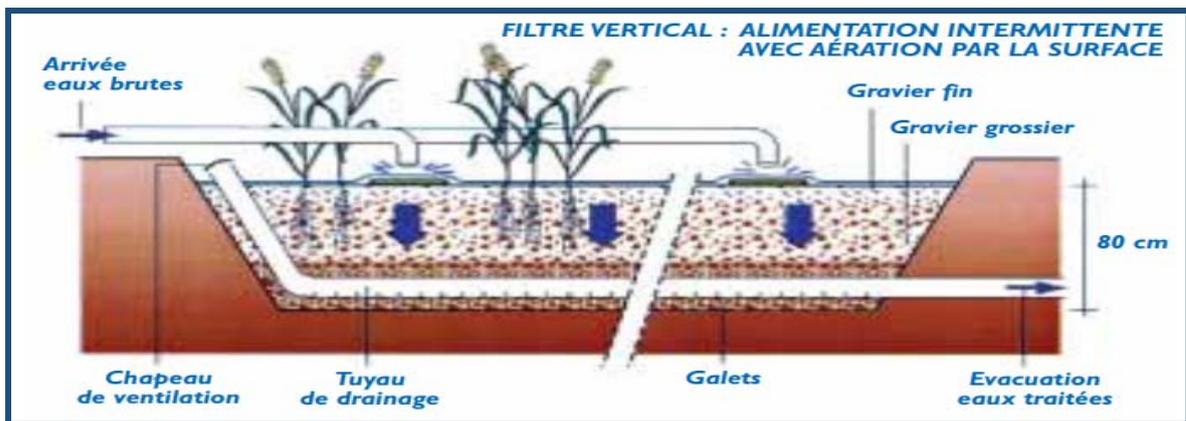


Figure 3.8 : Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical (CEMAGREF)

Le principe épuratoire repose sur le développement d'une biomasse aérobie fixée sur un sol reconstitué. L'oxygène est apporté par convection et diffusion. L'apport d'oxygène par les racinelles des plantes est, ici, négligeable par rapport aux besoins.

Bases de dimensionnement

Le dimensionnement des filtres verticaux a été établi empiriquement en définissant les charges organiques surfaciques journalières limites acceptables (20 à 25 g DBO₅ m⁻².j⁻¹ de surface totale plantée).

Le premier étage est dimensionné pour recevoir environ 40 g DBO₅ m⁻².j⁻¹ représentant ainsi 60 % de la surface totale, soit environ 1,2 m²/EH. Quand le réseau est unitaire ou partiellement unitaire, le dimensionnement du premier étage est porté à 1,5 m²/EH. Cet étage est compartimenté en un nombre de filtres multiple de 3, ce qui permet d'obtenir des périodes de repos de 2/3 du temps.

La surface du deuxième étage est généralement de 40 % de la surface totale soit environ 0,8 m²/EH. À cet étage, le temps de repos nécessaire est égal à celui du fonctionnement, nécessitant donc la mise en place d'un nombre de filtres multiple de 2 et égal au 2/3 du nombre de filtres utilisés pour le premier étage.[53]

Performances

- DBO5 £ 25 mg/l
- DCO £ 90 mg/l
- MES £ 30 mg/l
- NTK (N organique + NH₄⁺) £ 10 mg/l en général avec des pointes ne dépassant pas 20 mg/l
- Phosphore : Abattement normalement faible (dépend de la capacité d'adsorption du substrat et de l'âge de l'installation)
- Germes pathogènes : élimination limitée (abattement : 10 à 100).

7.3.1.1.3 Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal

Dans les filtres à écoulement horizontal, le massif filtrant est quasi-totalement saturé en eau. L'effluent est réparti sur toute la largeur et la hauteur du lit par un système répartiteur situé à une extrémité du bassin ; il s'écoule ensuite dans un sens principalement horizontal au travers du substrat. La plupart du temps, l'alimentation s'effectue en continu car la charge organique apportée est faible.

L'évacuation se fait par un drain placé à l'extrémité opposée du lit, au fond et enterré dans une tranchée de pierres drainantes. Ce tuyau est relié à un siphon permettant de régler la hauteur de surverse, et donc celle de l'eau dans le lit, de façon à ce qu'il soit saturé pendant la période d'alimentation. Le niveau d'eau doit être maintenu environ à 5 cm sous la surface du matériau. En effet, l'eau ne doit pas circuler au-dessus de la surface pour ne pas court-circuiter la chaîne de traitement ; il n'y a donc pas d'eau libre et pas de risque de prolifération d'insectes.

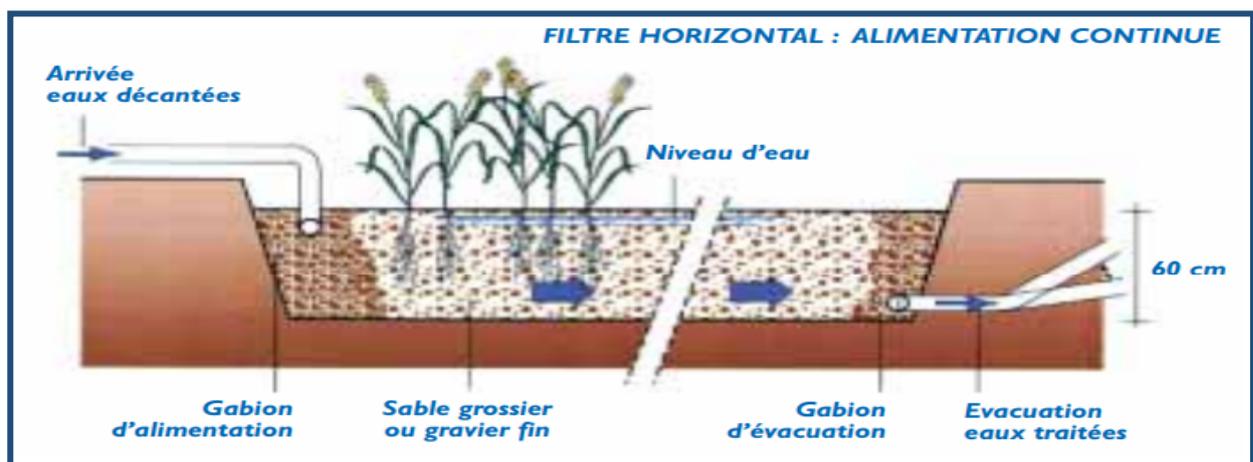


Figure 3.9 : coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal (CEMAGREF)

Bases de dimensionnement

Pour définir la surface nécessaire, les valeurs empiriques ci-après fournissent les résultats d'épuration attendus :

- Pour des concentrations initiales de l'ordre de 150 à 300 mg/l de DBO₅, les surfaces plantées sont de l'ordre de

5 m²/EH en traitement secondaire ;

- Pour des concentrations plus élevées ou pour utiliser les sols en place, ce qui est rarement recommandé, il semble préférable d'opter pour la pratique danoise qui consiste à dimensionner le filtre à 10 m²/EH ;
- En traitement d'effluents de réseaux pluviaux l'emprise est de 0,5 m²/EH.

La section du filtre doit être définie par un bureau d'études. Elle est fonction de la perméabilité initiale du matériau choisi (1 à 3.10⁻³ m/s).

La profondeur du filtre sera égale à la profondeur maximale de pénétration des racines. Cette profondeur est de 60 cm pour les phragmites.

L'hypothèse d'une amélioration notable de la conductivité hydraulique initiale, suite au développement racinaire intense des roseaux, tant en densité qu'en profondeur, n'a pas été confirmée. En fait, l'augmentation de la conductivité hydraulique grâce au développement racinaire est compensée en partie par l'accumulation de MES et de matière organique. Il est donc important que le support choisi dispose d'une perméabilité de 1 à 3.10⁻³ m/s. La plupart des sols sont donc à exclure [54].

Performances

En terme de performance sur la DBO₅ pour des concentrations d'entrée variant de 50 à 200 mg/l, et pour un dimensionnement de 3 à 5 m²/EH, des systèmes à écoulement de type horizontal et garni de gravier obtiennent des rendements de l'ordre de 70 à 90 %. Ces concentrations sont cependant trop faibles pour être considérées comme représentatives d'une eau usée urbaine et il semble plus prudent de suivre l'exemple danois.

En effet, 80 sites danois, dimensionnés à environ 10 m²/EH, obtiennent des rendements de l'ordre de 86 % sur la DBO₅ et MES, de 37 % pour l'azote total, et de 27 % sur le phosphore total.

D'une manière générale, en traitement secondaire, la nitrification est limitée mais la dénitrification est très bonne.

Les rendements sur le phosphore sont dépendants du type de sol utilisé, mais restent relativement faibles [55].

7.3.1.2 Cultures libres

Le processus d'épuration par "cultures libres" repose sur le développement d'une culture bactérienne, de type aérobie principalement. L'oxygène provient de diverses sources selon les filières.

La culture bactérienne est ensuite séparée de l'eau traitée par mécanisme de sédimentation dans un ouvrage, le plus souvent, spécifique (clarificateur, lagune de décantation...).

7.3.1.2.1 Lagunage naturel

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour, dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassins le plus communément rencontré est de 3. Cependant, utiliser une configuration avec 4 voire 6 bassins permet d'avoir une désinfection plus poussée.

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et maintien des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique.

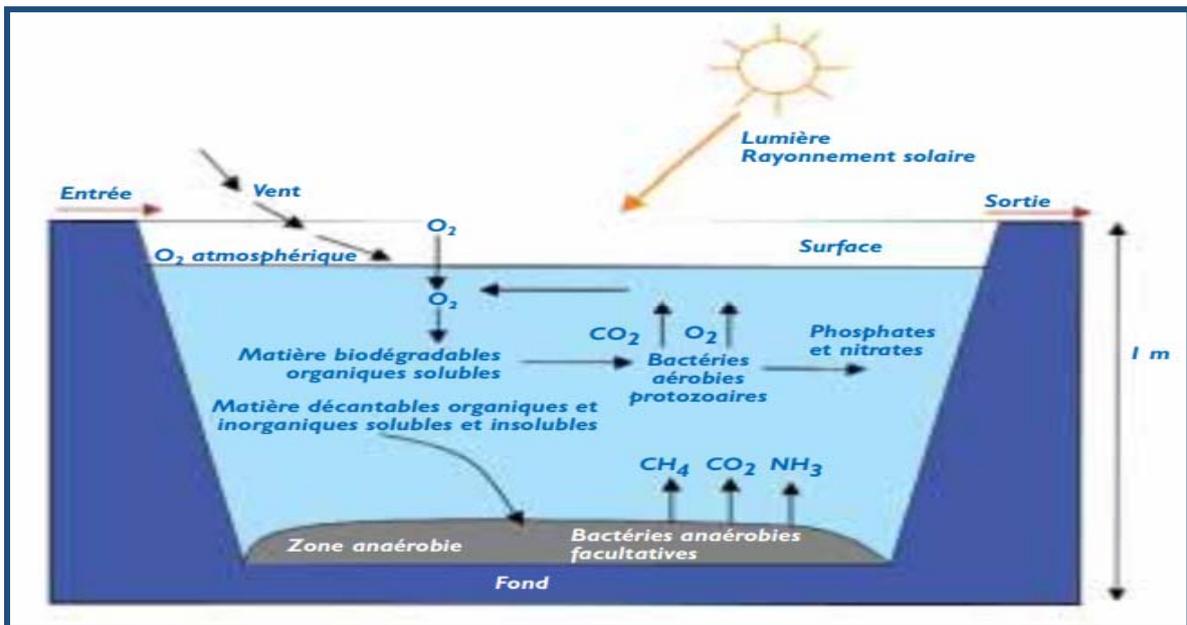


Figure 3.10 : coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal (CEMAGREF)

Le gaz carbonique formé par les bactéries, ainsi que les sels minéraux contenus dans les eaux usées, permettent aux algues de se multiplier. Il y a ainsi prolifération de deux populations interdépendantes : les bactéries et les algues planctoniques, également dénommées "microphytes". Ce cycle s'auto-entretient tant que le système reçoit de l'énergie solaire et de la matière organique.

En fond de bassin, où la lumière ne pénètre pas, ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique. Un dégagement de gaz carbonique et de méthane se produit à ce niveau.

Bases de dimensionnement

Un lagunage naturel est composé, le plus souvent, de plusieurs bassins étanches ou "lagunes à microphytes", fonctionnant en série.

L'installation de trois lagunes est fréquente et permet d'assurer un bon niveau de fiabilité de fonctionnement pour l'élimination de la matière organique. Les performances les plus élevées, en ce qui concerne la désinfection, ne sont atteintes qu'avec une compartimentation plus grande (jusqu'à six lagunes en série).

Le rôle respectif des différents bassins est le suivant :

- le premier permet, avant tout, l'abattement de la charge polluante carbonée ;
- le second permet l'abattement de l'azote et du phosphore;
- le troisième affine le traitement et fiabilise le système, en cas de dysfonctionnement d'un bassin amont ou lors d'une opération d'entretien .

La charge surfacique appliquée journalière est de l'ordre de 4,5 g DBO5 par m² de surface totale, ce qui correspond à une surface de plans d'eau de l'ordre de 10 à 15 m²/ EH [55].

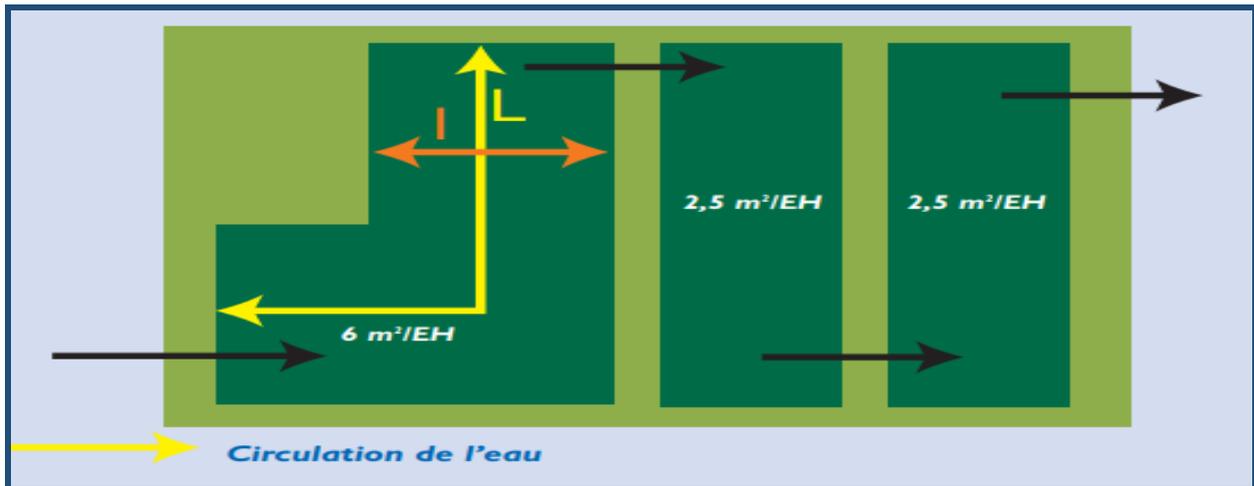


Figure 3.11 : Emprise au sol d'un lagunage naturel

(Agence de l'Eau Seine-Normandie, CEMAGREF - 1998)

Performances

Les rendements, calculés sur les flux de matière organique, atteignent en moyenne près de 70 % (plus de 85 % en ne prenant en compte que la DCO filtrée en sortie, brute en entrée), ce qui correspond à une concentration en DCO filtrée de 125 mg/l. De plus, le débit, et donc le flux rejeté, est souvent réduit en été (-50 %) par l'évapotranspiration.

Les concentrations en azote total au niveau du rejet sont très faibles en été, mais peuvent atteindre plusieurs dizaines de mg/l (exprimés en N) en hiver.

L'abattement du phosphore est remarquable les premières années (³ 60 %), puis diminue pour atteindre un rendement nul au bout de 20 ans environ. Cette baisse est due à un relargage du phosphore depuis la vase du fond. Les conditions initiales seront restaurées par le curage des bassins (lorsque le milieu est sensible au phosphore, le curage doit avoir lieu au terme d'un délai plus court que les 10-12 ans généralement estimés et sur l'ensemble des lagunes).

La désinfection est importante, particulièrement en été (abattement > 10.000). Cette performance est liée au long temps de séjour de l'effluent (de l'ordre de 70 jours pour un traitement complet), à la compétition biologique et aux ultraviolets solaires.

7.3.1.2.2 Lagunage à macrophytes

Les lagunes à macrophytes reproduisent des zones humides naturelles comportant une tranche d'eau libre, tout en essayant de mettre en valeur les intérêts des écosystèmes naturels. Elles sont peu utilisées en Europe, mais sont souvent réalisées pour des traitements tertiaires à la suite de lagunage naturel, de lagunes facultatives ou de lagunage aéré aux Etats-Unis. Cette filière est généralement utilisée en vue d'améliorer le traitement (sur les paramètres DBO5 ou MES) ou de l'affiner (nutriments, métaux,...).

Cependant l'utilisation d'une lagune de finition à microphytes permettra d'obtenir de meilleurs rendements et sera plus commode d'entretien.

7.3.1.2.3 Lagunage aéré

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. La consommation en énergie des deux filières est, à capacité équivalente, comparable (1,8 à 2 kW/kg DBO5 éliminée).

Dans l'**étage d'aération**, les eaux à traiter sont en présence de micro-organismes qui vont consommer et assimiler les nutriments constitués par la pollution à éliminer. Ces micro-organismes sont essentiellement des bactéries et des champignons (comparables à ceux présents dans les stations à boues activées).

Dans l'**étage de décantation**, les matières en suspension que sont les amas de micro-organismes et de particules piégées, décantent pour former les boues. Ces boues sont pompées régulièrement ou enlevées du bassin lorsqu'elles constituent un volume trop important. Cet étage de décantation est constitué d'une simple lagune de décantation, voire, ce qui est préférable, de deux bassins qu'il est possible de by-passer séparément pour procéder à leur curage.

En lagunage aéré, la population bactérienne sans recirculation conduit :

- à une densité de bactéries faible et à un temps de traitement important pour obtenir le niveau de qualité requis ;
- à une floculation peu importante des bactéries, ce qui contraint à la mise en place d'une lagune de décantation largement dimensionnée.

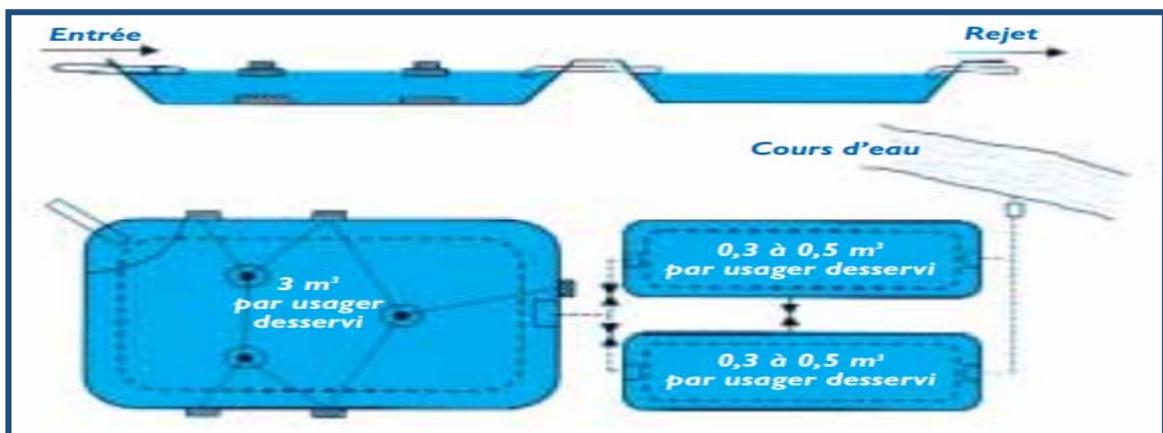


Figure 3.12 : Schéma de principe d'un lagunage aéré (d'après Agences de l'Eau, CTGREF)

Bases de dimensionnement

Il faut prévoir une surface comprise entre 1,5 à 3 m² par usager.

Tableau 3.2 : Base de dimensionnement pour les lagunes aérées.

Paramètre	Base de dimensionnement
Temps de séjour	20 jours (temps de séjours réduit, en fait, à une quinzaine de jours après quelques années de fonctionnement suite au volume occupé par les dépôts de matières en suspension => il ne faut donc pas chercher à réduire ce temps de séjour lors de la conception).
Volume	3 m ³ par usager desservi.
Profondeur	2 à 3,50 m avec des aérateurs de surface (les turbines rapides de 4 kW correspondent à des profondeurs de l'ordre de 2,5 m, celles de 5,5 kW sont utilisées avec des profondeurs comprises entre 2,5 et 3) > 4,00 m possible avec insufflation d'air
Forme du bassin	Un carré autour de chaque aérateur
Puissance spécifique d'aération	Les besoins en oxygène sont de l'ordre de 2 kg O ₂ / kg DBO ₅ . Pour limiter les dépôts à un volume ne perturbant pas le traitement et, par ailleurs, prévenir la formation d'algues microscopiques, il est nécessaire de sur-dimensionner les aérateurs et d'utiliser une puissance comprise entre 5 et 6 W/m ³ . En fonctionnement, il est toujours possible de réduire le temps de marche de ces aérateurs par rapport aux temps de marche des aérateurs de puissance moindre, ce qui permet de limiter les surcoûts de fonctionnement.

Tableau 3.3 : Base de dimensionnement pour la lagune de décantation

Paramètre	Base de dimensionnement
volume	0,6 à 1 m ³ par usager desservi (2 bassins de 0,3 à 0,5 m ³ /EH)
Forme du bassin	rectangulaire avec un rapport largeur / longueur égal à 2/1 ou 3/1
Profondeur	2 m afin de laisser un mètre d'eau libre avant soutirage des boues.

L'emploi de deux lagunes de décantation et fonctionnant en alternance facilite l'extraction des boues, qui doit avoir lieu tous les deux ans.

Performances

Le niveau de qualité de l'effluent est bon pour la matière organique : plus de 80 % d'abattement. Pour les nutriments, l'élimination reste limitée à l'assimilation bactérienne et reste de l'ordre de 25-30 %. La filière se prête aisément à l'apport complémentaire d'adjuvants physico-chimiques en vue d'éliminer les orthophosphates [56].

7.3.2 Éléments pour les choix techniques

Les techniques d'épuration répondant à la terminologie des “filières extensives” sont sommairement résumées dans le tableau ci-dessous qui fait apparaître pour certaines, la nécessité d'un traitement primaire amont et pour d'autres, l'usage exclusif en traitement de finition (ou tertiaire).

Tableau 3.4 : Techniques d'épuration extensives

Filière Classique	Traitement primaire	Traitement secondaire	Traitement tertiaire
Infiltration - percolation	Décanteur digesteur	Infiltration - percolation	
Filtres plantés à écoulement vertical	Nécessaire (des filtres plantés à écoulement vertical peuvent être utilisés pour assurer ce traitement primaire)	Filtres plantés à écoulement vertical (1 ^{er} étage)	Filtres plantés à écoulement vertical (2 ^{ème} étage)
Filtres plantés à écoulement horizontal	Décanteur digesteur	Filtres plantés à écoulement horizontal	
Lagunage naturel	1 ^{er} bassin de lagunage	2 ^{ème} bassin de lagunage	3 ^{ème} bassin de lagunage
Lagunage à macrophytes	Déconseillé	Déconseillé	Un ou plusieurs bassins
Lagunage aéré	Lagune aérée + lagune de décantation		Lagune de finition
Systèmes mixtes	1 ^{er} bassin de lagunage, 2 ^{ème} bassin de lagunage		Infiltration - percolation
	Lagune aérée + lagune de décantation		Infiltration - percolation
	Filtres plantés à écoulement vertical + Filtres plantés à écoulement horizontal		

La plupart d'entre elles assurent, une élimination non négligeable d'un des paramètres caractéristiques du traitement tertiaire (azote, phosphore ou germes témoins de contamination fécale) selon des niveaux variables et précisés ci-après dans le tableau 3.5.

7.3.2.1 Qualité des rejets

L'efficacité des filières extensives selon les paramètres est présentée ci-après :

Tableau 3.5 : Efficacité des filières extensives selon les paramètres.

Paramètres	MO	NTK	N Global	P total	Désinfection bactériologique
Infiltration - percolation	Oui	Oui	Non	Non	Si dimensionnement spécifique
Filtres plantés à écoulement vertical	Oui	Oui	Non	Non	Non
Filtres plantés à écoulement horizontal	Oui	Mauvaise nitrification	Bonne dénitrification	Non	Non
Lagunage naturel	Moyen	Oui	Oui	Oui, les premières années	Oui
Lagunage à macrophytes	Moyen	Oui	Oui	Oui, les premières années	Oui
Lagunage aéré	Moyen	Moyen	Non	Non	Non

7.3.2.2 Avantages et inconvénients

Le choix va donc se faire au regard des avantages et des inconvénients des différentes techniques dont voici un tableau récapitulatif :

Tableau 3.6 : Récapitulatif des avantages et inconvénients des filières extensives

Filière	Avantages	Inconvénients
Infiltration-percolation sur sable	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Excellents résultats sur la DBO₅, la DCO, les MES et nitrification poussée ; ➤ Superficie nécessaire bien moindre que pour un lagunage naturel ; ➤ Capacité de décontamination intéressante. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nécessité d'un ouvrage de décantation primaire efficace ; ➤ Risque de colmatage à gérer ; ➤ Nécessité d'avoir à disposition de grandes quantités de sables ; ➤ Adaptation limitée aux surcharges hydrauliques.
Filtres plantés à écoulement vertical	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilité et faible coût d'exploitation. Aucune consommation énergétique si la topographie le permet ; ➤ Traitement des eaux usées domestiques brutes ; ➤ Gestion réduite au minimum des dépôts organiques retenus sur les filtres du 1^{er} étage ; ➤ Bonne adaptation aux variations saisonnières de population. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exploitation régulière, faucardage annuel de la partie aérienne des roseaux, désherbage manuel avant la prédominance des roseaux ; ➤ Utiliser cette filière pour des capacités supérieures à 2 000 EH reste très délicat pour des questions de maîtrise de l'hydraulique et de coût par rapport aux filières classiques ; ➤ Risque de présence d'insectes ou de rongeurs ;

<p>Filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Faible consommation énergétique ; ➤ Pas de nuisance sonore et bonne intégration paysagère ; ➤ Aucune nécessité d'une qualification poussée pour l'entretien ; ➤ Bonne réaction aux variations de charge. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forte emprise au sol, abords compris. Celle-ci est de l'ordre de 10 m²/EH (équivalente à l'emprise d'une lagune naturelle). ➤ Une installation pour des tailles de 2000 à 15 000 EH peut s'envisager sous réserve d'une réflexion poussée des conditions d'adaptation des bases de dimensionnement et de l'assurance de la maîtrise de l'hydraulique
<p>Lagunage naturel</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Un apport d'énergie n'est pas nécessaire si le dénivelé est favorable ; ➤ L'exploitation reste légère mais, si le curage global n'est pas réalisé à temps, les performances de la lagune chutent très sensiblement ; ➤ Élimine une grande partie des nutriments : phosphore et azote (en été). ➤ Faibles rejets et bonne élimination des germes pathogènes en été ; ➤ S'adapte bien aux fortes variations de charge hydraulique ; ➤ Pas de construction "en dur", génie civil simple ; ➤ Bonne intégration paysagère ; ➤ Bon outil pour l'initiation à la nature ; ➤ Absence de nuisance sonore ; ➤ Les boues de curage sont bien stabilisées sauf celles présentes en tête du premier bassin. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forte emprise au sol (10 à 15 m²/EH); ➤ Coût d'investissement très dépendant de la nature du sous-sol. Dans un terrain sableux ou instable, il est préférable de ne pas se tourner vers ce type de lagune ; ➤ Performances moindres que les procédés intensifs sur la matière organique. Cependant, le rejet de matière organique s'effectue sous forme d'algues, ce qui est moins néfaste qu'une matière organique dissoute pour l'oxygénation du milieu en aval ; ➤ Qualité du rejet variable selon les saisons ; ➤ La maîtrise de l'équilibre biologique et des processus épuratoires reste limitée.
<p>Lagunage aéré</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tolérant aux variations de charges hydrauliques et/ou organiques importantes ; • Tolérant aux effluents très concentrés ; • Tolérant aux effluents déséquilibrés en nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées) ; • Traitement conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables. • Bonne intégration paysagère ; • Boues stabilisées. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres ; • Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé ; • Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération ; • Forte consommation énergétique.

7.3.3 Techniques intensives classiques

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

Trois grands types de procédés sont utilisés :

- les lits bactériens et disques biologiques ;
- les boues activées ;
- les techniques de bio-filtration ou filtration biologique accélérée.

7.3.3.1 Lit bactérien

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 (Fig. 3.13).

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.

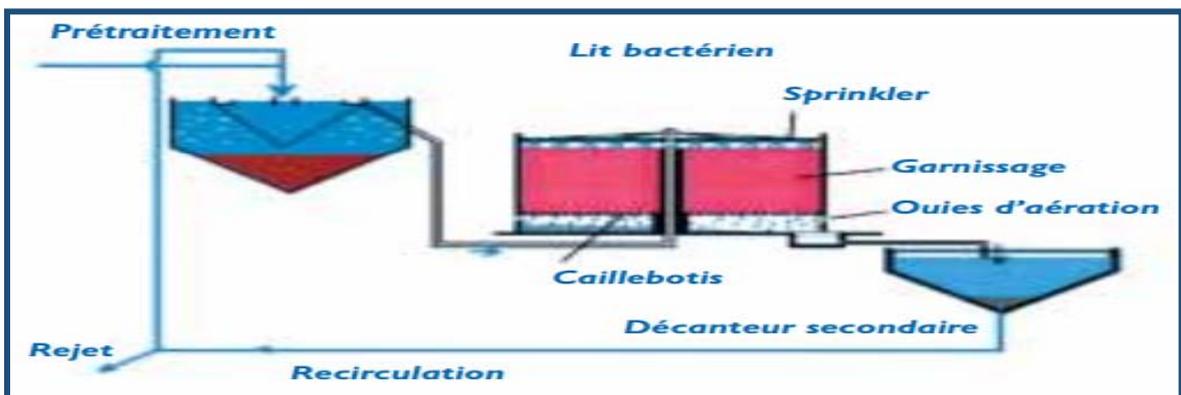


Figure 3.13 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien (d'après site internet de Cartel : <http://www.cartelau.org> - rubrique guide des services)

Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux.

Tableau 3.7 : Dimensionnement des lits bactériens (Document technique FNDAE n°22)

Objectif de rejet	Type de garnissage	Charge organique maximum (kg DBO ₅ /m ³ .j)	Hauteur de matériau minimum (m)	Charge hydraulique minimum (m/h)	Taux de recirculation minimum
35 mg DBO ₅ /l	Traditionnel	0,7	2,5	1,0	2,0
	Plastique	0,7	4,0	2,2	2,0
25 mg DBO ₅ /l	Traditionnel	0,4	2,5	0,7	2,5
	Plastique	0,4	5,0	1,8	2,5

7.3.3.2 Disques biologiques

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants (Fig. 3.14).

Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.

Il convient, sur ce type d'installation, de s'assurer :

- de la fiabilité mécanique de l'armature (entraînement à démarrage progressif, bonne fixation du support sur l'axe),
- du dimensionnement de la surface des disques (celui-ci doit être réalisé avec des marges de sécurité importantes).

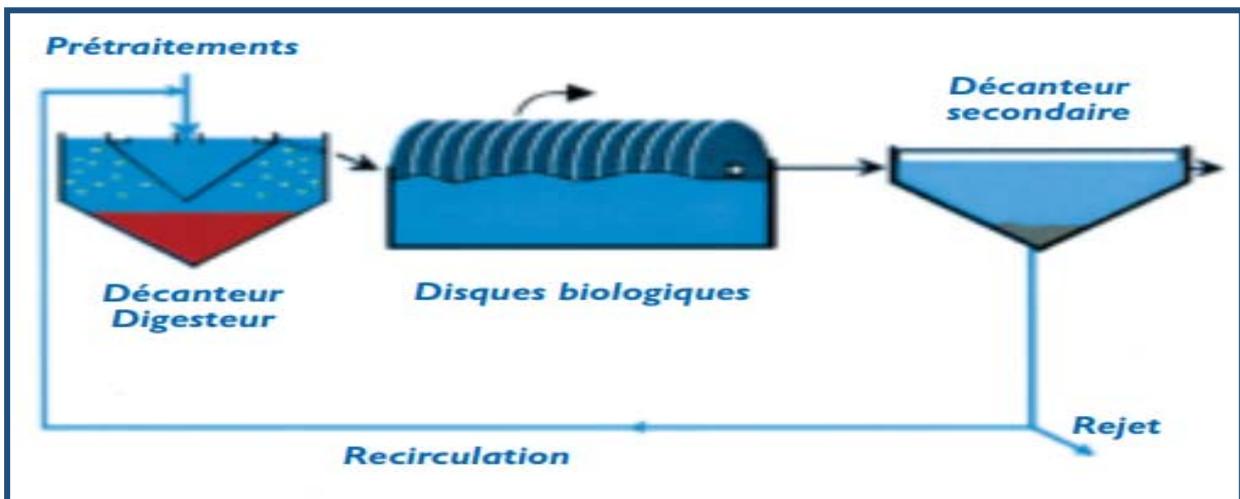


Figure 3.14 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique (d'après site internet de Cartel : <http://www..carteleau.org> - rubrique guide des services)

Tableau 3.8 : Dimensionnement des disques biologiques (Document technique FNDAE n°22)

Objectif de rejet	Charge organique à appliquer (après décantation primaire)
35 mg DBO ₅ /l	9 g DBO ₅ /m ² .j
25 mg DBO ₅ /l	7 g DBO ₅ /m ² .j

Ainsi, pour une filière type à 1.000 EH et en appliquant une charge organique de 9g DBO₅/m².j, la surface développée utile est de 3900 m².

D'autres procédés à cultures fixées, tels que les bio-filtres, sont plutôt adaptés aux plus grandes collectivités bénéficiant de gros moyens techniques et humains et souffrant d'une pression foncière très élevée. Par conséquent, ils ne seront pas détaillés dans ce guide [50].

7.3.3.3 Boues activées (culture libre)

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'autoépuration que l'on rencontre dans les milieux naturels (cf. schéma ci-dessous).

Le procédé "boues activées" consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquides, bactériologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ensuite, les phases "eaux épurées" et "boues épuratrices" sont séparées.

Une installation de ce type comprend les étapes suivantes :

- les traitements préliminaire et, éventuellement, primaire ;
- le bassin d'activation (ou bassin d'aération) ;
- le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues ;
- l'évacuation des eaux traitées ;
- les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs.

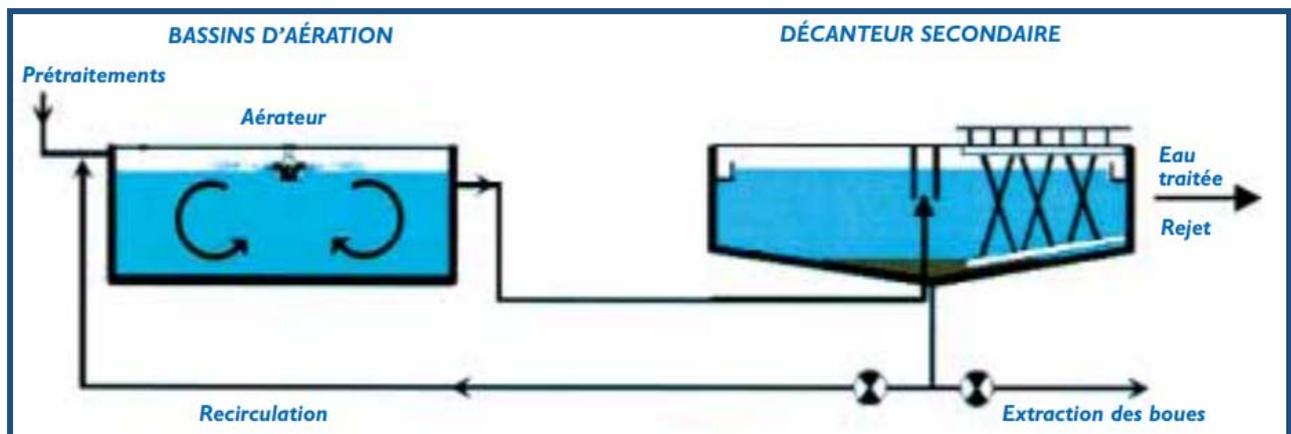


Figure 3.15 : Synoptique d'une boue activée - aération prolongée (d'après site internet de Cartel : <http://www..carteleau.org> - rubrique guide des services)

Paramètres de fonctionnement des stations à boues activées

Le procédé à boues activées est défini par les paramètres suivants :

- La charge massique (Cm) ;
- La charge volumique (Cv) ;
- Age des boues ;
- Indice de Mohlman ;
- Besoin en oxygène ;

7.3.4 Avantages et inconvénients des différentes filières intensives

Le tableau 3.9, résume les principaux avantages et inconvénients des différentes filières adoptant les procédés intensives.

Tableau 3.9 : Avantages et inconvénients des filières intensives (d'après le site internet de Cartel - <http://www.carteleau.org> - rubrique guide des services)

Filière	Avantages	Inconvénients
Lit bactérien et disque biologique	<ul style="list-style-type: none"> ➤ faible consommation d'énergie ; ➤ fonctionnement simple demandant moins d'entretien et de contrôle que la technique des boues activées ; ➤ bonne décantation des boues ; ➤ plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées ; ➤ généralement adaptés pour les petites collectivités ; ➤ résistance au froid (les disques sont toujours protégés par des capots ou par un petit bâtiment). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ performances généralement plus faibles qu'une technique par boues activées. Cela tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception. Un dimensionnement plus réaliste doit permettre d'atteindre des qualités d'eau traitée satisfaisantes ; ➤ coûts d'investissement assez élevés (peuvent être supérieurs d'environ 20 % par rapport à une boue activée) ; ➤ nécessité de prétraitements efficaces ; ➤ sensibilité au colmatage ; ➤ ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.
Boue activée	<ul style="list-style-type: none"> ➤ adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites) ; ➤ bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, N par nitrification et dénitrification) ; ➤ adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ; ➤ boues (cf. glossaire) légèrement stabilisées ; ➤ facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ coûts d'investissement assez importants ; ➤ consommation énergétique importante ; ➤ nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ; ➤ sensibilité aux surcharges hydrauliques ; ➤ décantation des boues pas toujours aisée à maîtriser ; ➤ forte production de boues qu'il faut concentrer.

7.4 Traitement tertiaire

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestique, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaire qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitement tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs.

Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations suivantes :

- La nitrification-dénitrification et déphosphatation biologique ou mixte (biologique et physico-chimique).
- La désinfection bactériologique et virologique.

7.4.1 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. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions, "strippage" de l'ammoniaque, mais ces traitement ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût.

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes.

a. Nitrification

La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes : - Nitrosation : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas) . - Nitration : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter). 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.

b. 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 d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milie

7.4.2 Élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", 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.

7.4.3 Élimination et traitement des odeurs

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent 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 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.

7.4.4 Désinfection

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par:

a. Chlore

C'est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec le micro-organisme. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont: le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium (NaClO) appelé communément " eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), le chlore de chaux ($\text{CaCl}_2\text{OCl}_2$) et le chlorite de sodium (NaClO_2).

b. Ozone (O_3)

C'est un oxydant puissant, la désinfection par l' O_3 est utilisée aux États Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité.

Il existe aussi des traitements physiques tel que :

a. Rayons ultraviolets

Qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

b. Filtration

C'est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. Qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane, cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée [57].

7.4.5 Traitement des boues

Les boues constituant le résidu principal des stations d'épuration. Le traitement des boues représente 30% de l'investissement dans la construction d'une station d'épuration.

Les stratégies de traitement des boues suivent les trois principales lignes de force suivantes:

- Minimiser le volume à évacué en éliminant l'eau,
- Minimiser les nuisances olfactives et pathogéniques en stabilisant, voire en hygienisant les boues,
- Faciliter le transport, la manutention et le stockage en améliorant la texture de la boue

a. Épaississement

L'épaississement, première étape du traitement de boues, permet d'augmenter la concentration pour le bon fonctionnement des installations à l'aval.

Il peut être statique (gravitaire) ou dynamique (table d'égouttage, flottation, centrifugation).

b. Lits de séchage

Le procédé ne nécessite pas un conditionnement chimique au préalable. C'est une filtration et évaporation naturelles de la boue sur une aire de séchage. C'est une technique applicable à des boues d'aération prolongée ou digérées sa structure est de 8 × 20 m environ : bicouche sable + gravillons. Au moins 4 cellules sont à prévoir afin de fonctionner en 2 phases de remplissage/séchage [58].

8 Conclusion

Grâce aux procédés de traitements, il est possible d'obtenir d'une eau usée toute une gamme d'eaux de qualités différentes.

L'épuration des eaux usées comporte plusieurs étapes. L'étape primaire est constituée par un prétraitement et une décantation primaire. L'étape secondaire associe l'épuration biologique et la décantation secondaire. Lorsqu'il y a nécessité, un étage tertiaire est ajouté. Tous ces procédés produisent des déchets (boues) qui grâce à la chaîne de traitement des boues seront utilisés ou rejetés.

Les traitements qui existent peuvent réduire les concentrations des polluants sous toutes leurs formes, à des niveaux qui sont considérés comme non dangereux pour la réutilisation ou l'injection dans les milieux naturels récepteurs.

Chapitre 4

Inventaire et traitement des données

1 Introduction

Actuellement en Algérie, l'Office National de l'Assainissement (ONA) prend en charge la gestion des systèmes d'assainissement de 1 147 communes, le reste des communes sont gérées soit par les régies communales en attendant le transfert de ces communes à l'ONA, soit par des sociétés par actions créées dans le cadre de la gestion déléguée du service public de l'eau et de l'assainissement telles que SEAAL pour Alger, SEAOR pour Oran, SEACO pour Constantine.

Ces réseaux font l'objet de visites et de curages périodiques. L'entretien des ouvrages annexes comprend notamment le curage des bouches d'égout, l'entretien des bassins de retenue, des déversoirs d'orage, des postes de relèvement des eaux usées et des branchements.

L'épuration des eaux usées constitue un axe stratégique pour l'équilibre hydrique et écologique. Par conséquent, d'importants programmes de réalisation de stations d'épuration ont été conçus et lancés pour protéger la ressource et le littoral, d'autant que l'Algérie a ratifié la convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée.

L'ONA exploite 154 stations d'épuration (75 stations de lagunage, 76 stations de type boues activées et 03 filtres plantés) réparties sur l'ensemble du territoire national. Les procédés les plus répandus utilisés sont à boues activées et à lagunage naturel. Toutes les stations à boues activées disposent de laboratoire de contrôle. [59]

2 Présentation de l'Office National de l'Assainissement

Placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n°01-102 du 21 Avril 2001.

L'ONA se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics, nationaux, régionaux et locaux en charge du service public de l'assainissement, notamment :

- ✓ L'Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement ;
- ✓ Les établissements publics nationaux à compétence régionale de gestion de l'assainissement ;
- ✓ Les EPEDEMIA de wilaya ; les régies et services communaux de gestion des systèmes d'assainissement.

L'ONA est doté d'un Conseil d'Orientation et de Surveillance et est dirigé par un Directeur Général.

Elle est composée de six directions centrales chargées respectivement de l'administration et des finances, des ressources humaines et de la formation, de l'exploitation et de la maintenance, des études et travaux, du patrimoine et des moyens généraux et enfin de la réglementation et de la gestion déléguée. [60]

Dans sa gestion, l'ONA est répartie en trois (03) directions d'assainissement, treize (13) zones, 44 unités d'assainissement implantées à travers 44 wilayas, 165 centres d'assainissement et deux (02) unités de travaux et réhabilitations. [61]

Les directions de l'ONA à travers le territoire national :

1. Direction de l'Assainissement d'Ouargla
2. Direction de l'Assainissement d'El Oued
3. Direction de l'Assainissement d'Oued Righ

Les principales zones existantes à travers toute l'Algérie :

1. Zone d'Alger
2. Zone de Sétif
3. Zone de Tizi Ouzou
4. Zone de Chlef
5. Zone de Tiaret
6. Zone d'Oran
7. Zone de Constantine
8. Zone de Batna
9. Zone d'Annaba
10. Zone de Laghouat
11. Zone de Bechar
12. Zone de Tamanrasset
13. Zone de Saïda

Tableau 4.1 : Nouvelle organisation territoriale de l'ONA.

Zones	Unités	Zones	Unités
Annaba	Annaba	Saida	Saida
	El Tarf		El Bayadh
	Guelma		Nâama
	Souk Ahras	Oran	Sidi Bel Abbes
	Tébessa		Tlemcen
Alger	Boumerdès		Ain Témouchent
	Blida		Mascara
	Médéa	Mostaganem	
Constantine	Jijel	Batna	Batna
	Skikda		Biskra
	Mila		Ouled Djellal
Sétif	Sétif		Khenchela
	Bordj Bou Arréridj		Oum El Bouaghi
	M'sila	Laghouat	Laghouat
Tizi Ouzou	Tizi-Ouzou		Djelfa
	Béjaia		Ghardaïa
	Bouira	Tamanrasset	Tamanrasset
Chlef	Chlef		Illizi
	Ain Defla	Béchar	Béchar
	Relizane		Adrar
Tiaret	Tiaret		Tindouf
	Tissemsilt		

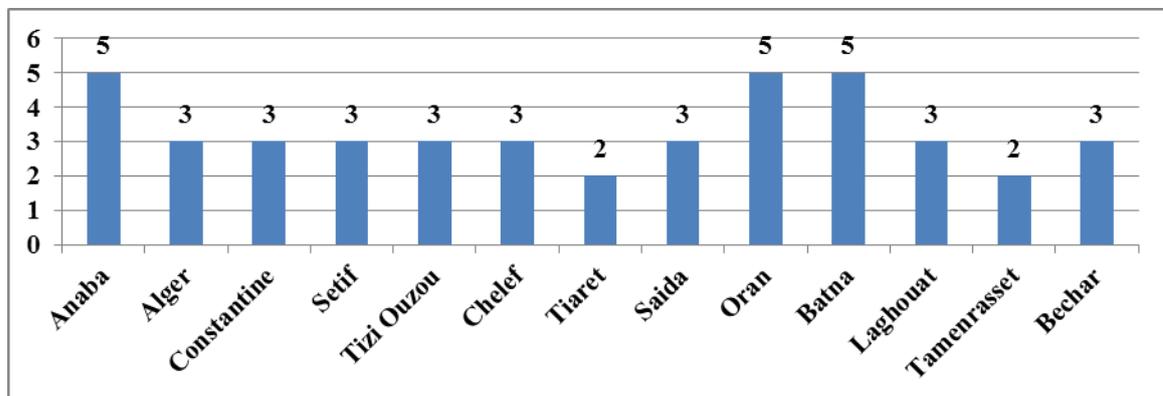


Figure 4.1 : Répartition des unité de l'ONA par zones géographiques

3.1 Exploitation des stations de relevage

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait en général par gravité, c'est-à-dire sous l'effet de leur poids. Il peut parfois s'effectuer par refoulement, sous pression ou sous dépression. Lorsque la configuration du terrain ne permet pas un écoulement satisfaisant des eaux collectées, on a recours à différents procédés (pompage et stations de relevage). [63]

À la fin du mois d'Octobre 2019, l'ONA assurait la gestion et exploitation de **499 stations de relevage et de drainage**. Le volume des eaux usées relevées, pour cette période est de **24 millions m³** avec un cumule de **268 millions de m³**.

La région d'étude (OCC) comporte **42 stations de relevage (2 166 098 m³)**

- Zone d'Oran : **29** stations de relevage ;
- Zone de Tiaret : **05** stations de relevage ;
- Zone de Saida : **08** stations de relevage.

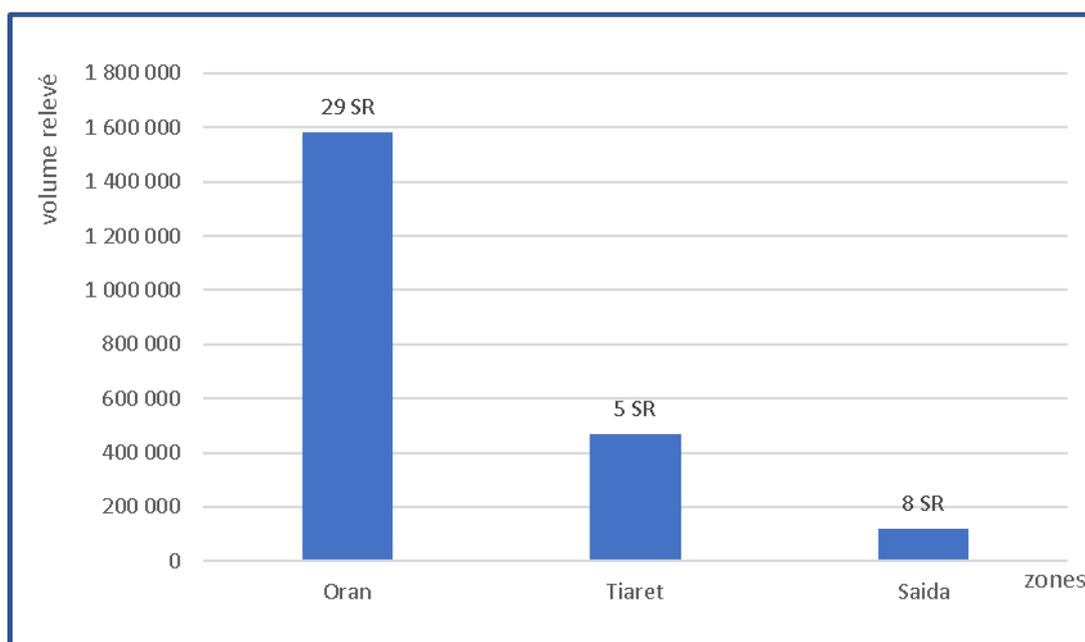


Figure 4.3 : Répartition du volume des eaux usées relevées par zones durant le mois d'Octobre 2019

3.2 Exploitation des Stations d'épuration

A fin de janvier 2020, l'ONA assure la gestion et l'exploitation de **154 stations d'épuration**, dont :

- **76** stations de type boues activées.
- **75** stations par lagunage naturel ou aéré.
- **03** filtres plantés.

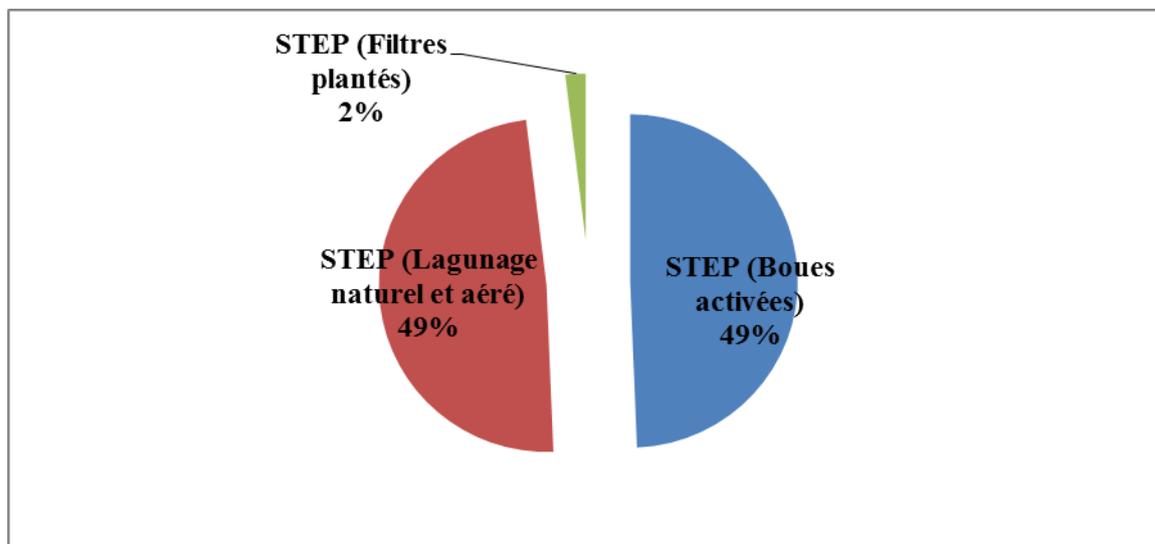


Figure 4.4 : Répartition des STEP gérées par l'ONA

La répartition des STEP en fonction du mode opératoire est équilibrée entre l'épuration par lagunage (naturel ou aéré) et l'épuration par boues activées.

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.** [63]

Le taux moyen d'utilisation des capacités installées des **154 STEP** est de **42 %.**

La région d'étude (OCC) compte **67** stations d'épurations de **4 769 044** Équivalent-habitants, soit un débit nominal de **726 125 m³/j.** dont :

- **65** stations d'épurations sont gérées par l'ONA :
 - **19** stations de type boues activées.
 - **30** stations par lagunage naturel.
 - **16** stations par lagunage aéré.
- **02** stations d'épurations, type boues activées (Karma, Cap Falcon) sont gérées par SEAOR pour la one d'Oran.

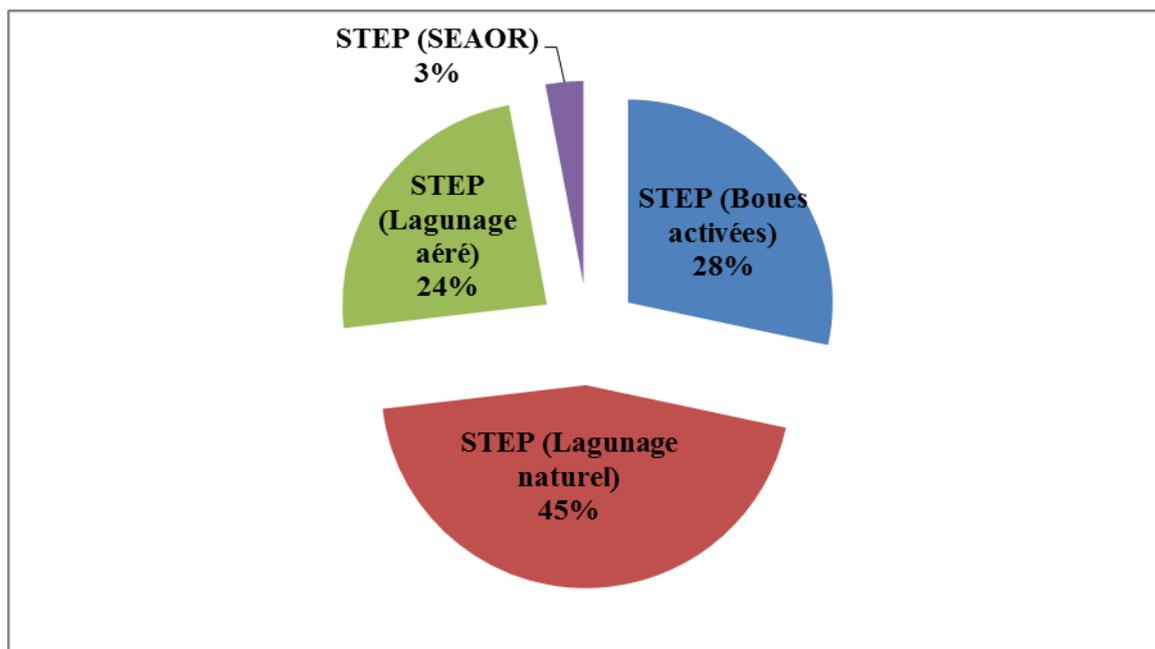


Figure 4.5 : Répartition des STEP dans la région d'étude (OCC)

D'après la figure 4.5, nous constatons que pour la région d'étude (OCC), le mode épuratoire le plus utilisé et l'épuration par lagunage naturel (45%).

Au cours de l'année 2019 plus de **94** millions de m³ d'eaux usées ont été traitées par les **67 STEP** gérées par (l'ONA, SEAOR), Le taux moyen d'utilisation des capacités installées des **67 STEP** est de **75%** (charge hydraulique).

- **50%** pour **65 stations**. (gérées par l'ONA)
- **100%** pour **02 stations**. (gérées par SEAOR)

Tableau 4.2 : Nombre de stations en fonction du taux d'utilisation de la STEP.

Taux moyen d'utilisation	Nombre de stations (STEP)
Taux < 25%,	05 stations
$25 \leq \text{Taux} < 50$	09 stations
$50 \leq \text{Taux} < 100$	47 stations
Taux ≥ 100	01 station
À l'arrêt	05 stations

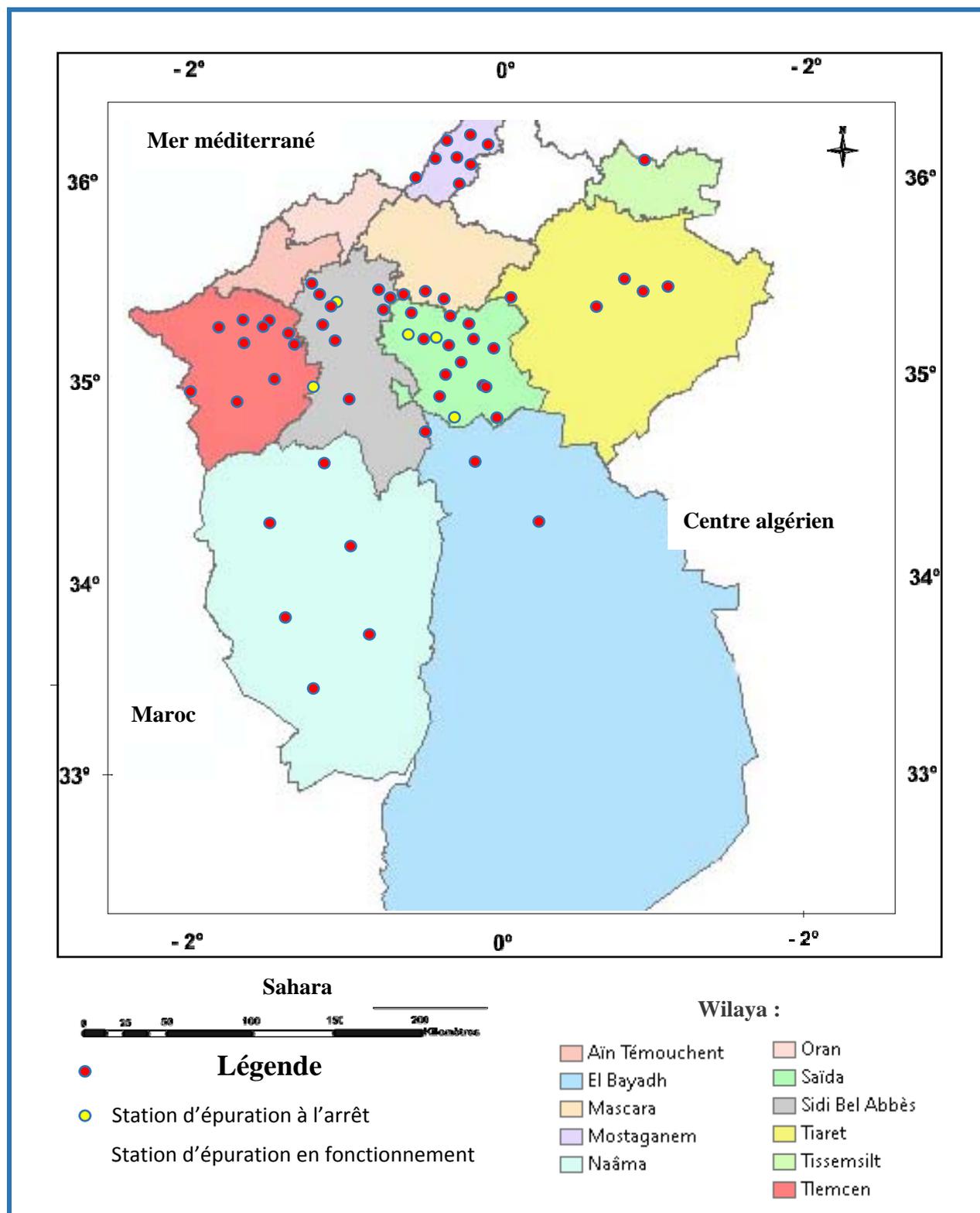


Figure 4.6 : Localisations des STEP dans la région d'étude

Tableau 4.3 : Rendements épuratoires des STEP durant l'année 2019

zone	Unité	Step	Procédé épuratoire	charge moyenne 2019 entrée			charge moyenne 2019 sortie			Rendement épuratoire		
				MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (%)	DBO5 (%)	DCO (%)
oran	Ain Témouchent	Hassi El Ghella	Lagunage Naturel	173.55	208.84	326.48	38.40	12.96	55.40	77.87	93.79	83.03
		El Mallah	Lagunage Naturel	445.45	374.34	872.65	144.31	41.57	165.49	67.60	88.90	81.04
		El Amria	Lagunage Naturel	409.55	358.26	691.50	59.62	20.34	119.15	85.44	94.32	82.77
		Aïn Larbaâ	Lagunage Naturel	204.00	158.33	370.58	97.19	31.45	137.50	52.36	80.14	62.90
		Emir Abdelkader	Lagunage Naturel	276.01	246.96	557.37	86.95	33.27	163.51	68.50	86.53	70.66
		Sidi Safi	Lagunage Naturel	319.36	301.16	719.75	79.62	44.00	152.02	75.07	85.39	78.88
		Bouzedjar	Boue Activées (Faible Charge)	179.61	162.94	322.84	5.84	2.74	52.34	96.75	98.32	83.79
		Ain Témouchent	Boue Activées (Faible Charge)	454.01	537.47	1024.15	28.88	16.09	68.48	93.64	97.01	93.31
		Ain Tolba	Oxydation Alternée (Faible Charge)	392.44	382.40	795.85	165.10	26.70	124.53	57.93	93.02	84.35
		Total Unité	9 STEP							75.02	90.82	80.08

zone	Unité	Step	Procédé épuration	charge moyenne 2019 entrée			charge moyenne 2019 sortie			Rendement épuration		
				MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (%)	DBO5 (%)	DCO (%)
Oran	Mascara	Mascara	Boues Activées (Faible Charge)	155.60	468.97	1111.58	58.57	46.01	107.21	62.36	90.19	90.36
		Bouhanifia	Lagunage Aéré	129.00	409.58	564.17	41.33	97.08	126.33	67.96	76.30	77.61
		Ghriss	Lagunage Aéré	380.83	512.31	1311.57	71.90	116.63	312.36	81.12	77.24	76.18
		Hacine	Lagunage Aéré	335.58	807.08	1170.00	65.25	115.67	182.58	80.56	85.67	84.39
		Oued Taria	Lagunage Naturel	398.54	837.75	1146.21	72.42	159.50	184.71	81.83	80.96	83.89
		Hachem	Lagunage Naturel	444.33	667.58	1149.25	54.42	139.67	190.50	87.75	79.08	83.42
		Tizi	Lagunage Naturel	369.33	616.67	931.58	66.75	115.83	154.50	81.93	81.22	83.42
		Mohammadia	Lagunage Naturel	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Sehaouria	Lagunage Naturel	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Oggaz	Lagunage Naturel	351.60	497.89	1197.30	35.00	141.11	278.33	90.05	71.66	76.75
		Khalouia	Lagunage Naturel	194.42	644.08	1473.83	78.58	79.33	193.25	59.58	87.68	86.89
		Froha	Lagunage Naturel	252.50	777.50	1456.58	84.17	170.42	173.08	66.67	78.08	88.12
		Sidi Kada	Lagunage Naturel	227.89	835.56	1501.22	129.33	107.22	244.89	43.25	87.17	83.69
		Bouhenni	Lagunage Aéré	438.70	437.70	1151.60	96.60	168.70	336.00	77.98	61.46	70.82
		El Ghomri	Lagunage Aéré	118.08	338.67	731.50	69.67	86.67	181.00	41.00	74.41	75.26
		Maoussa	Lagunage Naturel	142.67	362.92	798.50	72.58	77.17	158.00	49.12	78.74	80.21
		Zahana	Lagunage Naturel	374.17	352.83	998.83	64.25	66.33	224.00	82.83	81.20	77.57
		El Keurt	Lagunage Naturel	159.92	462.83	711.42	59.42	144.50	183.83	62.85	68.78	74.16
		Matemore	Lagunage Naturel	251.50	762.50	1068.58	89.92	142.42	189.58	64.25	81.32	82.26
		Mohammadia NV Pôle	Lagunage Aéré	140.75	490.83	1122.75	66.25	98.50	180.08	52.93	79.93	83.96
Total Unité	20 STEP								68.56	78.95	81.05	

zone	Unité	Step	Procédé épuratoire	charge moyenne 2019 entrée			charge moyenne 2019 sortie			Rendement épuratoire		
				MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (%)	DBO5 (%)	DCO (%)
Oran	Mostaganem	Fornaka	Lagunage Naturel	193.67	260.83	448.61	31.04	37.96	150.37	83.97	85.45	66.48
		Béni Yah	Lagunage Aérée	234.08	273.75	470.90	24.88	44.83	192.08	89.37	83.62	59.21
		Bouguirat	Lagunage Naturel	234.08	203.42	435.17	32.77	31.25	154.54	86.00	84.64	64.49
		Hadjadj	Lagunage Aérée	180.04	276.08	422.35	41.63	64.50	140.32	76.88	76.64	66.78
		Mesra	Lagunage Aérée	280.00	436.25	751.94	21.79	74.71	165.55	92.22	82.87	77.98
		Sidi Lakhdar	Boue Activée (Moyenne Charge)	282.38	530.58	691.93	9.54	13.50	45.47	96.62	97.46	93.43
		Khadra	Boue Activée (Moyenne Charge)	121.42	293.79	430.24	9.08	6.54	44.42	92.52	97.77	89.68
		Sablettes_Mostaganem	Boue Activée (Moyenne Charge)	268.04	259.66	507.94	11.07	9.74	52.22	95.87	96.25	89.72
	Total Unité	8 STEP								89.18	88.09	75.97
	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Boue Activée (Moyenne Charge)	280.82	338.83	639.16	39.83	36.52	87.64	85.82	89.22	86.29
		Moulay slissen	Lagunage Aérée	603.75	762.50	1009.33	28.33	55.75	74.83	95.31	92.69	92.59
		Ras El Ma	Lagunage Aérée	579.58	682.75	1027.00	27.50	35.17	65.33	95.26	94.85	93.64
		Chetouane Belaïla	Lagunage Naturel	555.00	679.17	990.50	/	/	/	/	/	/
	Total Unité	4 STEP								92.13	92.25	90.84
	Tlemcen	Tlemcen	Boue Activée (Faible charge)	193.90	178.56	374.83	22.46	14.42	36.85	88.42	91.93	90.17
		Maghnia	Boue Activée (Faible charge)	258.75	290.42	563.83	23.50	22.50	52.83	90.92	92.25	90.63
		Sidi Senouci	Lagunage Naturel	418.42	347.92	627.42	38.58	40.00	111.75	90.78	88.50	82.19
	Total Unité	3 STEP								90.56	91.23	88.46
	Total Zone	44 STEP								83.09	88.27	83.28

zone	Unité	Step	Procédé épuratoire	charge moyenne 2019 entrée			charge moyenne 2019 sortie			Rendement épuratoire		
				MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (%)	DBO5 (%)	DCO (%)
Tiaret	Tiaret	Tiaret	Boue Activée (Moyenne Charge)	281.67	286.01	497.48	61.17	157.52	289.43	78.28	44.93	41.82
	Total Unité	1 STEP								78.28	44.93	41.82
	Tissemsilt	Theniet El Had	Boue Activée (Faible charge)	414.914545	295.38	491.81	332.50	17.92	48.71	19.86	93.93	90.10
		Tissemsilt	Boue Activée (Moyenne Charge)	271.11	228.85	350.33	20.47	28.76	88.63	92.45	87.43	74.70
		Laayoune	Lagunage Naturel	147.33	246.25	431.63	35.42	60.13	149.50	75.96	75.58	65.36
		Anmari	Lagunage Naturel	221.33	170.83	286.17	31.75	54.33	120.78	85.66	68.20	57.79
	Total Unité	4 STEP								68.48	81.29	71.99
Total Zone	5 STEP								73.38	63.11	56.90	
Saida	Saida	Saida	Boue Activée (Faible charge)	/	/	/	/	/	/	93.43	91.94	90.18
		Ain El Hadjar	Boue Activée (Faible charge)	/	/	/	/	/	/	92.96	91.42	82.92
		El Hassasna	Boue Activée	/	/	/	/	/	/	80.13	74.09	72.83
		Sidi Boubkeur	Boue Activée	/	/	/	/	/	/	90.69	93.55	86.34
		Sidi Amar	Lagunage Aérée	/	/	/	/	/	/	83.81	91.49	86.7
		Sidi Aissa	Lagunage Aérée	/	/	/	/	/	/	60.3	65.12	63.32
		Hamme Rabi	Lagunage Aérée	/	/	/	/	/	/	66.25	66.83	61.94
		Moulay Larbi	Lagunage Naturel	/	/	/	/	/	/	13.15	12.71	15.08
		Sidi Ahmed	Lagunage Naturel	/	/	/	/	/	/	12.77	14.73	14.66
		Mâamora	Lagunage Naturel	/	/	/	/	/	/	78.44	78.93	80.18
	Bourached	Lagunage Naturel	/	/	/	/	/	/	0	0	0	
Total Unité	11 STEP								61.08	61.89	59.47	

zone	Unité	Step	Procédé épuratoire	charge moyenne 2019 entrée			charge moyenne 2019 sortie			Rendement épuratoire		
				MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (%)	DBO5 (%)	DCO (%)
Saida	Naama	Ain Sefra	Boue Activée	/	/	/	/	/	/	94.61	92.86	93.64
		Mechria	Boue Activée	/	/	/	/	/	/	92.45	95.18	90.46
		Naama	Lagunage Aérée	/	/	/	/	/	/	53.42	60.62	56.52
		Makmen Ben Amar	Lagunage Aérée	/	/	/	/	/	/	61.04	72.19	70.54
		Ain Ben Khellil	Lagunage Naturel	/	/	/	/	/	/	0	0	0
	Total Unité	5 STEP								60.30	64.17	62.23
	El Bayadh	El Bayadh	Boue Activée	/	/	/	/	/	/	57.81	86.3	90.66
	Total Unité	1 STEP								57.81	86.30	90.66
	Total Zone	16 STEP								59.06	75.24	76.45
Totaux (l'ONA)		65 STEP								72.07	74.05	70.32
zone		Step	Procédé épuratoire	charge moyenne 2019 entrée			charge moyenne 2019 sortie			Rendement épuratoire		
				MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (%)	DBO5 (%)	DCO (%)
Oran	SEAOR	Cap falcon	Boue Activée (Faible charge)	223.33	272.67	497.25	16.58	5.17	23.92	92.57	98.11	95.19
		El karma	Boue Activée (Moyenne Charge)	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Totaux (SEAOR)		02 STEP								92.57	98.11	95.19
TOTAUX FINAL		67 STEP								82.32	86.08	82.76

Valeurs limites des paramètres de rejets : DBO5 : 35mg/l / DCO : 120 mg/l / MES : 35 mg/l (Décret n° 06-141 du 19/04/2006).

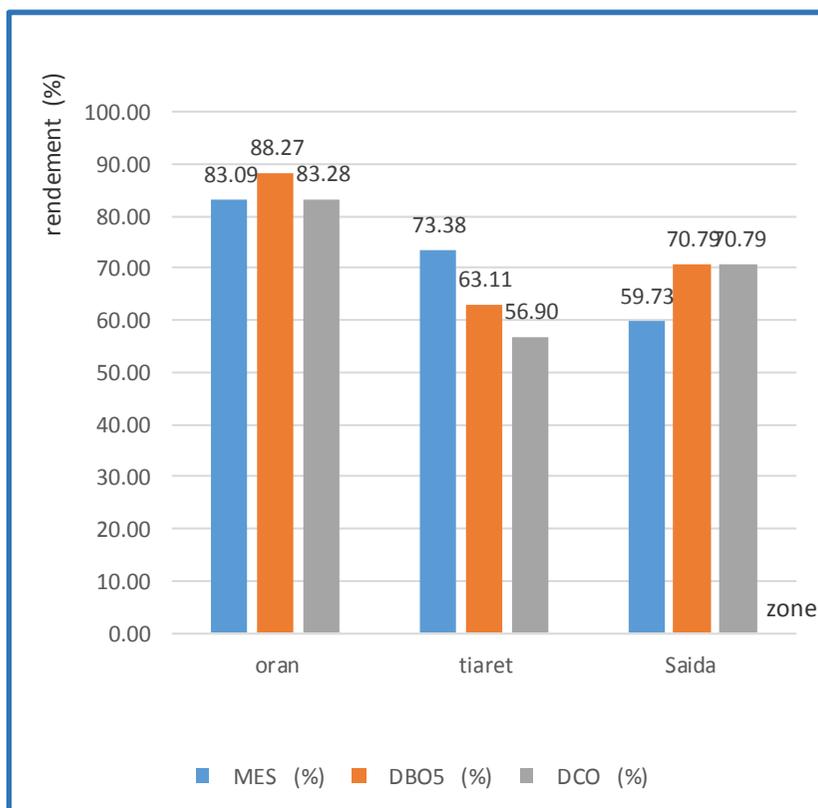


Figure 4.7 :Rendement épuratoire (%) par zone

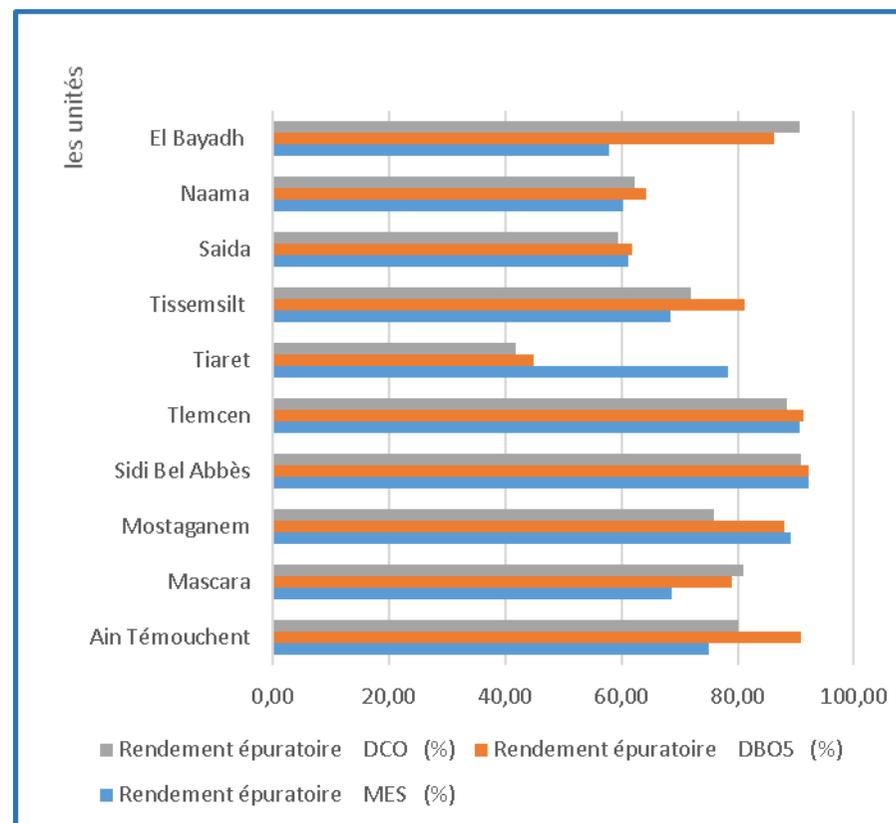


Figure 4.8 : Rendement épuratoire (%) par unité

Rendements épuratoires des **STEP** durant l'année **2019** illustre un bon abattement de la pollution carbonée pour L'ensemble moyen des stations d'épuration avec des rendements de **82 %** pour les **MES**, **82 %** pour la **DCO** et **86 %** pour la **DBO5**.

Tableau 4.4 : Répartition par zone des débits des eaux usées à traiter durant l'année 2019

zone	Unité	Step	Procédé épuration	Date de mise en service	Coordonnées		Capacités installées		Volume annuel à traiter (m3)	Charge hydraulique (%)
					x	y	(Eq/H)	Débit Nom(m3/j)		
oran	Ain Témouchent	Hassi El Ghella	Lagunage Naturel	01/10/2008	35.438279°	-1.038414°	18 500	2 220	386 870	/
		El Mallah	Lagunage Naturel	01/10/2008	35.417807°	-1.112805°	22 000	2 640	863 903	/
		El Amria	Lagunage Naturel	01/10/2008	35.505702°	-1.009069°	33 000	3 960	597 092	/
		Aïn Larbaâ	Lagunage Naturel	01/10/2006	35.425144°	-0.887394°	14 500	1 740	1 070 548	/
		Emir Abdelkader	Lagunage Naturel	01/05/2005	35.220593°	-1.411178°	4 000	480	110 626	/
		Sidi Safi	Lagunage Naturel	01/10/2008	35.285844°	-1.324174°	10 000	1 200	261 995	/
		Bouzedjar	Boue Activées (Faible Charge)	Aout-2013	35.574865°	-1.138431°	19 000	2 280	249 291	/
		Ain Témouchent	Boue Activées (Faible Charge)	01/01/2014	35.334145°	-1.138782°	72 800	10 920	4 364 314	/
		Ain Tolba	Oxydation Alternée (Faible Charge)	01/05/2012	35.261799°	-1.273056°	16 000	1 920	425 561	/
	Total Unité	9 STEP						209 800	27 360	8 330 200

zone	Unité	Step	Procédé épuratoire	Date de mise en service	Coordonnées		Capacités installées		Volume annuel à traiter (m3)	Charge hydraulique (%)
					x	y	(Eq/H)	Débit Nom(m3/j)		
Oran	Mascara	Mascara	Boues Activées (Faible Charge)	06/05/1995	35.383972°	0.143336°	100 000	13 000	3 737 454	/
		Bouhanifia	Lagunage Aéré	13/09/2005	35.322294°	-0.059876°	32 500	3 900	315 377	/
		Ghriss	Lagunage Aéré	28/06/2005	35.267442°	0.147050°	48 000	5 800	254 379	/
		Hacine	Lagunage Aéré	05/07/2002	35.469373°	-0.009478°	20 000	3 200	131 083	/
		Oued Taria	Lagunage Naturel	13/09/2005	35.111833°	0.078758°	21 000	2 520	344 607	/
		Hachem	Lagunage Naturel	09/10/2007	35.388428°	0.487000°	15 000	1 800	453 907	/
		Tizi	Lagunage Naturel	14/11/2005	35.297294°	0.053083°	12 000	1 440	133 145	/
		Mohammadia	Lagunage Naturel	18/02/2006	35.620014°	0.075764°	19 000	2 280	0	/
		Sehaouria	Lagunage Naturel	05/07/2004	35.613131°	0.093942°	12 600	1 513	0	/
		Oggaz	Lagunage Naturel	01/03/2009	35.568130°	-0.261352°	7 200	864	103 045	/
		Khalouia	Lagunage Naturel	01/02/2009	35.450581°	0.291492°	6 321	949	291 257	/
		Froha	Lagunage Naturel	11/04/2009	35.302394°	0.116144°	9 400	1 128	107 378	/
		Sidi Kada	Lagunage Naturel	08/05/2011	35.343931°	0.343886°	11 000	1 320	238 548	/
		Bouhenni	Lagunage Aéré	01/06/2013	35.566950°	-0.094746°	11 500	1 380	105 216	/
		El Ghomri	Lagunage Aéré	01/03/2014	35.695431°	0.198183°	18 000	2 160	338 923	/
		Maoussa	Lagunage Naturel	01/03/2012	35.374511°	0.243350°	18 500	2 220	605 970	/
		Zahana	Lagunage Naturel	02/09/2012	35.527247°	-0.417676°	20 000	2 400	235 185	/
		El Keurt	Lagunage Naturel	15/01/2015	35.361617°	0.096092°	5 666	679	107 173	/
		Matemore	Lagunage Naturel	04/01/2015	35.326019°	0.203978°	12 166	1 460	227 204	/
			Mohammadia NV Pôle	Lagunage Aéré	01/02/2018	35.564145°	0.074336°	17 000	1 500	133 039
	Total Unité	20 STEP					416 853	51 513	7 862 890	/

zone	Unité	Step	Procédé épuration	Date de mise en service	Coordonnées		Capacités installées		Volume annuel à traiter (m3)	Charge hydraulique (%)	
					x	y	(Eq/H)	Débit Nom(m3/j)			
Oran	Mostaganem	Fornaka	Lagunage Naturel	10/11/2011	35.736714°	-0.003874°	27 000	2 100	726 956	/	
		Béni Yahi	Lagunage Aérée	04/01/2012	35.756147°	0.035753°	25 000	2 800	1 254 522	/	
		Bouguirat	Lagunage Naturel	13/08/2012	35.727590°	0.217504°	18 000	2 600	999 821	/	
		Hadjadj	Lagunage Aérée	01/04/2013	36.106225°	0.333308°	18 000	2 200	763 563	/	
		Mesra	Lagunage Aérée	08/12/2013	35.829111°	0.160986°	18 000	2 600	960 599	/	
		Sidi Lakhdar	Boue Activée (Moyenne Charge)	02/01/2016	36.164049°	0.412029°	35 000	5 600	504 616	/	
		Khadra	Boue Activée (Moyenne Charge)	02/01/2016	36.247736°	0.535840°	30 000	4 600	106 549	/	
		Sablettes_ Mostagane	Boue Activée (Moyenne Charge)	07/05/2017	35.903755°	0.052741°	350 000	56 000	9 007 373	/	
	Total Unité	8 STEP						521 000	78 500	14 323 999	/
	Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Boue Activée (Moyenne Charge)	1993	35.225277°	-	0.605654°	220 000	28 000	9 140 119	/
		Moulay slissen	Lagunage Aérée	24/05/1012	34.825673°	-	0.751303°	10 000	833	189 611	/
		Ras El Ma	Lagunage Aérée	04/06/12013	34.511419°	-	0.825983°	49 000	5 882	485 808	/
		Chetouane Belaïla	Lagunage Naturel	2012	34.932148°	-	0.870010°	2 000	197	/	/
	Total Unité	4 STEP						281 000	34 912	9 815 538	/
	Tlemcen	Tlemcen	Boue Activée (Faible charge)	21/11/2005	34.923772°	-	1.313781°	150 000	30 000	9 247 250	/
		Maghnia	Boue Activée (Faible charge)	05/06/1999	34.853931°	-	1.690043°	150 000	30 000	9 474 350	/
		Sidi Senouci	Lagunage Naturel	30/06/2008	34.992875°	-	1.088394°	12 000	1 440	454 609	/
	Total Unité	3 STEP						312 000	61 440	19 176 210	/
	Total Zone	44 STEP						1 740 653	253 725	59 508 837	61.00

zone	Unité	Step	Procédé épuration	Date de mise en service	Coordonnées		Capacités installées		Volume annuel à traiter (m3)	Charge hydrauliqu e (%)	
					x	y	(Eq/H)	Débit Nom(m3/j)			
Tiaret	Tiaret	Tiaret	Boue Activée (Moyenne Charge)	2008	35.357461°	1.395471°	390 000	38000	6 695 331	53.38	
	Total Unité	1 STEP					390 000	38 000	6 695 331	53.38	
	Tissemsilt	Theniet El Had		Boue Activée (Faible charge)	2009	35.884876°	2.046685°	33 000	5800	664 102	38.20
		Tissemsilt		Boue Activée (Moyenne Charge)	2013	35.623841°	1.863850°	150 000	27000	4 959 581	49.15
		Laayoune		Lagunage Naturel	01/10/2013	35.702040°	2.004822°	15 276	2009	5 458 356	71.39
		Ammari		Lagunage Naturel	01/12/2013	35.638297°	1.696243°	5 925	711	807 984	59.48
	Total Unité	4 STEP					204 201	35 520	11 890 023	54.55	
Total Zone	5 STEP					594 201	73 520	18 585 354	53.96		
Saida	Saida	Saida	Boue Activée (Faible charge)	01/01/2010	34.871782°	0.147284°	150 000	30 000	3 802 879	31.32	
		Ain El Hadjar	Boue Activée (Faible charge)	20/11/2009	34.762109°	0.128741°	30 000	4800	1 251 012	83.18	
		Hassasna	Boue Activée	19/11/2015	34.831970°	0.357404°	14 200	1700	192 770	35.91	
		Sidi Boubkeur	Boue Activée	20/06/2019	35.037354°	0.044110°	31 300	3758	48 604	18.82	
		Sidi Amar	Lagunage Aérée	22/03/2009	35.023797°	0.100870°	12 240	1469	155 443	32.07	
		Sidi Aissa	Lagunage Aérée	22/03/2009	34.968521°	0.166080°	5 042	625	78 102	40.34	
		Hammame Rabi	Lagunage Aérée	10/08/2015	34.946529°	0.171137°	3 600	432	21 847	22.96	
		Moulay Larbi	Lagunage Naturel	24/02/2015	34.631686°	0.037929°	16 126	2419	14 040	2.48	
		Sidi Ahmed	Lagunage Naturel	01/12/2016	34.545602°	0.280307°	5 233	785	20 209	5.37	
		Mâamora	Lagunage Naturel	22/03/2011	34.672702°	0.506004°	6 900	1035	128 950	40.98	
		Bourached	Lagunage Naturel	/	34.723326°	0.149642°	3 440	450	0	0	
	Total Unité	11 STEP					278 081	47 473	5 713 856	28.49	

zone	Unité	Step	Procédé épuration	Date de mise en service	Coordonnées		Capacités installées		Volume annuel à traiter (m3)	Charge hydraulique (%)	
					x	y	(Eq/H)	Débit Nom(m3/j)			
Saida	Naama	Ain Sefra	Boue Activée	/	32.765318°	-0.549905°	30 000	11 760	1 161 69	25.67	
		Mechria	Boue Activée	/	33.557975°	-0.223053°	15 000	12880	2 177 473	49.62	
		Naama	Lagunage Aérée	/	33.272371°	-0.296424°	22 000	4070	1 298 447	94.89	
		Makmen Ben Amar	Lagunage Aérée	/	33.711348°	-0.740908°	92 000	1200	338 434	81.08	
		Ain Ben Khellil	Lagunage Naturel	/	33.325496°	-0.783751°	98 000	1700	29 641	9.02	
	Total Unité	5 STEP						257 000	31 610	4 860 164	52.06
	El Bayadh	El Bayadh	Boue Activée	/	33.700409°	0.977988°	123 109	19 697	4 125 882	57.81	
	Total Unité	1 STEP						123 109	19 697	4 125 882	57.8
	Total Zone	16 STEP						658 190	98 780	14 699 902	46.12
Totaux (l'ONA)		65 STEP					2 993 044	426 025	92 794 093	50.04	
zone		Step	Procédé épuration	Date de mise en service	Coordonnées		Capacités installées		Volume annuel à traiter (m3)	Charge hydraulique (%)	
					x	y	(Eq/H)	Débit Nom.			
Oran	SEAOR	Cap falcon	Boue Activée (Faible charge)	27/03/2013	35.759956°	0.808620°	250 000	30 000	1 734 328	100	
		El karma	Boue Activée (Moyenne Charge)	15/05/2011	35.607489°	0.583877°	1 526 000	270 100	/	/	
Totaux (SEAOR)		02 STEP					1 776 000	300 100	1 734 328	100	
TOTAUX FINAL		67 STEP					4 769 044	726 125	94 528 421	75	

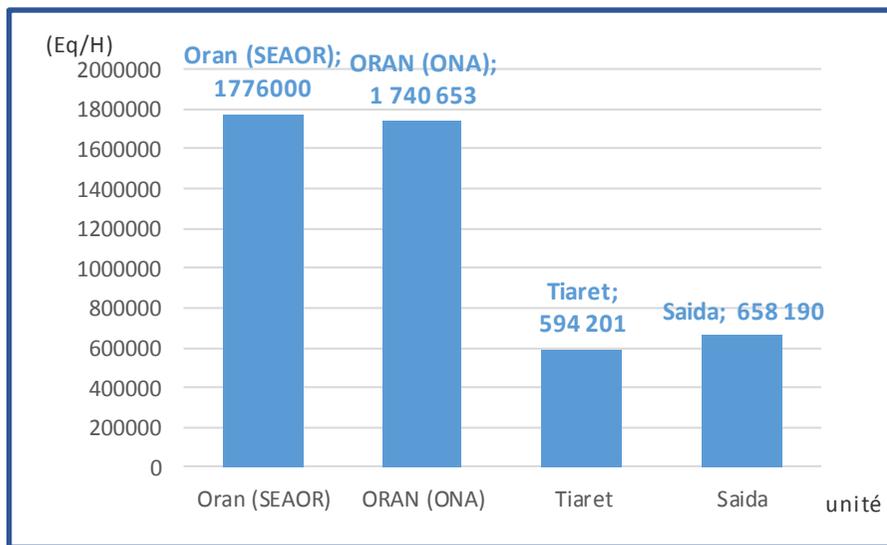


Figure 4.9 : L'équivalent-habitant par zone

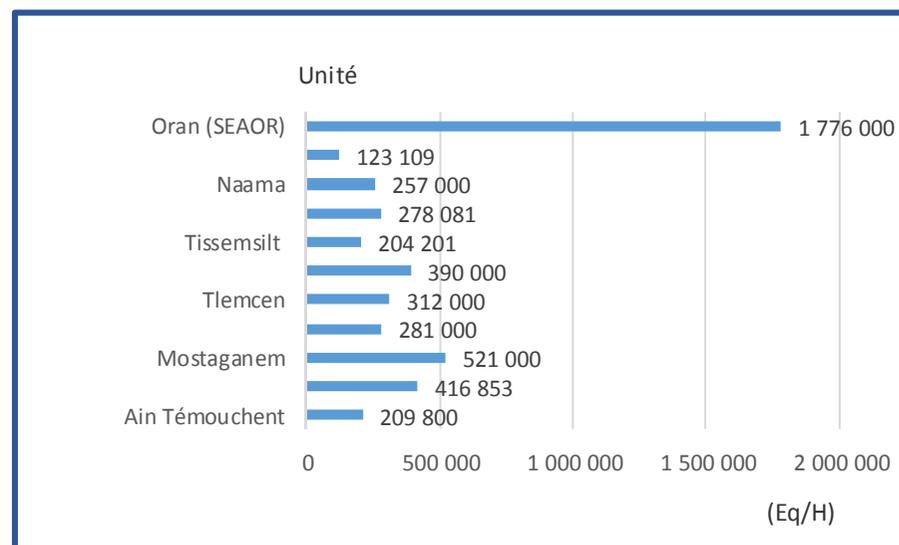


Figure 4.10 : L'équivalent-habitant Par unité

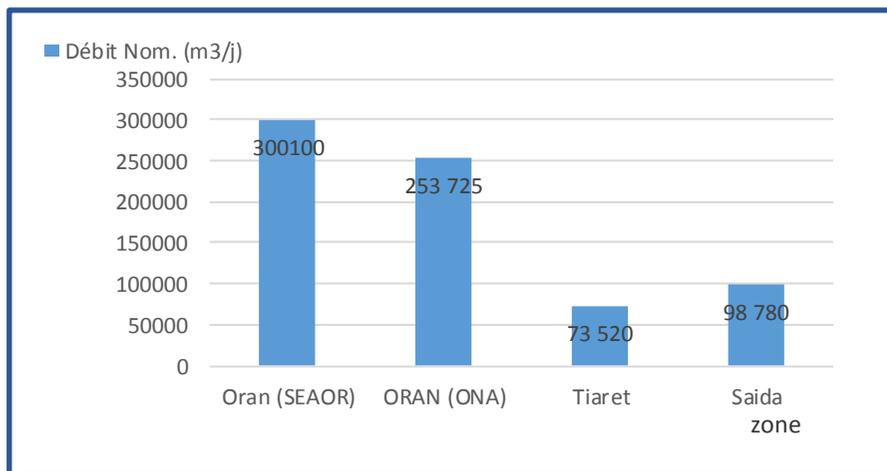


Figure 4.11 : Débit Nominal (m³/j) par zone

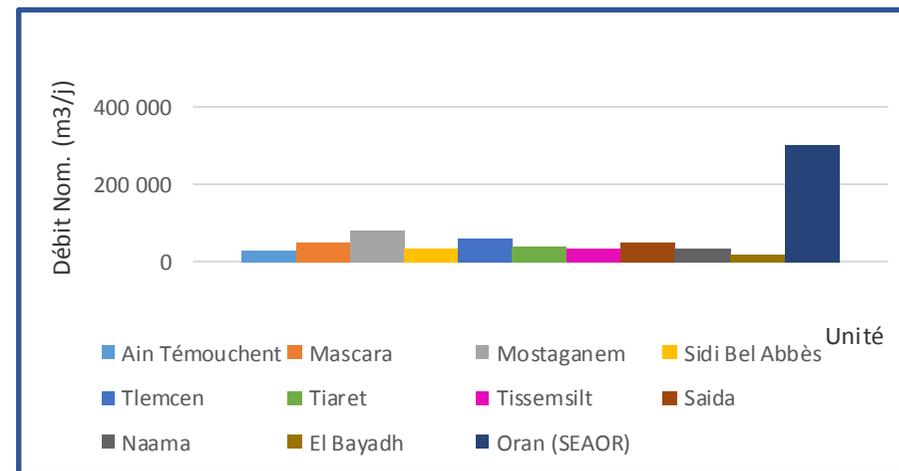


Figure 4.12 : Débit nominal (m³/j) par unité

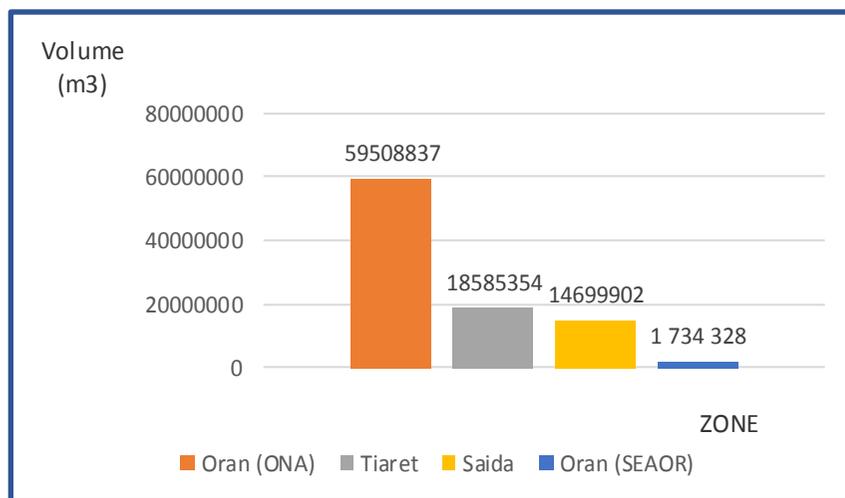


Figure 4.13 : Volume annuel à traiter (m3) par zone

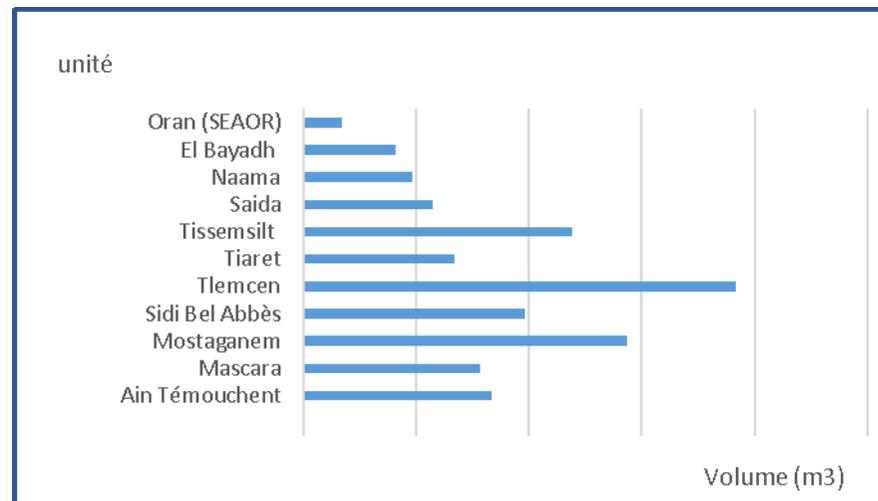


Figure 4.14 : Volume annuel à traiter (m3) par unité

Au cours de l'année **2019**, plus de **94 millions** de m3 d'eaux usées ont été traitées par les **67 STEP** gérées par (l'ONA & SEAOR), avec un taux d'utilisation des capacités installées de l'ordre de **75 %** (charge hydraulique).

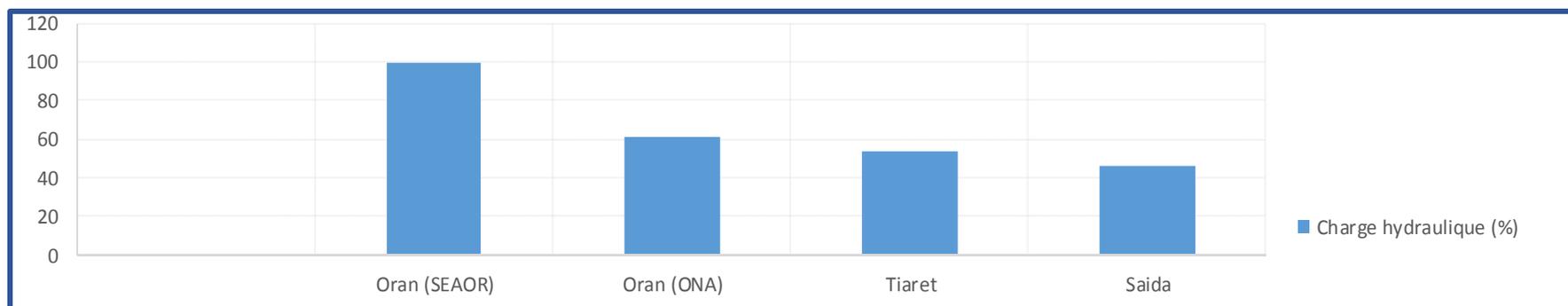


Figure 4.15 : Charge hydraulique par zone (%)

4 Réutilisation des eaux usées épurées

Sur l'ensemble des **154** stations d'épuration (gérer par L'ONA) actuellement en les **17 stations**, citées ci-dessous, sont concernées par la réutilisation de à des fins agricoles

- **Stations à boues activées de:** Boumerdès, Ain Témouchent, Ain El Hadjar, Guelma, SoukAhras, Tlemcen, Mascara,
- **Stations de lagunage naturel de :** Oued Taria, fizi, Mohammadia Est, Froha, Khalouia.
- **Stations de lagunage aéré de :** Ouargla, Kouinine, Ghriss, Bouhanifia, Hacine.

Le volume total réutilisé a atteint, à fin l'année 2017, près de **19 millions de mètres cubes**, le taux de la REUSE est estimé **40%** du volume épuré par les **17 STEP** concernées et à **10%** du volume total épuré par la totalité des STEP en exploitation par l'ONA. [64]

SEOR est également impliquée dans la réutilisation de l'eau traitée vers l'irrigation des périmètres agricoles situés à proximité et qui comptent environ :

- **6700 ha** de la plaine MLETA à partir de la **STEP d'El Karma**
- **500 ha** du périmètre de Bousfer à partir de la **STEP Cap Falcon d'Aïn El Türck**. [65]

Au niveau de la zone d'étude, **12 STEP** sur **17** sont gérées par l'ONA le volume total réutilisé a atteint, à fin l'année 2017, plus de **11 millions de mètres cubes** avec un taux de la REUSE est estimé **72%** du volume épuré par les **12 STEP** concernées, En plus de 2 STEP gérées par SEOR.

Le tableau 4-4, présente les volumes épurés et réutilisés, par chacune des 12 stations, au cours de l'année 2017.

Reste à signaler qu'aucun changement n'a été observé entre 2017/2019 concernant de réutilisation de l'eau traitée pour l'irrigation.

Tableau N° 4.5 : Réutilisation des eaux usées épurées durant l'année 2017 en STEP en exploitation gérées par l'ONA.

Zone	Unité	Désignation	Capacité (Eq/H)	Débit nominal (m3/j)	Volume annuel (m3)			Domaine Agricole (ha)	Type de culture	Utilisateurs (Concessionnaire)	
					épuré	réutilisé	% reutilisé				
Oran	Tlemcen	Station d'épuration à boues activées de Tlemcen	150 000	30 000	4 894 998	4 851 448	99%	Plaine de Hennaya	Arboriculture	ONID	
	Mascara		Station d'épuration à boues activées de Mascara	100 000	13 000	3 361 332	3 361 133	100%	El-kouaer 400	Oliviers+ Culture céréalière	Associations agriculteurs
			Station de lagunage aéré de Ghriss	48 000	5 800	252 165	252 165	100%	Ghriss 420		
			Station de lagunage aéré de Bouhanifia	32 500	3 900	412 579	412 579	100%	475		
			Station de lagunage aéré de Hacine	20 000	3 200	35 322	35 322	100%	390	Oliviers + culture céréalière + agrumes	
			Station de lagunage naturel d'Oued Taria	21 000	2 520	285 055	285 055	100%	196		
			Station de lagunage naturel de Froha	9 400	1 128	87 136	87 136	100%	220		
			Station de lagunage naturel de Khalouia	6 321	949	263 421	263 421	100%	48 516		
			Station de lagunage naturel de Tizi	12 000	1 440	130 647	130 647	100%	200		
			Station de lagunage naturel de Mohammadia Est	19 000	592 592	592 592	592 592	100%	El-habra 175		
			Station d'épuration à boues activées d'Ain Témouchent	72 800	10 920	4 016 093	555 000	14%	135	Arboriculture	
	Saida	Saida	Station d'épuration à boues activées d'Ain El Hadjar	30 000	4 800	1 216 899	395 000	32%	58	Arboriculture , céréales	DRE
Total des 12 STEP			521 021	670 249	15 548 239	11 221 498	72%	52 097			

5 Consommation de l'énergie électrique

Durant le mois d'Octobre 2019, **8 300 937 KWh** d'énergie électrique ont été consommés, dont :

5 472 073 KWh d'énergie active, consommée par les STEP, soit un ratio de **264 Wh/m³**.

2 828 864 KWh d'énergie active consommée par les SR, soit un ratio de **116 Wh/m³**.

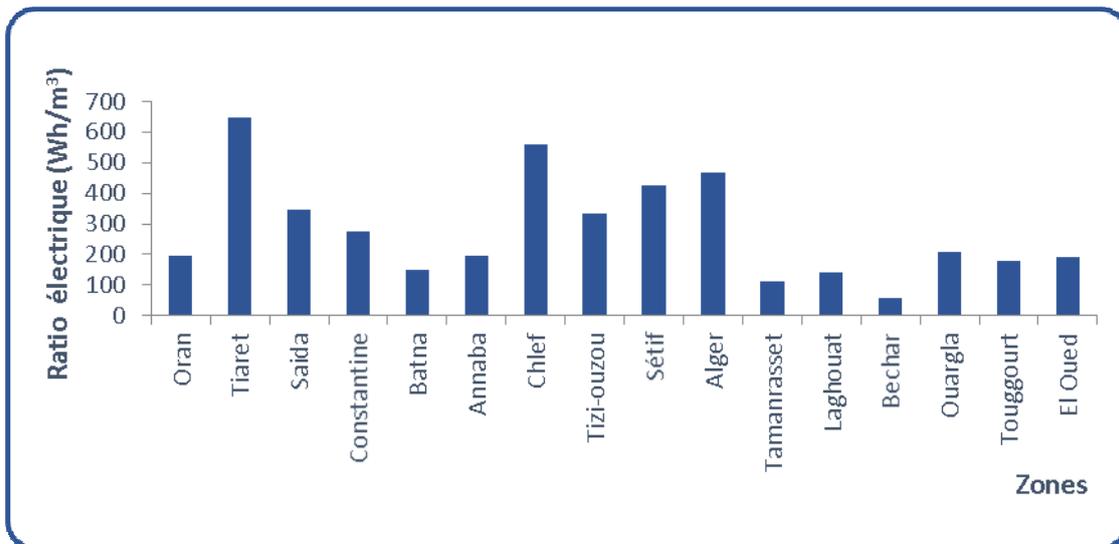


Figure 4.16 : Ratio de la consommation électrique Active (wh/m³)des STEP par zone durant le mois d'Octobre 2019

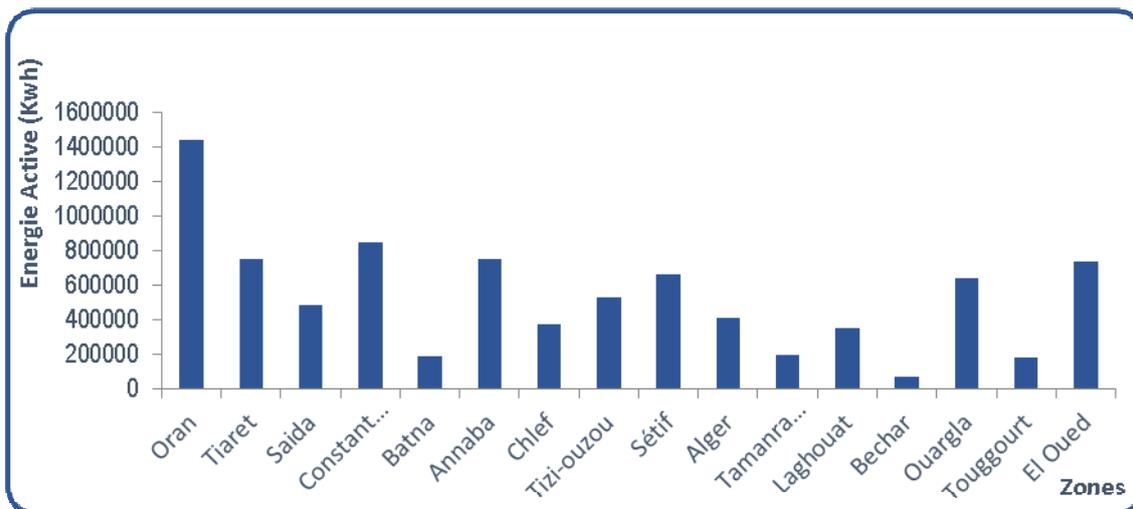


Figure 4.17 : Répartition de la consommation d'énergie électrique active (kwh) des STEP & SR par zone durant le mois d'Octobre 2019

6 Coût d'exploitation des systèmes d'assainissement

Les ratios directs d'exploitation des systèmes d'assainissement gérés par l'ONA pour le mois d'Octobre 2019, sont estimés à plus de **15 DA/ m³ assaini**, répartis comme suit :

Tableau 4.6 : Les ratios directs d'exploitation des systèmes d'assainissement gérés par l'ONA(2019)

Activité	Ratio (DA/m ³)
Collecte	3,81 DA / m ³ rejeté
Relevage	4 DA / m ³ relevé
Épuration	7,53 DA / m ³ épuré
Ratio total (DA/m³)	15,33 DA/ m³ assaini

Le grand ratio est destiné à l'épuration. Toutefois, les frais d'épuration et de relevage ne sont pas déduits des factures des citoyens, sauf pour les frais de la collecte. Contrairement aux pays européens comme la France, dont les citoyens contribuent à payer les factures pour tous les frais d'exploitations. [63]

7 Principales contraintes rencontrées dans l'exploitation des STEP

Les principales contraintes d'exploitation des STEP à boues activées sont en premier lieu liées à la filière boues à savoir :

- La vétusté des équipements de déshydratation mécanique, quand ils existent.
- Des lits de séchage inadaptés et insuffisants,
- Absence d'aires de stockage des boues,
- Évacuation difficile des boues déshydratées vers les CET.
- D'autres contraintes, non moins importantes, restreignent sérieusement les structures à tous les niveaux :
- Plusieurs stations ont dépassé leurs capacités initiales et nécessitent une extension.
- La vétusté et l'usure des équipements électromécaniques de 03 stations dont l'âge dépassent les 20 ans d'exploitation et qui nécessitent une opération de réhabilitation.
- La rareté des réactifs et des pièces de rechange spécifiques sur le marché Algérien.

D'autres contraintes ont été relevées aussi dans les procédés extensifs par lagunage aéré, naturel ou à filtres plantés :

- Le dépassement des charges nominales.
- L'absence du déshuilage, des débitmètres et du by-pass.
- L'absence de laboratoire au niveau de ces stations.
- Inondation des stations situées aux abords des oueds et non protégées.

8 Choix de la filière de traitement

Afin d'aider au choix d'une filière, une comparaison de ces différentes techniques est effectuée sur les critères suivants :

- Le point de vue des performances
- La facilité d'entretien et les coûts d'exploitation
- Les consommations électriques
- Les coûts d'investissement
- Adaptabilité des filières aux conditions climatiques et perméabilité du sol ;
- Intérêt paysager.
- Espace disponible ;

9 Conclusion

Au niveau de l'ouest algérien, il existe de nombreuses stations de traitement des eaux usées, qui sont gérées par l'Office National de l'Assainissement «ONA» et la Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran « SEOR ».

Les procédés intensifs classiques développés pour les grandes agglomérations sont assurée par **19** stations de type boues activées. Pour les petites et moyennes agglomérations, il existe **30** stations fonctionnant par lagunage naturel et **16** stations par lagunage aéré.

Le volume des eaux usées traitées dépasse **94** millions de mètres-cubes en global pour les **67** STEP durant l'année **2019**.

Les résultats obtenus permettent l'évaluation des performances de fonctionnement des stations d'épuration (STEP). Les stations traitent les eaux usées selon les normes en vigueur. La quasi-totalité des paramètres contrôlés semblent satisfaire les conditions escomptées. Néanmoins, certaines stations souffrent de divers problèmes et obstacles techniques dus à des insuffisances au niveau des études préliminaires ainsi qu'aux restrictions d'exploitation.

Conclusion générale

L'Algérie, sa région Ouest en particulier, a connu plusieurs grandes sécheresses durant ce siècle, depuis les années 40, les années 80 jusqu'à nos jours. La plus récente, caractérisée par une diminution de la pluviométrie, associée à une augmentation sensible de la température durant les deux dernières décennies, a influencé par son ampleur spatiale, son intensité et par son impact majeur sur la diminution des ressources en eau.

Le présent travail porte sur la région de l'Ouest algérien (OCC) qui constitue un projet important ; étant donné que la région d'étude constitue, en Algérie, un pôle économique important, du fait de l'existence de grands centres urbains tel que : Oran, Mostaganem, Tlemcen, Sidi bel Abbés, Mascara et Saida ; de l'existence de grandes unités industrielles et d'importantes potentialités hydro-agricoles.

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, surtout dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau. Cet effort s'est matérialisé par un large développement d'installation des stations d'épuration des eaux usées et par un suivi plus efficace de leurs performances.

Cette étude avait donc pour objet de dresser un inventaire exhaustif relatif aux stations d'épuration qui existent à travers l'Ouest algérien. Cet inventaire a tenu compte des modes épuratoires utilisés dans le traitement des eaux usées, des rendements d'épuration au niveau de chaque station ainsi que leur efficacité. Toutefois, un effort constant de recherche est réalisé pour permettre la résolution des problèmes d'exploitation.

L'analyse des paramètres de pollution (DBO₅, MES, DCO) est faite selon les normes en vigueur. Notre étude a montré que les valeurs trouvées respectent les normes de rejet à la sortie des STEP, à l'exception de certaines stations où on remarque que les rejets dépassent les normes et cela est dû à la charge excessive causée par les travaux de nettoyage des bassins.

Nous avons également constaté que certaines stations se sont arrêtées en raison de dysfonctionnements techniques et d'autres souffrent des contraintes d'exploitation tels que :

- La vétusté et l'usure des équipements électromécaniques qui nécessitent une opération de réhabilitation ;
- Le dépassement des charges par rapport aux capacités installées nécessitant de nouvelles extensions ;
- La prolifération d'algues, surtout en période estivale, présentant une contrainte de taille, qui se traduit par une mauvaise qualité de l'eau épurée, car, régulièrement, les stations de traitement des eaux usées sont conçues et dimensionnées sur la base du débit et des concentrations moyennes des données d'entrée et non sur les études primaires établies.

Toutefois, il est important de souligner qu'une sensibilisation suivie d'une forte adhérence sont nécessaires pour améliorer l'état des stations de traitement, tout en interférant par une planification précoce, et par un soutien financier suffisant pour protéger la faune et la flore et préserver nos ressources en eau.

Références bibliographiques

- [1] Ministère des Ressources en Eau (MRE). (2006d). Cadastre hydraulique, bassin Chott Chergui. Document de synthèse. Agence de Bassin Hydrographique Oranais Chott Chergui (ABHOCC). Ministère de ressources en eau.2006
- [2] WILDI, Walter. La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Revue de géographie physique et de géologie dynamique, 1983, vol. 24, no. 3, p. 201-297
- [3] KEBIR, C, (2017), Synthèse hydrologique et hydrogéologique de la région hydrographique Oranie - Chott Chergui, MAGISTER, PP 82-83.
- [4] KHALDI, A,. (2005). Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l'Ouest Algérien "Monts de Tlemcen-Saida". Thèse. Université d'Oran, Algérie.
- [5] Ministère des Ressources en Eau (MRE). (2006a). Cadastre hydraulique, bassin Tafna. Document de synthèse. Agence de Bassin Hydrographique Oranais Chott Chergui (ABHOCC). Ministère de ressources en eau.2006
- [6] Ministère des Ressources en Eau (MRE). (2006b). Cadastre hydraulique, bassin Macta. Document de synthèse. Agence de Bassin Hydrographique Oranais Chott Chergui (ABHOCC). Ministère de ressources en eau.2006
- [7] HABIBI B., MEDDI M., & BOUCEFIANE A,. (2013). Analyse fréquentielle des pluies journalières maximales cas du bassin chott-chergui. Revue « nature & technologie ». Sciences de l'environnement, n° 08/JANVIER 2013 .PAGES 41-48 (www.univ- chlef.dz/revuenatec).
- [8] Ministère des Ressources en Eau (MRE). (2006c). Cadastre hydraulique, bassin Côtiers Oranais. Document de synthèse. Agence de Bassin Hydrographique Oranais Chott Chergui (ABHOCC). Ministère de ressources en eau.2006.
- [9] NEDJRAOU. D. (2003). Profil fourrager ALGERIE. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2003
- [10] MEDJERAB A,: Étude pluviométrique de l'Algérie nord-occidentale ,spécialité climatologie (sciences de la terre),thèse du doctorat (USTHB).
- [11] Office National des Statistiques, L'armature urbaine RGPH 2008 /Les principaux résultats de l'exploitation exhaustive (Coll. STATIST., n°163: Série S) /urbain/ rural/ villes/ agglomérations/ Algérie 2008.

- [12] Office National des Statistiques(2015), Statistique sur l'Environnement, La Direction Technique Chargée des Statistiques Régionales et de la Cartographie, collections Statistiques N° 177/2013 Série C : Statistiques Régionales et Cartographie
- [13] HACHEMANE,A , KANDOUCI,H ,(2017), étude de l'adduction des forages «F1» et «F2» (Doui Thabet) vers le réservoir «ITGC» (Ain El-Hadjar) pour le renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Saïda.
- [14] ABH, 2006-Cadastre Hydraulique du Bassin Chott Cherqui, Rapport de synthèse, DEAH, MRE.
- [15] REJSEK F., (2002). Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine (CRDP). Bordeaux. 358 p.
- [16] LADJET F, (2006). Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, p80.
- [17] METAHRI Mohammed Saïd, 2012: Elimination simultanée de la pollution Azotée et Phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou. Mémoire de Doctorat, option: Génie des procédés. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- [18] THOMAS O, (1955), Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc.
- [19] Document exploitation des stations d'épuration, ONA 2015.
- [20] MEDDAH R, Yousfi A, Etude des performances de la station d'épuration de Sidi Amar Saïda. Mémoire du Master en hydraulique, Option Ressources en eau, Université Dr Moulay Tahar –Saïda
- [21] MAYET J, La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, 2ème Edition, Paris, 1994, pp382.
- [22] BAUMONT S, CAMARD J P, LEFRANC A, FRANCONI A, Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 2004, pp 220.
- [23] PAUL JEAN, BEADRY, chimie des eaux" le griffon d'argil, 1992.
- [24] VAILLANT J R, Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris, 1974.
- [25] RAKREK Zakaria, La station d'épuration de Chlef performances épuratoires et rendements, Master Hydraulique, Université de Tlemcen, 2013.

- [26] OMS, Etude parasitologie médicale, 2005: technique de base pour le laboratoire.
- [27] FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 2003: Etude de l'irrigation avec des eaux usées traitées: Manuel d'utilisation FAO irrigation and drainage papier.
- [28] RODIER Jean et al, 1996: L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} Edition. DUNOD. Paris.
- [29] SAHNOUN Mohamed El Amine, 2015: Epuration des eaux usées du centre culturel islamique –Sidi Okba- par un filtre de macrophyte. Mémoire de Master en Hydraulique, option, Hydraulique Urbaine. Université Mohamed Khider. Biskra.
- [30] SEHOUL S, SEKRANE A, dysfonctionnements biologiques dans les stations d'épuration a boues activées: cas de la station d'épuration de Ain El Hadjar, Mémoire du Master en hydraulique, Option hydraulique urbaine, Université De Saïda - Dr Moulay Tahar.
- [31] RODIER, J., L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme édition, Ed. Dunod. Paris, 2005.
- [32] HIMOUR A, GUENDOOUZ A, étude de l'utilisation des végétaux pour l'épuration des eaux usées, Mémoire du Master en hydraulique, Option hydraulique urbaine, Université De Saïda - Dr Moulay Tahar.
- [33] GAUJOUS D. La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220. 1995.
- [34] REJSEK F., Analyse des eaux - Aspects réglementaires et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA Quitaine, Bordeaux. 71, 144p.2002.
- [35] ABIBSI Nadjat, 2011: Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantés (Phyto-épuration) pour l'irrigation des espèces verts. Application à un quartier de la ville de Biskra. Mémoire de Magister en Hydraulique, option: Hydraulique Urbaine. Université Mohamed Khider, Biskra.
- [36] LAKHDARI Bouazza, effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz, mémoire de Magister en chimie, Université de Tlemcen, 2011, pp 106.
- [37] GAID A., : Épuration biologique des eaux usées urbaines. TOME I, Place centrale de Ben-Aknoun Alger.

- [38] MOSBAHI A, SAIFI S, Application de biomatériaux dans le traitement physicochimique des eaux usées, Mémoire du Master en hydraulique, Option hydraulique urbaine, Université De Saïda - Dr Moulay Tahar.
- [39] LAZHAR Graini, 2011: Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire de Magister, option: Optique appliquée. Université FERHAT ABBAS de Sétif.
- [40] DERRADJI Manel, 2014: Contribution à l'étude de la tolérance des plantes épuratrices dans l'épuration des eaux usées: stratégie et application. Mémoire de Doctorat, option: Toxicologie. Université Badji Mokhtar. Annaba.
- [41] METAHRI Mohammed Saïd, Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2012, pp 172.
- [42] Journal officiel de la république Algérienne n° 06. 2005.
- [43] DESJARDINS R., Le traitement des eaux, deuxième édition revue et enrichie.
- [44] DEGREMONT. Mémento technique de l'eau. 8ème édition ; tome 2, (1978), pp : 596, 606,613.
- [45] SAGGAI M, (2004), Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mem. Magister. Univ. Ouargla.64p.
- [46] 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.67p.
- [47] BOUCHEMAL F, Diagnostic de Fonctionnement de la station D'épuration de Kouinine: Solutions Proposées, Mémoire du Master en hydraulique, Université d'El-Oued
- [48] METAHRI M Saïd, 2012: Elimination simultanée de la pollution Azotée et Phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou. Mémoire de Doctorat, option: Génie des procédés. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- [49] ZEGHOUD M SEIFEDDINE 2013: Étude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de MÉGHIBRA
- [50] GAÏD A., Traitement des eaux usées urbaines, Omnium de Traitement et de Valorisation (OTV), Doc. C 5 220.
- [51] WETZEL, R.G. (1993), Constructed Wetlands : Scientific Foundations are Critical, G.A., Constructed Wetlands for Water Quality Improvment, Lewis Publishers.

[52] DUCHEMIN J. (1994), Effluents domestiques et phosphore : le rendement des filières d'assainissement autonome, in Phosphore des villes... Phosphore des champs - journée d'échanges techniques du 13 décembre 1994, Ministère des Affaires Sociales de la Santé et de la Ville, DDASS d'Ille-et-Vilaine, DDASS de Loire-Atlantique, France, Derval.

[53] Agence de l'Eau Seine-Normandie (1999), Guides des procédés épuratoires intensifs proposés aux petites collectivités, Nanterre.

[54] Cooper P. (1996), Reed beds & Constructed Wetlands for wastewater treatment. S.T.W.WRC, Ed.

[55] Agence de l'Eau Seine-Normandie, CEMAGREF – 1998

[56] Agences de bassins (1979), Lagunage naturel et lagunage aéré : procédés d'épuration des petites collectivités, CTGREF d'Aix en Provence.

[57] GLS, 2003 ; Memo tec n°24; l'élimination de la pollution azotée des eaux résiduaires urbaines.

[58] DAUVERGINE. Géraldine ,2007 ; Mise en place d'indicateurs de suivi et d'optimisation de stations d'épuration -Application a trois installations de type boues activées de plus de 8500 EQH ; Mémoire de fin d'étude présente pour l'obtention du Certificat d'Etudes Supérieures spécialité "Eau Potable et Assainissement"

[59] <https://ona-dz.org/Exploitation-et-maintenance.html>

[60] <https://ona-dz.org/article/presentation.html>

[61] <http://ona-dz.org/Organisation.html>

[62] <https://ona-dz.org/article/missions.html>

[63] Office National de l'Assainissement, Direction de l'Exploitation et de la Maintenance, tableau de bord exploitation du mois d'octobre 2019.

[64] Office National de l'Assainissement, Direction de l'Exploitation et de la Maintenance, bilan de l'exploitation de l'année 2017.

[65] <https://www.seor.dz/metiers-de-leau/assainissement/stations-depuration/>

Liste des figures

Chapitre 01 :

Figure 1-1 : Situation géographique de la région Hydrographique OCC.....	2
Figure 1-2 : Présentation des bassins versants de la région d'étude(AGIR/ABH).....	3
Figure 1-3 : Découpage géographique et administratif dans la Région Hydrographique(OCC).....	3
Figure 1-4 : Cadre géomorphologique de la région	7
Figure 1-5 : Schéma structurale de la chaîne alpine de la Méditerranée occidentale selon Benest 1985.....	9
Figure 1-6 : réseau hydrographique de la région hydrographique Oranie-Chott Chergui.....	10
Figure 1-7 : Ressources en eaux souterraines des principales unités hydrogéologiques de la région	12
Figure 1-8 : L'évolution des températures moyennes annuelles durant la période 1982-2016.....	13
Figure 1-9 : Variations interannuelles des précipitations (mm) au cours de la période (1982-2016).....	14
Figure 1-10 : Répartition de la population de la région par Wilaya (ONS, 2008).....	16

Chapitre 03 :

Figure 3-1 : Le collecteur du boulevard Sébastopol au début du XXe siècle.....	38
Figure 3-2 : Vue Globale de la Station d'épuration des eaux usées de la ville de Saida.....	40
Figure 3-3 : Schéma récapitulatif.....	40
Figure 3-4 : Dégrilleur à barreaux.....	41
Figure 3-5 : Ouvrage de dessablage-déshuilage combinés.....	43
Figure 3-6 : Décanteur rectangulaire avec raclage de boues	43
Figure 3-7 : Infiltration-percolation étanchée et drainée	45
Figure 3-8 : Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical.....	46
Figure 3-9 : coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal	47
Figure 3-10 : coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal.....	49
Figure 3-11 : Emprise au sol d'un lagunage naturel	50

Figure 3-12 : Schéma de principe d'un lagunage aéré.....	52
Figure 3-13 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien	56
Figure 3-14 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique	57
Figure 3-15 : Synoptique d'une boue activée - aération prolongée.....	58

Chapitre 04 :

Figure 4-1 : Répartition des unité de l'ONA par zones géographiques	65
Figure 4-2 : Nouvelle organisation territoriale de l'ONA	66
Figure 4-3 : Répartition du volume des eaux usées relevées par zones durant le mois d'Octobre 2019.....	67
Figure 4-4 : Répartition des STEP gérées par l'ONA	68
Figure 4-5 : Répartition des STEP dans la région d'étude (OCC).....	69
Figure 4-6 : Localisations des STEP dans la région d'étude	70
Figure 4-7 : Rendement épuratoire (%) par zone.....	76
Figure 4-8 : Rendement épuratoire (%) par unité	76
Figure 4-9 : L'équivalent-habitant par zone.....	82
Figure 4-10 : L'équivalent-habitant Par unité	82
Figure 4-11 : Débit Nominal (m ³ /j) par zone	82
Figure 4-12 : Débit nominal (m ³ /j) par unité.....	82
Figure 4-13 : Volume annuel à traiter (m ³) par zone.....	83
Figure 4-14 : Volume annuel à traiter (m ³) par unité	83
Figure 4-15 : Charge hydraulique par zone (%)	83
Figure 4-16 : Ratio de la consommation électrique Active (wh/m ³)des STEP par zone durant le mois d'Octobre 2019.....	86
Figure 4-17 : Répartition de la consommation d'énergie électrique active (kwh) des STEP & SR par zone durant le mois d'Octobre 2019	86

Liste des tableaux

Chapitre 01 :

Tableau 1.1 : Éléments administratifs de la région hydrographique Oranie - Chott Chergui	4
Tableau 1.2 : Exploitation de quelques nappes dans la région Oranie Chott Chergui.....	11
Tableau 1.3 : Éléments administratifs et populations de la région	15
Tableau 1.4 : L'évolution démographique en Algérie (2019-2035).....	16
Tableau 1.5 : Répartition des entités économiques sur le littoral par secteur d'activité	17
Tableau 1.6 : Effectif des principales activités industrielles en 2006.....	17
Tableau 1.7 : Répartition des besoins en eau industrielle par wilaya	18
Tableau 1.8 : Petite et Moyenne Hydraulique par wilaya de la région OCC.....	18
Tableau 1.9 : Grands barrages de la région hydrographique OCC	19
Tableau 1.10 : Récapitulatif des différentes retenues en exploitation, en travaux et en étude dans la région OCC (AGIR/ABH) « Retenue collinaire »	20

Chapitre 02 :

Tableau 2 .1 : Les virus dans les eaux usées.....	31
Tableau 2.2 : Les parasites pathogènes dans les eaux usées.....	32
Tableau 2.3: Les bactéries pathogènes dans les eaux usées.....	33
Tableau 2.4 : Normes de rejets internationales (OMS).....	34
Tableau 2.5 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.....	35

Chapitre 03 :

Tableau 3.1 : Différents types de dégrillage	42
Tableau 3.2 : Base de dimensionnement pour les lagunes aérées.....	52
Tableau 3.3 : Base de dimensionnement pour la lagune de décantation	52
Tableau 3.4 : Techniques d'épuration extensives.....	53
Tableau 3.5 : Efficacité des filières extensives selon les paramètres.	54
Tableau 3.6 : Récapitulatif des avantages et inconvénients des filières extensives.....	54
Tableau 3.7 : Dimensionnement des lits bactériens.....	57
Tableau 3.8 : Dimensionnement des disques biologiques	58
Tableau 3.9 : Avantages et inconvénients des filières intensives	59

Chapitre 04 :

Tableau 4.1 : Nouvelle organisation territoriale de l'ONA.	65
Tableau 4.2 : Nombre de stations en fonction du taux d'utilisation de la STEP.	69
Tableau 4.3 : Rendements épuratoires des STEP durant l'année 2019	71
Tableau 4.4 : Répartition par zone des débits des eaux usées à traiter durant l'année 2019 ..	77
Tableau 4.5 : Réutilisation des eaux usées épurées durant l'année 2017 en STEP en exploitation gérées par l'ONA.....	85
Tableau 4.6 : Les ratios directs d'exploitation des systèmes d'assainissement gérés par l'ONA(2019)	87

Annexe 1

Notions générales sur le mode d'exploitation et d'investissement dans une station d'épuration

1. Facilité d'entretien et Coûts d'exploitation

Les bons résultats des systèmes extensifs individuels sont en partie à relier à une différence majeure entre les systèmes intensifs et extensifs : la facilité d'entretien. En effet, le bon fonctionnement des systèmes extensifs ne requiert aucune opération complexe d'entretien. Aucune main d'œuvre spécialisée n'est nécessaire, ce qui induit des coûts inférieurs aux coûts de gestion des filières intensives. Dans le cas des techniques intensives, l'entretien du matériel électromécanique et la vidange des boues sont contraignants et doivent être effectués par du personnel qualifié. Pour des petites collectivités (400 EH), ces différences se chiffrent à des coûts d'exploitation 2 fois plus élevé pour les stations à boues activées par rapports aux filières extensives. Ces dernières ont un coût estimé à 9 €/par habitant et par an. La prise en charge individuelle d'un système extensif est aisée et responsabilise le propriétaire, tant par les aspects visuels de contrôle, que par la proximité. La plupart des usagers dont les eaux usées disparaissent dès l'instant où elles sont passées au-delà du « trou » de l'évier, ignorent quel est leur trajet, et si elles rejoignent une station d'épuration, ou la rivière... Le geste est : se débarrasser d'un produit en le versant dans le « néant ». Toxique ou pas, l'impact du produit n'est pas perceptible. Dans le cas d'une gestion, soit autonome, soit en petite collectivité, dans des filtres plantés ou des lagunes, chacun identifie plus clairement le lien entre le geste posé à la maison et la conséquence potentielle sur le fonctionnement de l'écosystème artificiel, avant d'atteindre le milieu naturel. A la différence des stations intensives classiques, l'extensif offre une possibilité de contrôle visuel.

2. Consommations électriques

Les consommations électriques sont généralement nulles dans les filières extensives. Ceci les différencie fortement des filières à boues activées ou disques biologiques par exemple, dont le bon fonctionnement est dépendant de l'aération mécanique. Les consommations électriques représentent une part importante des coûts d'exploitation, ce qui amène certains particuliers à couper l'alimentation électrique des aérateurs... avec les conséquences désastreuses sur le plan des performances épuratoires ! Notons également que la question du bruit des équipements (pompes et aérateurs) est parfois avancée comme un gêne pour les riverains de stations.

3. Coûts d'investissement

Le fonctionnement optimal d'un système extensif dépendra notamment de la précision avec laquelle l'hydraulique du dispositif a été étudiée. En effet, un risque majeur de dysfonctionnement est la création de court-circuits hydrauliques. L'extensif requiert de ce fait un important travail de conception. Chaque cas concret doit faire l'objet d'une étude de site : topographie précise, dénivelé existant, points d'arrivée des eaux usées et possibilités de rejets vers des eaux de surface ou d'infiltration, surface disponible, contraintes de proximité de l'habitat, etc.

Les données du tableau ci-dessous sont dérivées d'expériences françaises

Tableau 1 : coûts (en EURO HT) pour une station de 1000 habitants (Source : Document technique FNDAE n°22 - 1998)

procédés	Boues activées	Lits bactériens	Disques biologiques	Lagunes aérées	Lagunes naturelles
Investissement	230.000 (± 30 %)	180.000 (± 50 %)	220.000 (± 45 %)	130.000 (± 50 %)	120.000 (± 60 %)
Fonctionnement (dont énergie) => Coût annuel en EURO/an	11.500	7.000	7.000	6.500	4.500

Les chiffres, on le voit sur les exemples cités ci-dessus, peuvent varier assez sensiblement selon les sources alors que l'objet étudié reste le même (construction d'une station en France). Ceci confirme que réaliser une comparaison des coûts entre les différentes techniques extensives au niveau européen reste très délicat. Différentes études permettent d'avancer que les stations d'épuration allemandes coûtent, à capacité égale, 20 à 25 % plus cher qu'en France du fait du coût de la construction, du matériel utilisé et des facteurs de sécurité utilisés. A l'inverse les coûts des stations en Grèce ou au Portugal seront moins élevés qu'en France, du fait d'un coût de la construction moins élevé.

Par ailleurs, le contexte local peut entraîner différents surcoûts au niveau de l'investissement (terrassement dans une zone de granit, sol perméable entraînant la nécessité d'une pose de géomembrane, absence de sable à proximité...). Enoncer des règles générales dans ce domaine est, pour le moins, hasardeux.

En revanche, il est possible d'avancer que l'exploitation des différentes filières extensives est plus légère et, par conséquent, moins coûteuse que celle des techniques intensives en particulier en ce qui concerne le coût énergétique et le coût engendré par la gestion des boues. C'est le grand avantage de ces techniques qui, de plus, ne nécessitent pas de main d'œuvre spécialisée. Néanmoins, il ne faut, en aucun cas, négliger ces tâches sous peine de voir les performances de l'installation chûter de manière vertigineuse (cf. tableau 3.9).

Globalement, l'utilisation de procédés extensifs devrait permettre, à capacité égale, de réaliser une économie moyenne de 20 à 30% sur les coûts d'investissement, et de 40 à 50% sur les frais de fonctionnement, par rapport aux systèmes d'épuration intensifs.

4. Adaptabilité des filières aux conditions climatiques et perméabilité du sol

C'est l'adéquation des différentes caractéristiques de la filière au contexte local qui doit guider le décideur. Dans cette optique, l'adaptabilité des filières aux conditions climatiques doit être étudiée plus en détail.

Les systèmes de lagunes à macrophytes sont sensibles aux conditions de température de l'eau. Les cinétiques de dégradation sont amoindries par une baisse de la température. Concernant les lagunes à microphytes, la photosynthèse peut continuer à avoir lieu sous un ou deux centimètres de glace.

Dans le dimensionnement des lagunes à macrophytes, la constante de dégradation est dépendante de la température. Cependant la variabilité des débits et des concentrations en fonction des saisons rend difficile l'interprétation de l'impact de la température. Le cycle de l'azote est le plus sensible aux effets de températures. Les effets sur la DBO5 sont curieusement moins évidents et animent plusieurs discussions. En revanche, les MES ne sont pas affectées par la température.

Le temps de séjour dans les bassins varie en fonction des conditions climatiques et donc indirectement affecte les rendements attendus. Les fortes évapotranspirations rencontrées pendant les saisons chaudes peuvent augmenter considérablement le temps de séjour et, par voie de conséquence, le rendement. Le gel d'une tranche d'eau supérieure en hiver, au contraire, réduit le temps de séjour

L'implantation de lagunes aérées dans des zones de climat froid extrême est à éviter.

Quelle que soit la filière retenue, dans des climats extrêmes, il conviendra de prendre en compte un facteur de sécurité au niveau du dimensionnement. Un travail complémentaire pour déterminer plus précisément ces facteurs reste à faire.

C'est, en fait, l'espace disponible et la perméabilité du sol plus que le climat qui sont les principaux facteurs déterminants.

5. Intégration paysagère et pédagogique

Les stations d'épuration classiques, intensives, de grandes dimensions, comprennent généralement des bassins hors sol en béton, des bras et ponts mécaniques, et s'intègrent dès lors difficilement à un paysage rural. Les systèmes extensifs ont pour avantage de présenter une physionomie assez naturelle, ce qui rend leur intégration paysagère assez aisée. De plus, selon les cas, l'écosystème créé, lagune ou roselière, peut devenir une zone refuge pour la faune des milieux aquatiques, qui permet des actions pédagogiques auprès des scolaires et habitants du voisinage.

6. Espace disponible (Arbre de décision)

On peut proposer l'arbre de décision suivant pour le choix d'une filière d'épuration.

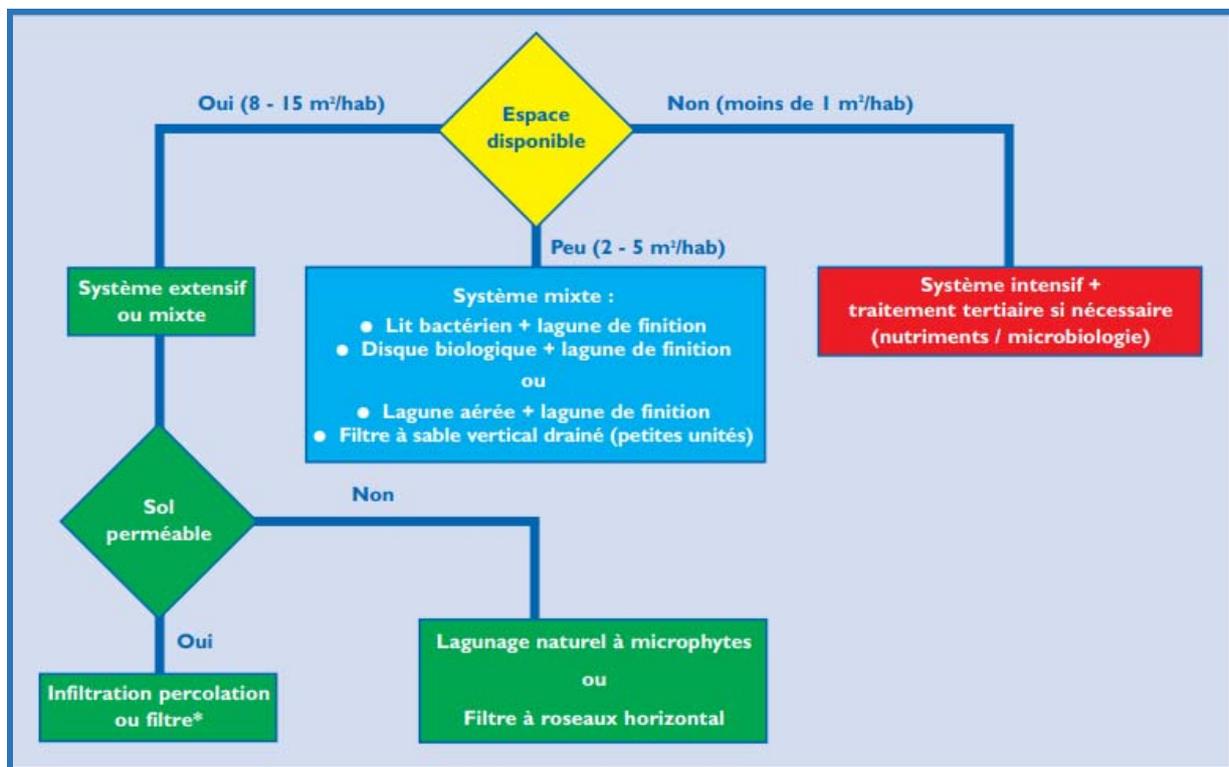


Figure 1 : Arbre de décision (d'après Jean Duchemin - Commission Européenne - 2001)