République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

UNIVERSITE DE MEDEA

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie des Procédés

Mémoire de Fin d'Etude pour l'obtention du diplôme de Master
En **Génie des Procédés**

Option : **Bioprocédés Pharmaceutique**

THEME

Effet des antibiotiques sur le processus d'épuration biologique des eaux usées

Proposé par :

Dr. H CHERIFI

Présenté par :

M^elle.^ BOUCHENEFA Anissa

Promotion 2011/2012

Remerciements

Au moment de présenter ce travail, il m'est infiniment agréable de remercier Allah le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage d'affronter toutes les difficultés et qui ma permis de cueillir le fruit d'un long cursus scolaire et universitaire.

Je remercie vivement et chaleureusement :

- ***Ma promotrice Mme Chérifi, docteure a l'université de Médéa pour avoir attentivement dirigé ce mémoire durant toutes ses phases et pour son aide et ses précieux conseils.***
- ***Les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'examiner et de juger mon travail.***
- ***Toute ma gratitude à Mr Boukarta, directeur de l'ONA, unité de Médéa et Mr Benramoul, chef de STEP Médéa, pour leur soutien, et leur compréhension.***

Je remercie aussi :

- ***Tout le personnel de la STEP Médéa, plus spécialement le personnel de laboratoire : Aicha, Nadia, Mohamed***
- ***Tout le personnel de laboratoire de l'ADE.***
- ***Les professeurs et les encadreurs du département de Génie des procédés.***



Anissa

Dédicace



Avant toute dédicace je tiens à remercier Allah le tout puissant qui m'a donné le courage et la foie pour mener ce travail à terme.

A mes chers parents qui ont fait Sacrifice de leur noble existence pour bâtir la mienne et à qui j'exprime ma gratitude

- ***A ma mère qui ma accompagné durant tout ce parcours, m'offrant ce qu'une mère a de mieux, amour, soutien et compréhension.***
- ***A la pensé de mon père qui m'a quitté avant la réalisation de ce projet, dont cette réussite est le fruit de son soutien, sa confiance, et ses encouragements, tout au long de ces années, je prie dieu de l'accepter dans son vaste paradis***

A mes très chers frères : Walid pour ses conseils et Nabil auquel j'espère qu'il vive cette expérience

A ma unique sœur : Yousra

A toute ma famille petite et grande sans exception

A tous mes amis

A tous mes collègues de travail (ONA)

A tous les étudiantes de bioprocédés pharmaceutiques, promotion 2011-20012

Anissa

Sommaire

Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations
Nomenclature
Résumés
Introduction générale 1

Chapitre I. Les Eaux usées et leurs origines

Généralités sur les eaux usées 3
I.1 Eau Usée 3
I.1.1 Définition des eaux usées 3
I.2 Origine des eaux usées 3
I.2.1 Les rejets domestiques 3
I.2.2 Les rejets industriels 4
I.2.3 Eaux de ruissellement 4
I .3 pollution des eaux 5
I.3.1 Micropolluants 5
I.3.1.1 Eléments traces métalliques (ETM) 5
I.3.1.2 Micropolluants organiques 5
I.3.1.3 Microorganismes pathogènes 6
I.3.2 Risques sanitaires liés aux eaux usées 6
I.4 Différents types de pollution 6
I.4.1 pollution organique 6
I.4.1.1 Pollution organique biodégradable 7
I.4.1.2 Pollution organique non-biodégradable 7
I.4.2 Pollution chimique 7
I.4.3 Pollution physique 7
I.4.4 Pollution microbienne 8
I.5 Les conséquences de la pollution 8
I.5 .1 Les conséquences sanitaires 8
I.5.2 Conséquences écologiques 8
I.5.3 Conséquences esthétiques 9
I.5.4 Conséquences industrielles 9

I.5.5 Conséquences agricoles 9
I.6Critère d'évaluation de la pollution 9
I.6.1 critères organoleptiques 9
I.6.1.1 Couleur 9
I.6.1.2 Turbidité 9
I.6.2 Critères physiques 10
I.6.2.1 Température (T°) 10
I.6.2.2 Potentiel d'hydrogène (pH) 10
I.6.2.3 Conductivité électrique 10
I.6.2.4 Matières en suspension (MES) 10
I.6.2.5 Métiers volatiles en suspension (MVS) 11
I.6.2.6 Métiers minérales en suspension (MMS) 11
I.6.2.7 Indice de MOHLMAN (IM) 11
I.6.2.8 Phosphates 11
I.6.2.9 Nitrates et nitrites 11
I.6.2.10 Métaux lourds 12
I.6.3 Critères chimiques 12
I.6.3.1 Oxygènes dissous 12
I.6.3.2 Demande biologique en oxygène (DBO5) 12
I.6.3.3 Demande chimique en oxygène (DCO) 12
I.6.4 Critères microbiologiques 13
I.7 Lutte contre la pollution 13
I.7.1 Conditions de rejet 13
I.7.2 Normes d'OMS 13
I.8 Les substances médicamenteuses dans les eaux usées urbaines 15
I.8.1 Origine des substances médicamenteuses 15
I.8.1.1 Rejet des entreprises pharmaceutiques 15
I.8.1.2 La consommation de médicaments 16
I .9 Les Antibiotiques 17
I.9.1 Définition 17
I.9.2 Classification des Antibiotiques 17
I.9.2.1 D'après leur origine 19
I.9.2.2 d'après leur spectre d'action 17

I.9.2.3 D'après leurs propriétés physico-chimiques (ou d'après leur charge électrique) 17

I.9.2.4 d'après leur structure chimique 17

I.9.2.5 D'après leur point d'attaque 18

I.9.2.6 D'après leur mécanisme d'action 18

I.9.3 Mode d'action 18

I.9.4 L'élimination des antibiotiques 19

I.9.5 la présence d'antibiotiques dans les eaux usées 20

I.9.6 L'amoxicilline 20

I.9.6.1 Structure chimique 20

I.9.6.2 Effet secondaire et toxicité 21

I.9.6.3 Pharmacocinétique 21

Chapitre II. ***Epuration des eaux usées***

Généralités 22

II. 1Filières de traitement des eaux usées 22

II.2 prétraitement 23

II.2.1 Dégrillage 23

II.2.2 Dessablage et déshuilage 23

II.3 Traitement primaire 23

II.3.1 La décantation primaire 23

II.3.2 L'utilisation d'un décanteur lamellaire 24

II.4 Traitement secondaire 24

II.4.1 Traitement physico-chimique 24

II.4.2 Traitement biologique 24

II.4.2.1 Les procédés biologiques extensifs 24

II.4.2.2 Les procédés biologiques intensifs 25

II.5 Traitement supplémentaire ou tertiaires 26

II.5.1 Les traitements chimiques et les ultraviolets 26

II.5.2 Les membranes 26

II.6 Définition des boues 26

II.6.1 Le liquide interstitiel 26

II.6.2 La microfaune 27

II.6.3 Développement des bactéries 27
II.6.3.1. Filamenteuse 27
II.6.3.2 Floculée 28
II.6.3.3. Dispersée 28
II.6.4 L'origine des boues 29
II.6.4.1 Présentation succincte de la biomasse épuratrice de boues activées 29
Chapitre III. Parties expérimentale
Introduction 31
III.1 Présentation de la station d'épuration des eaux usées 31
III.1.1 Description et historique de la Station d'épuration 31
III .1.2 Charge polluante 32
III.2.Description de procèdes de fonctionnement de la station d'épuration 32
III.2.1. Prétraitement mécanique 32
III .2.1.1 Dégrillage grossier 32
III .2.1.2 Dégrillage fin 33
III .2.1.3 Dessablage et déshuilage 33
III.2.2.Traitement biologique 34
III.2.3. Décantation et pompage des boues en excès 34
III.2.4.Désinfection et comptage de l'eau épurée 35
III.3 Matériel et Produits 35
III.3.1Matériels 35
III.3.2 Produits 35
III.3.3 Les échantillons 36
III.4 Méthodes 36
III.4.1 Analyses physico-chimiques 36
III.4.1.1 La matière en suspension (MES) 36
III.4.1. 2 Demande chimique en oxygène (DCO) 37
III.4.1.3 Demande biologique en oxygène (DBO_5) 38
III.4.1.4L'Ammonium 39
III.4.1.5Nitrate 40
III.4.1 .6 Phosphate 41

III.4.2 La courbe d'étalonnage 41
III .5 Résultats et discussions 43
III .5.1 L'analyse par microscope optique (MO) 43
III. 5.2 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur les MES 44
III.5.3 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur la DCO 45
III. 5.4 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur la DBO5 47
III.5.5 Le rapport DCO/DBO_5 48
III. 5.6 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur l'ammonium 49
III.5.7 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur les nitrates 50
III. 5.8L'effet de la concentration d'antibiotiques sur les orthophosphates 52
III .5.9 le rendement d'épuration des différents échantillons 53
III.5.10 Etude de la dégradation de l'amoxicilline 54
III.5.10.1 Par les boues activées 54
III .5.10.2 Par le charbon actif 55
Conclusion générale 56
Bibliographie
Annexes

Liste des tableaux

Chapitre I. ***Les Eaux usées et leurs origines***

Tableau I .1 : valeur limitée maximale des paramètres de rejets des installations de déversement industrielles 14

Chapitre II. ***Epuration des eaux usées***

Tableau II.1 : Population des boues activées 29

Chapitre III. Parties expérimentale

Tableau III.1 : Caractéristiques des eaux usées entrant quotidiennement à la STEP Médéa 32

Tableau III.2 : Densité optique en fonction de la concentration de l'amoxicilline 41

Tableau III.3 : La variation du rendement épuratoire par apport aux différentes concentrations de l'amoxicilline 53

Tableau III.4 : La variation du rendement épuratoire par apport aux différentes concentrations de l'oxacilline 54

Liste des figures

Chapitre I. Les Eaux usées et leurs origines

Figure I.1 : Mode d'action des antibiotiques 19

Figure I.2 : La structure chimique de l'amoxicilline 21

Chapitre II. Epuration des eaux usées

Figure II.1 : Schéma des différentes étapes d'épuration des eaux par boues activées 22

Figure II .2: Observation microscopique : floc, microfaune et liquide interstitiel 27

Figure II.3 : Croissance filamenteuse (GX 100) 28

Figure II.4 : Croissance floculée (GX 100) 28

Figure II .5 : Croissance dispersée (GX 100) 29

Chapitre III. Parties expérimentale

Figure III .1: Plan de la situation géographique de la STEP Médéa 31

Figure III.2: Dégrilleur grossier 32

Figure III.3: Dégrailleur fin 33

Figure III.4: Dessableur et déshuileur 33

Figure III.5 : Bassins d'aération 34

Figure III.6: Décanteur 34

Figure III.7: Bassin de chloration 35

Figure III.8 : Courbe d'étalonnage de l'amoxicilline 42

Figure III.9 : Image microscopique des flocs 43

Figure III. 10 : vorticelle convallaria *(*flocs aéré) 43

Figure III.11 : Squelette de bactérie filamenteuse 43

Figure III.12: Effet de l'Amoxi sur la concentration en mg/l des MES au bout de 24h 44

Figure III.13 : Effet de l'oxa sur la concentration en mg/l des MES au bout de 24h 44

Figure III. 14 : Effet de l'oxa sur la concentration en mg/l de la DCO au bout de 24h 45

Figure III.15: Effet de l'oxa sur la concentration en mg/l de la DCO au bout de 24h 46

Figure III. 16 : Effet de l'Amoxi sur la concentration en mg/l de la DBO_5 au bout de 24h 47

Figure III.17 : Effet de l'Oxa sur la concentration en mg/l de la DBO_5 au bout de 24h 47

Figure III.18: Variation de rapport DCO/ DBO_5 en fonction des concentrations d'Amoxi 48

Figure III.19 : Variation de rapport DCO/ DBO_5 en fonction des concentrations d'Oxa 49

Figure III.20: Effet de l'Amoxi sur la concentration d'ammonium en mg/l au bout de 24h 49

Figure III.21: Effet de l'oxa sur la concentration d'ammonium en mg/l au bout de 24h 50

Figure III.22: Effet de l'Amoxi sur la concentration des nitrates en mg/l au bout de 24h 51

Figure III.23 : Effet de l'oxa sur la concentration des nitrates en mg/l au bout de 24h 51

Figure III.24 : Effet de l'Amoxi sur la concentration d'orthophosphates en mg/l au bout de 24h 52

Figure III.25 : Effet de l'oxa sur la concentration des orthophosphates en mg/l au bout de 24h 52

Figure III.26 : La réduction des différentes concentrations d'amoxicilline (Amoxi/BA) 54

Figure III.27 : La réduction des différentes concentrations d'amoxicilline (Amoxi/CA) 55

Liste des abréviations

Abs : Absorbance

ADN : **A**cide **D**ésoxyribonucléique

ATB : Antibiotique

Amoxi : Amoxicilline

DBO : **D**emande **B**iologique en **O**xygène

DCO : **D**emande **C**himique en **O**xygène

DO : **D**ensité **O**ptique

Eq : Equivalant

SPE : **S**ubstances **P**olymériques **E**xtracellulaires

IM : **I**ndice de **M**OHLMAN

MES : Matière **E**n **S**uspension

MMS : **M**atières **M**inérales en **S**uspension

MO : **M**icroscope **O**ptique

MVS : **M**atières **V**olatiles en **S**uspension

OMS : **O**rganisation **M**ondial de la **S**anté

ONA : **O**ffice **N**ational d'**A**ssainissement

Oxa : Oxacilline

pH : Potentiel d'hydrogène

STEP : Station d'épuration

UV : **U**ltra **V**iolet

Matériel non biologiques :

- **Appareils**

  - ✓ Spectrophotomètre (HACH) DR 4000
  - ✓ Centrifugeuse (HERMLE Z**300**) avec accessoires (rotor pour gros tubes)
  - ✓ Four 30- 3000 C^0 NABER THERM
  - ✓ Dessicateur
  - ✓ Appareil pour DCO (6 flacons) BEHR
  - ✓ Incubateur pour DBO (AQUA hytic)
  - ✓ Etuve BINDER
  - ✓ Hotte
  - ✓ Pompe à vide (suppresseur)
  - ✓ Microscope optique
  - ✓ Balance 220 g (KERN) d = 0.1mg
  - ✓ Agitateur magnétique chauffant IKA (RET)

- **Verreries**
  - ✓ Entonnoir
  - ✓ Eprouvette 1l.100ml
  - ✓ Becher
  - ✓ Pissette
  - ✓ Lames
  - ✓ Lamelles
  - ✓ Pipettes 1ml, 5ml, 20ml
  - ✓ Fioles 250ml, 500ml
  - ✓ Papier filtre

- **réactifs et produits chimiques :**
  - ✓ Acide ascorbique
  - ✓ Dichromate de potassium
  - ✓ Sulfate d'argent
  - ✓ Sulfate de mercure
  - ✓ Salicylate de sodium
  - ✓ Azoture de sodium
  - ✓ Acide acétique.
  - ✓ Eau distillée
  - ✓ Hydroxyde de sodium
  - ✓ Acide chlorhydrique.
  - ✓ Acide sulfurique.

Tableau 1 : Méthode de mesure de la DBO_5.

DBO_5 estimée mg/l	**Prise d'essai ml**	**Facteur**
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43.5	50

Tableau 2 : Préparation de la gamme des nitrates.

	Blanc	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Solution étalon 1 mg/l	0	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml
Azoture de sodium	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml
Acide acétique	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml

- On évapore à 75 – 88 C°.
- On ajoute après séchage et refroidissement le Salicylate de Na

Salicylate de Na	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml

- On évapore à 75 – 88 C°.
- On ajoute après séchage et refroidissement.

Acide sulfurique H_2SO_4	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml

- On attend 10 min et on rajoute :

Eau distillée	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml
Solution Alcali	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml

Tableau 3: Préparation de la gamme de l'ammonium

Fioles	**T**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Solution fille 1 mg/l	0	10	20	30	40
H_2O	40	30	20	10	0
Dichloroisocyanurate de sodium	4ml	4ml	4 ml	4 ml	4 ml
Réactif coloré	4ml	4 ml	4 ml	4 ml	4 ml
N-NH4 mg/l	0	0,2	0,4	0 ,6	0,8

Tableau 4: Préparation de la gamme des orthophosphates.

	Echantillon									
Fioles	**T**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**
Solution fille 20 mg/l	0	1	2	3	8	10	13	15	18	20
H_2O (ml)	40	39	38	37	32	30	27	25	22	20
f **PO_4^{3-} mg/l**	0	0.04	0.08	0.12	0.32	0.4	0.52	0.6	0.72	0.8
Acide ascorbique (ml)	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Sel.molybdate acide (ml)	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml

Tableau 5:les résultats des analyses physico-chimique des échontillons (témoin et les échantillons à différentes concentrations d'Amoxi

paramètres	Témoin		Echantillon 1 a 20mg/l		Echantillon 2 a 50mg/l		Echantillon 3 a 100mg/l	
	Avant traitement	Après traitement	Avant traitement	Après traitement	Avant traitement	Après traitement	Avant traitement	Après traitement
MESmg/l	427	3	429	26	438	27,2	441	28
DCO mg/l	672	57,6	772	67,2	791,2	115,2	864	172,8
DBO5mg/l	400	4	260	8,46	240	8,46	200	10
N-NO_3^- mg/l	2,75	12,2	2,75	28,9	2,8	32,7	2,8	35,4
N-NH_4^+mg/l	19,2	0	20,4	0	22,4	0,36	23,8	0,41
P-PO_4^{3-}mg/l	0,8	0,4	0,8	2,1	0,9	2,56	1	3

Tableau 6:les résultats d'analyse physico-chimique des échantillons (témoin et les échantillons à différentes concentration d'oxa

paramètres	Témoin		Echantillon 1 a 20mg/l		Echantillon 2 a 50mg/l		Echantillon 3 a 100mg/l	
	Avant traitement	Après traitement	Avant traitement	Après traitement	Avant traitement	Après traitement	Avant traitement	Après traitement
MESmg/l	464	10	483	30	486	30,9	501,4	32
DCO mg/l	614,4	28,8	633,6	38,4	979,2	67,2	1017,2	105,6
DBO5mg/l	480	0	400	2	380	10	300	24
N-NO_3^- mg/l	3.5	28	3.5	36	3.63	38	3 .75	32.1
N-NH_4^+mg/l	16,8	0	18,4	0	21,6	0,41	26,4	0,54
P-PO_4^{3-}mg/l	0,9	0.1	0.9	2.96	0.9	3.2	1.2	3.4

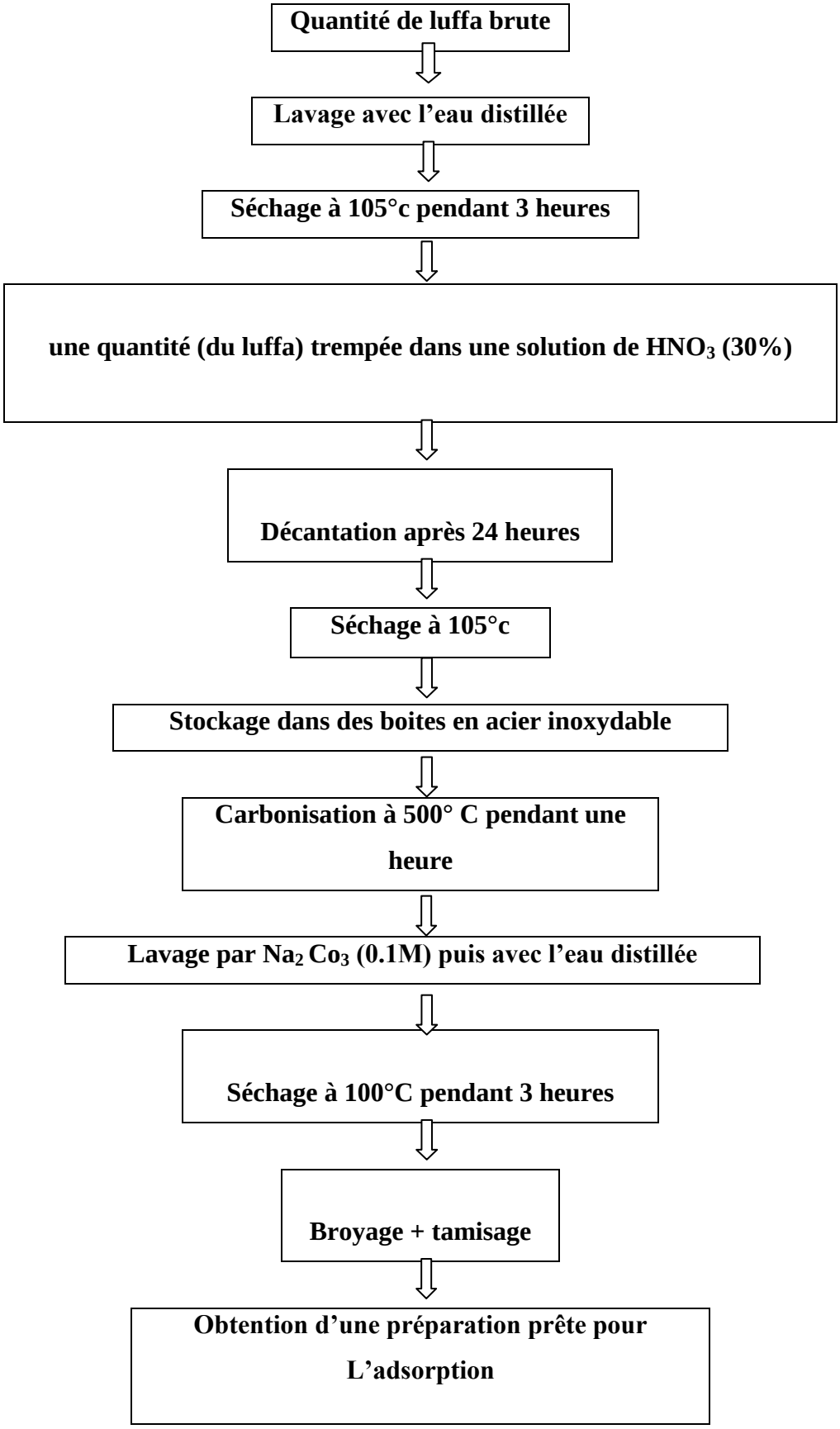


Figure 1 : Organigramme de préparation du charbon actif de la Luffa

Tableau 7 : La réduction des différentes concentrations d'amoxicilline (Amoxi/BA)

C (mg/l)	T=0min	T=10min	T=20min	T=30min
2mg/l	2	1,91	1,4	1,2
5mg/l	5	4,8	4,2	4
10mg/l	10	9,72	9,48	9,48

Tableau 8 : La réduction des différentes concentrations d'amoxicilline (Amoxi/CA)

C (mg/l)	T=0min	T=10min	T=20min	T=30min
2mg/l	2	1,87	1,4	1,05
5mg/l	5	4,7	3,9	3,2
10mg/l	10	9,8	8,48	7,49



Figure 2 : Centrifugeuse HERMEL



Figure 3 : Dispositif de filtration



Figure 4: Etuve BINDER



Figure 5: Balance analytique



Figure 6 : Dessiccateur



Figure 7 : DCO mètre.



Figure 8: DBO mètre numérique

.



Figure 9 : Spectrophotomètre (HACH)



Figure 10 : Spectrophotomètre (UV. Visible)

Nomenclature

Symboles	**significations**	**unités**
C	Concentration de l'antibiotique	mg/l
M	Masse	g
V	volume	ml
R	Rendement	%
t	Temps	Heure
λ	Longueur d'onde	nm

Références bibliographiques

[1]BARNICH-L ; BELLEFROID-M ; DELNOY-M et HAENEN –V. « Le permis d'environnement expliqué » Belgique : la chambre de commerce et de l'industrie, (2003).397p

[2]GROSCLAUDE, G « l'eau : usage et polluant» volume I tome II, paris : INRA(1999).210p

[3]RODIER-J ; LEGUBE-B ; MERLET-N et BRUNET-R. « L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eau de mer » 8 ème édition, paris(2005).1383P

[4] BAUMONT -J, Réutilisation des eaux usées : Risque sanitaire et faisabilité en Ile-de-France, institut d'aménagement et d'urbanisme de la région l'Ile -de- France. (2005)

[5] CLAUDE-R. « Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux » paris ELSEVIER(1996)115p

[6] DJEREMENT-R. « Mémento technique de l'eau »10 ème édition. Paris Lavoisier technique et documentation(2005)1718p

[7] ADEME « Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture »-dossier documentaire.30p (2001)

[8]CAUCHI ; HYVRARD ; NAKACHE ; SCHWARTZBORD ; ZAGURY et BARON « La réutilisation des eaux usées après épuration technique, sciences et méthodes »N°2 (1996).PP :81-118

[9] VILAGINES-R « Eau, environnement et santé publique. Introduction a l'hydrologie » 2eme édition, édition Tec & Doc(2003).198p

[10] FABY-J ; BRISSAUD_F. « L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation »office international de l'eau(1997).76p

[11] WHITE-J-C; HUNTER-M; NAM, KPIGNATELLO-J-J;
ALEXANDER-M « Correlation between the biological and physical availabilities of phenanthrene in soils and soil humin in aging expeeiments(1999) .PP:1720-1727

[12] JOHN- A; BAROSS-F; JOEHANUS et RICHARD-Y MORITA. « Survival of human enteric and other sewage microorganisms under simulated deep-sea conditions. American society for microbiology ,vol 30,N°;PP 309-318(1975)

[13] AFSSA « Rapport sur l'évaluation des risques liées a la préséance de cyanobactéries et de leur toxines dans les eaux usées destinées a l'alimentation, a la baignade et autres activité.www.afssa.fr(2006)

[14] JOHNSON-S; EJLERTSSON-J; LEDIN- A; MERSIOWSKY- I; SEVENSSON- B-H « Mono-and disters from o-phtalic acid in leachates from different European landfills, water research >> 2003.617p

[15] BENSSAFIA -D « Caractéristique des eaux usées de la ville de BOUFARIK » ; station d'épuration, mémore de fin d'étude ; université de BLIDA (1991-1992)

[16] Dr Ahmed-A « L'homme et sont milieu »société national d'édition et des diffusions (SENED) Alger(1994)

[17] V-ALEXEEV « Analyse qualitative »édition, mir-Mosco, (1980)

[18] BOUZIANI-M. « L'eau de la pénurie aux maladies » Oran : ibn Khaldoun(2000).500p

[19] LEVEQUE- C « Ecosystème aquatiques » Ed HACHATTE (1996).324p

[20]DJERMAKOYE-M-M « les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques Et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines thèse de doctorat » Université de BAMAKO.MALI(2005).119p

[21] HADE-A « Nos lacs, les connaitre pour mieux les protéger »Canada: FIDES(2003).359p.

[22]APFELBAUM-M ; ROMON-M ; et DUBUS-M « Diététique et nutrition » 7 ème édition. Paris : Elsevier Masson(2009).516p .

[23]LAVOIE-I ; HAMILTON-B-P ; COMPEAU-S ; GARNIER-M et DILLON-P-J « Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est de Canada, QUEBEC(2008).241p

[24]DESJARDINS-R. « Traitement des eaux ,2eme édition .Canada : presse internationales polytechnique(1997).304p

[25]VALLEE-C ;BILODEAU-G ;et LANAUDIERE-C-J « Les techniques de cultures en multi cellules, Canada ; Institut Québécois du développement de l'horticulture ornementale(1999).394p.

[26]MARTINEAU-G-P « Maladies d'élevage des porcs ; 1ere édition, France agricole(1997).316p

[27]LE PIMEC-P ; LIENARD-A ; BOUNARD-R ; LAFRONT-M. « Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques » Ed MAURICE MARLIN(2002) .160p

[28]BECHAC-JC ; BOUTIN-P ; MERCIER-B et NUER-P. « Traitement des eaux usées »paris ; Eyrolles(1984).281p

[29]BRANGER-A ; RICHARD -MM et ROSTEL-S. « Micro biochimie et alimentation » Ed EDUCAGRI(2007).343p

[30]SATIN-M et SALMI-B. « Guide technique de l'assainissement », 2eme édition ; paris : le moniteur(1999).680p.

[31]GUILLARD-JF et ROMANA-LA. « La mer et les rejets urbains .france IFREMER(1996).244p

[32]MELQUIOT-P « 1001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable » Lyon : RECYCONSULT(2003).190p

[33] STELLMEN-JM. « Encyclopédie de sécurité et de santé au travail »volume II , Genève(2000).PP :53-18

[34]LADJEL-F « exploitation d'une station d'épuration a boue activée » ONA : 74p. (2001)

[35]PRESCOTT-ML ; HARLEY-JP ; KLEIN-DA ; et DUSART-J « Microbiologie » 2eme édition .Bruxelles : Boeck université(2003).1164p

[36]MOUSSA MOUMOUNI ; DJERMAKOYE-H « Les eaux résiduaires des tanneries et des tenturiers : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux souterraines. » Thèse de doctorat en pharmacie(2005).135p

[37]Office inter national de l'eau. Développer les compétences pour mieux gérer l'eau, application d'un pré dimensionnement(2005)

[38]PEUPOTIER-B. « Eco-conception des batiments et des quartiers ;paris Ecoles des mines (2008) .101p

[39] BOEGLIN-J-C. « Traitement physicochimique de la pollution insoluble, téchnique d'ingénieur, environnement(2002) G1 270

[40]KHAOUANE-L. « Etude des propriétés adsorbant d'une biomasse morte de Streptomyces Rimosus et modalité de son usage dans l'épuration des effluents industrielles », mémoire de PFE université de Médéa(2005)

[41]Journal official Algerien (1993)

[42] CORVAISIER -N. « Les substances médicamenteuses dans les eaux usées urbaines » Office inter national de l'eau(2000)

[43] THEBAULT -L. « La pollution de l'eau par les médicaments ». Mémoire de fin d'études : Rennes, Ecole Nationale de la Santé publique (1992).

[44]HALLING-SERANSEN B., NORS NIELSEN S., LANZKY P-F., INGERSLEV F., holten LUTZHEFT .HC, JERGENSEN S.E. Occurrence, fate and effects of pharmaceuticals substances in the environment – a review. Chemosphere. Vol. 36(1998)

[45]ALLAIN -P. Les médicaments. Pharmacologie. Editions Estem, (1996)

[46] biologie.univ-mrs.fr/upload/p62/TD2.pdf(02/09/2012)

[47]http://fr.wikipedia.org/wiki/Antibiotique.(02/09/2012)

[48] A-ZERROUATI « Etude hydrodynamique et physico-chimique liquide courgette fibreuse » application aux traitements des eaux usées, thèse de magistère(2007)

[49]REVUE BIOFITUR « le mensuel européen de biotechnologie N°170 (1997)

[50]D.NAVINA « Manuel de formation de VRAC,tome I,CHIMIVEST,BULGARIE(1990)

[51]Y.MICHEL B.P, DARIES.M « Mécanismes moléculaires de l'action des antibiotiques »(1986)

[52] WEBOGRAPHIE www.bacteriologie.net

[53]http://www.etudiantinfirmier.com/iop/generalites_sur_les_antibiotiques.pdf (17/09/2012)

[54] LOUVET -J, ATTICK-G, DUMAS -D, POTIER -O, PONS -M « Conséquences négatives de la présence d'antibiotiques dans les eaux usées lors de leur épuration par boues activées. Cas de l'érythromycine et des stations d'épuration de Nancy et d'Epinal. (2009)

[55]Z-BOUAMARA ;BOUDAKANI « Etude de possibilité de pétrification de la pénicilline V potassique », PFE, Centre universitaire Médéa(2000)

[56] http://encyclo.voila.fr/wiki/amoxicilline(17/09/2012)

[57]WERTHER –J; OGADA-T « Sewage sludge combustion. Progress in energy and combustion science(1999)

[58]AMIR-S. « Contribution a la valorisation des boues de station d'épuration par compostage », thèse de doctorat; institue national polytechnique de Toulouse, France (2005)

[59] PETIT-K « Actualisation des connaissances sur les éléments biologiques et minéraux persistent dans les boues des station d'épuration, thèse de doctorat vétérinaire(2007)

[60]http://www.google.fr/imgres.q=Schéma+des+différentes+étapes+d'épuration+des+eaux+par+boues+activées(09/09/2012)

[61]AUSSEL-H ; « le becle IC,Damier .G, le point de connaissance sur le traitement des eaux usées.revue de travail et de securité,INRS institut (2004)

[62]LAZORVA-V, et MENEM-J. « Advances in biofilmaerobic reactors ensuring effective bio film activity control, Ed water science and technologie (1994)

[63] ASANO-T Wastewater reclamation and reuse"water quality management library

[64] Faby -J-A., Brissaud -F. « L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation » *Office International de l'Eau*, (1997).76p

[65] Jarde- E. « composition organique des boues résiduaires de station d'épuration de l'orraines et effets de la biodégradation » (Nancy, France) Thèse de doctorat l'Université de HENRI POINCARE France (2002).271p.

[66] Canler -J.P « Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration : origines et solutions » Document élaboré par le GIS-BIOSTEP, Document technique FNDAE n° 33, 2005. 1ère édition coordonnée par le Cemagref **(2004)**

[67] WWW.ademe.fr/partenaires/boues/chap14.htm

[68]D-Pandolfi « caractérisation morphologique et physiologique de la biomasse des boues activées par analyse d'image ; thèse de doctorat, université de lorraine (2006)

[69]LOVET-B « effet des antibiotiques présent des les eaux usées sur le procédé d'épuration par boues activée, thèse de doctorat, lorraine France(2010)

[70] Office International de l'Eau, water et environnement

[71]VASQUES-ANA « substances polymérique extracellulaire dans le procédé de traitement des eaux usées» thèse de doctorat, Nancy université (2010)

[72] Office International de l'Eau « CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT : Nitrification - Dénitrification – Déphosphatation » (2005)

[73]HENRY roques « fondement théorique du traitement chimiques des eaux

[74]STEWERT-P « Multi cellular Resistance: biofilms, trends in microbiology (2001)

[75]CHONG-NM "Modling the ecclimatation of activated sludge to xénobiotiques," bioresource technologique (2009).

ملخص

عمليات تصفية مياه الصرف الصحي،المياه الصناعية عديدة، ويستند مبدأ على قدرة البكتيريا الموجودة بشكل طبيعي في مياه الصرف الصحي على تحليل التلوث العضوي الذي تستعمله من اجل نموها. والهدف من هذا العمل هو دراسة فعالية المعالجة البيولوجية للمياه المستعملة بوجود اثنين من المضادات الحيوية (أموكسيسيلين، أوكسا سيلين)،اهتممنا في هذه الدراسة بتحديد بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية مثل المواد المعلقة ،الطلب الكيميائي للأكسجين ، الطلب البيولوجي للأكسجين ، والأمونيوم ،النترات والفوسفات لمياه الصرف الصحي بوجود المضادات الحيوية ،و هذا قبل و بعد خضوعه لعملية التنقية بالحمأة المنشطة

كلمات المفتاح:

تنقية البيولوجية، الحمأة المنشطة،البكتيريا ، المضادات الحيوية، أموكسيسيلين، أوكسا سيلين.

RESUME

Les procédés d'épuration des eaux usées urbaines et industrielles sont nombreux. Le principe de cette épuration est basé sur la capacité des bactéries présentes naturellement dans les eaux usées a dégradé la pollution organique qu'elles utilisent pour leur développement. L'objectif de ce travail est d'étudier l'efficacité du traitement biologique des eaux usées en présence de deux antibiotiques (amoxicilline, oxacilline). Nous nous intéressant dans cette étude a déterminer quelques paramètres physico-chimiques tel que les matières en suspension, la demande chimique en oxygène, demande biologique en oxygène, l'ammonium, nitrates et le phosphate, d'une eau usée en présence d'antibiotiques, et cela avant et après avoir subit une épuration par boues activées.

Mots clés :

Epuration biologique, boues activées, bactéris, antibiotiques, amoxiciline, oxacilline.

ABSTRACT

Urban and industrial wastewater purification processes are many. The principle is based on the ability of bacteria present naturally in wastewater degraded organic pollution they use for their development. The objective of this work is to study the effectiveness of the biological purification of wastewater in the presence of two antibiotics (amoxicillin, oxacilline). We are interested in this study to determine some physic-chemicals parameters such as solids, chemical oxygen demand, demand biological oxygen, ammonium, nitrate and phosphate, worn in the presence of antibiotics, and this before and after water undergo purification activated sludge.

Keywords:

Biological purification, activated sludge, bacteria, antibiotics, amoxicillin, oxacillin.

Introduction générale

Les eaux usées qu'elles soient industrielles ou ménagères ne devraient pas être rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Le traitement où l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent. Par conséquent elles devraient être dirigées vers des stations d'épurations dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un petit volume de résidu. Puis, rejeter une eau épurée répondant a des normes bien précises, et cela grâce à des procèdes physico-chimiques ou biologiques.

Les procédés d'épuration adoptés en Algérie sont limités à deux procédés dont l'objectif principal est l'élimination de la pollution carbonée. Le procédé à boues activées est le plus répondu.

Une caractéristique commune des effluents industriels est liée au fait qu'ils contiennent presque toujours des polluants nocifs, tels que les résidus pharmaceutiques, qui peuvent avoir des conséquences et des effets néfastes sur l'homme. De nos jour, le problème des résidus pharmaceutiques comme les antibiotiques est devenu de plus en plus préoccupant. Les antibiotiques, qui sont particulièrement conçus pour contrôler les bactéries chez l'homme et les animaux, constitue l'un des groupes les plus importants des produits pharmaceutiques utilisés en infections humaines et médecine vétérinaire et même dans l'agriculture. Il existe plusieurs méthodes de traitement pour éliminer les polluants (résidus pharmaceutiques), on distingue des méthodes physico-chimiques où des méthodes biologiques. Parmi les méthodes biologiques on trouve le traitement par boues activées où le traitement s'effectue dans des réacteurs dans lesquels on met en contact des micro-organismes et l'eau à épurer.

Quel que soit le réacteur, il est alimenté d'une matière continue ou semi contenue, les micro-organismes sont nourris par les matières organiques et transforment les polluants selon les processus suivants :

- Par adsorption où absorption des matières polluantes sur le floc bactérien ;
- Par conversion des matières cellulaires : croissance des micros animaux associés ;
- Par oxydation avec C02 et H2O qui produit l'énergie nécessaire au fonctionnement et à la production de nouveau matériau cellulaire.

L'objectif de ce travail porte sur l'étude de l'effet de la présence de deux antibiotiques, les plus utilisés en Algérie « l'amoxicilline » et « l'oxacilline », sur le procédé d'épuration biologique (par boues activées), des eaux usées urbaines de la station d'épuration d'Oued l'Ahrach, Médéa.

Afin de bien mener ce travail, il est subdivisé en deux parties, la première partie est réservée à la recherche bibliographique et elle est composée de deux chapitres :

- Le premier chapitre porte sur les eaux usées, leurs origines, et sur la pollution et ces différentes critères d'évaluation, ainsi que la présence des substances pharmaceutiques dans les eaux urbaines ;
- L'épuration des eaux usées dans le traitement des rejets liquides sont présentés dans le deuxième chapitre.

La deuxième partie, est réservée à la partie expérimentale qui comporte une détermination des paramètres physico-chimiques des eaux usées urbaines en présence où non d'antibiotiques. Puis on détermine l'efficacité du traitement biologique dans les deux cas.

En fin une conclusion générale est présentée où les principaux résultats obtenus et quelques recommandations sont énumérés.

Généralités sur les eaux usées

I.1 Eau Usée

I.1.1 Définition des eaux usées

Les eaux usées sont définies comme étant des eaux polluées artificiellement ou ayant fait l'objet d'une utilisation [1]

Une eau usée est généralement un mélange de matière polluante dispersées, ou dissoutes dans l'eau [2] ou dans un réseau d'égout. Elle apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre [3]

I.2Origine des eaux usées

Selon **BAUMONT, 2005**, les eaux usées ont trois origines possibles :

- Les eaux usées domestiques ;
- Les eaux industrielles ;
- Les eaux de ruissellement.

I.2.1 Les rejets domestiques [4]

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Lorsque les habitants sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts.

La composition des eaux usées d'origine domestique peut être extrêmement variable et dépend de trois facteurs :

- La composition original de l'eau potable, qui elle –même dépend de la composition de l'eau utilisée pour produire l'eau potable, de la qualité du traitement de cette eau, de la norme sanitaire du pays concerné, de la nature de la canalisation ; etc.….
- Les diverses utilisations par les particulier qui peuvent apporter un nombre quasi infini de polluants : tous les produits d'entretien, lessives mais aussi, solvants, peintures, mercure de thermomètres, colle, etc.…..

- Les utilisateurs eux-mêmes qui vont rejeter de la matière organique dans les égouts (urines et fèces .la matière organique est le polluant majoritaire des eaux domestiques .ce type de rejets apporte également des micro-organismes et des contaminants divers (médicament) et autres [4].

I.2.2 les rejets industriels

Presque toutes les industries produisent des eaux résiduaires. Ces eaux peuvent être trouble, colorées, et contenir des matières en suspension, des matières organiques ou minérales dissoutes, des produits acides ou alcalins, des huiles, des hydrocarbures et des produits toxiques etc. ... [5].

Dans une industrie, quatre grandes catégories d'eaux usées peuvent être distinguées les effluents de fabricant (procédés de fabrication). Les effluents des utilités (eaux vannes, eaux chaufferie…), les effluents de fabrication (procédés de fabrication), les effluents des utilités (eaux vannes, eaux chaufferies…), les effluents particulières (rejets toxiques et concentrés…) et des effluents occasionnels (eaux de lavage, eaux dues à des fuites accidentelles…) [6].

I.2.3 Eaux de ruissellement

Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées, en général en zone urbaine, sont collectées par le même réseau que celui des eaux usées à savoir un réseau unitaire. De manière très générale, les vieux réseaux sont plus souvent des réseaux unitaires. Il est souvent très difficile de passer d'un réseau unitaire à un réseau séparatif, à cause des travaux très importants que cela nécessite. Les réseaux séparatifs sont donc plus souvent envisagés pour la construction de nouvelles zones urbaines que pour l'aménagement d'anciens quartiers [4].

I .3 pollution des eaux

I.3.1 Micropolluants

I.3.1.1 Eléments traces métalliques (ETM)

Sous ce terme sont regroupés les métaux vrais et le métalloïde.

- **Les métalloïdes**

Se caractérisent lorsqu'il sont a l'état d'ions,par une grande affinité pour l'élément H+ de l'eau avec lequel ils donnent naissance a un acide (ex : H+Cl-)

- **Les métaux vrais :**

Se caractérisent, lorsqu' ils sont à l'état d'ions, par une grande affinité pour le groupement OH- de l'eau avec le quel ils donnent naissance à une base (ex : Na+ OH-) [7].Les métaux lourds que l'on retrouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants sont le fer, le zinc, le cuivre, et le plomb.

Les autres métaux sont présents a l'état de traces,leur origine est multiple ;ils proviennent des produits consommés au sens large par la population ,de la corrosion des matériaux des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement,et éventuellement de rejets industriels [8],les élément cités dans la littérature comme étant les plus dangereux sont : le plomb(Pb), l'arsenic (As), le mercure(Hg), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni) [9]

I.3.1.2 Micropolluants organiques

Les Micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité, ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également de eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc.ils peuvent aussi provenir de rejets industriels [10].Quelques études mettent plus ou moins en évidence le danger représente par certains produits, lorsqu'ils contaminent les eaux potables notamment. Ainsi, il a été observé chez des patients exposés au trichloréthylène des perturbations du système nerveux central [11].

I.3.1.3 Microorganismes pathogènes

Ils proviennent dans leur immense majorité des métiers fécales ; on distingue alors la flore entérique normale et les micro-organismes pathogènes. Ils ont des effets divers sur la santé et sont la cause d'infections bénignes (gastro-entérite notamment) comme de maladies mortelles (choléra). Le pouvoir pathogène des micro-organismes dépend de plusieurs facteurs [4].

I.3.2 Risques sanitaires liées aux eaux usées

Les populations actuelles présentent des variations de sensibilité aux infections qui sont liées au vieillissement, aux traitements immunosuppresseurs, aux changements climatiques et conditions sociales. Elle est confrontées a des pathogènes émergents ou ré-émergents [12].

Certains microorganismes présentent une écologie microbienne particulière composante des biomasse des réseaux de distribution d'eau d'où un risque croissant de contamination par les eaux usées chargée de microorganismes [13].

Parmi les dangers figurent des contaminants naturels comme les toxines de cyanobactéries mais également les contaminants anthropiques et en particulier les résidus de médicaments, les hormones, les métaux lourds leurs effets toxiques sont confirmés in vitro et in vivo en laboratoire et fortement suspectés chez l'homme [14].

I.4 Différents types de pollution

On distingue 6 types de pollution : organique, chimique, physique, microbienne, thermique et radioactive.

I.4.1 pollution organique

Ce type best du principalement aux rejets urbains et certains rejets industriels en particulier : laiterie, abattoir. Toutefois dans ce type de pollution on distingue deux groupes [15].

- Pollution organique biodégradable.
- Pollution organique non-biodégradable.

I.4.1.1 Pollution organique biodégradable

Elle est caractérisée par la présence de molécules simples (glucides) qui sont facilement assimilables par les micro-organismes, matières organiques biodégradables qui sont à l' origine de diminution de la teneur de l'oxygène dissous dans le cours d'eau, donc il est nécessaire de réduire cette pollution avant tout rejeté [15].

I.4.1.2 Pollution organique non-biodégradable

Elle regroupe des molécules plus complexes ramifiées et azotées

Le paramètre d'estimation de matière organique biodégradable la demande biochimique en Oxygène(DBO). Toute fois il ne faut pas se limiter à ce paramètre, car certains effluents urbains peuvent contenir des substances organiques toxiques, mais la DBO demeure nulle ou faible. Dans ce cas, il faut recourir à la demande chimique en oxygène (DCO), un autre paramètre de la charge organique peu ou pas biodégradable même en présence de toxique ou d'inhibiteurs. [15].

I.4.2 Pollution chimique

Cette pollution causée principalement par les divers établissements industriels qui sont plus au moins nocifs selon les substances dispersées dans l'eau et leur concentration. Elle comporte un éventail très vaste et qui continue à s'entendre qualitativement par l'usage des produits synthétique nouveaux et qualitativement par l'utilisation croissante de substance chimique dont les effets sur la santé peuvent être graves. La pollution chimique peut aller de simples particules minimales et de poussières jusqu'aux pollutions industrielles déversées par les usines [16].

I.4.3 Pollution physique

Ce sont toutes les matières susceptibles de se déposer dans les milieux récepteurs sous formes de sédiments (sables, graviers, particules métalliques) au elles peuvent former un dépôt de tartre dans les canalisations (carbonate de calcium, sulfate de calcium…etc.) [17].

La pollution physique peut s'exprimer en termes d'odeurs incommodantes (déchets organiques ou industriels)

I.4.4 Pollution microbienne

C'est la pollution la plus dangereuse du point de vue sanitaire, elle est déterminée par analyse bactériologique (germes test). L'eau peut être limpide, inodore, incolore mais peut contenir des bactéries ou virus pathogènes pouvant causer des maladies a transmissions hydriques prédominantes dans certains pays tropicaux ou elles se manifestent par des taux élevés de morbidité et de mortalité notamment infantiles, la pollution biologique reste dans nos pays un problème important de santé publique.

Nous avons tout de même le devoir de souligner l'importance de certaines affections virales, microbiennes, parasitaires ou mycosiques qui continuent à sévir dans nos pays : le paludisme, la typhoïde, les gastro-entérites surtout celles des nourrissons, l'hépatite infectieuse, sont toutes des infections relativement fréquentes.

Ces différentes infections sont évidement liées aux conditions générales du milieu c.-à-d aux conditions d'approvisionnement et d'utilisation de l'eau de consommation, de traitement des eaux usées, de l'hygiène des denrées alimentaires, du niveau d'éducation des populations, de leurs conditions sociales, culturelles d'habitat…etc. cela aussi bien dans les villes que dans les compagnes [16].

I.5 Les conséquences de la pollution

I.5.1 Les conséquences sanitaire

C'est-à-dire qui ont trait à la santé des populations .ce sont donc celles à prendre en compte en priorité. [18].

I.5.2 Conséquences écologiques

Elles ont trait à la dégradation du milieu naturel. Elles se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution. Ceci n'a rien d'évident la pollution se traduisant parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel. D'une manière général, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme….) à court et long terme. [18]

I.5.3 Conséquences esthétiques

Cette troisième catégorie de conséquences, pour être la plus subjective, n'en n'est pas moins importante.il s'agit de pollution n'ayant pas de conséquences sanitaires ou écologiques importantes, mais perturbant l'image d'un milieu.

I.5.4 Conséquences industrielles

L'industrie est un gros consommateur d'eau. La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage) que biologique (problèmes d'encrassement des installations par des organismes) le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution (c'est une des raisons pour la quelle la préoccupation pour la pollution est apparue d'abord dans les pays industrialisés) [19].

I.5.5 Conséquences agricoles

L'eau est dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage, ou l'irrigation, souvent sous forme brute. La texture du sol (complexe argilo humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau. Du même les boues issues de traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques, être à l' origine de la pollution des sols.

I.6Critères d'évaluation de la pollution

I.6.1Critéres organoleptiques

I.6.1.1Couleur

La couleur apparente due aux matières en suspension et en solution, est en fonction des composées chimiques solubles colorées [20]

I.6.1.2 Turbidité

La turbidité est une caractéristique qui exprime le degré de trouble d'un liquide. C'est l'inverse de la transparence [21] .cette transparence peut être affectée par la présence de particules en suspension et de matières colloïdales dans l'eau.

La turbidité est un paramètre important dans les différentes normes fixant la qualité de l'eau [22]

I.6.2Critères physiques

I.6.2.1 Température (T°)

La température influence plusieurs paramètres physico-chimiques de l'eau (oxygène dissous, nutriment, conductivité….) [23].

L'augmentation de la température de l'eau a pour effet d'accroire les valeurs des constantes des réactions chimiques et biochimiques [24]

I.6.2.2 Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH d'une solution est la mesure de la quantité d'ions d'hydrogène donc il est un indicateur d'équilibre entre OH^- et H^+ en solution [25]

Le pH est l'un des critères qui permet de différencier entre une eau incrustante et une eau agressive [26]

I.6.2.3 Conductivité électrique

La conductivité d'une eau indique son aptitude à conduire le courant électrique. Cette aptitude dépend de la teneur de l'eau en sels dissous, donc elle permet une bonne appréciation des matières dissoutes et peut faciliter la localisation d'une source de pollution. [27]

I.6.2.4 Matières en suspension (MES)

Ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdale. Ces matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales. Toutes les matières en suspension ne sont pas décantables en particulier les colloïdes retenus par défauts [28]

I.6.2.5 Matières volatiles en suspension (MVS)

C'est la quantité de matières organiques contenues dans les matières en suspension [29].la différence de poids entre MES a 105 et MVS a 550°c donne la perte au feu et correspend a la teneur en MVS d'une eau [30]

I.6.2.6 Matières minérales en suspension (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est à dire son (extrait sec), constituées a la fois par les matières minérales en suspension et les métiers solubles (chlorures, phosphates,….etc.) [30]

I.6.2.7 Indice de MOHLMAN (IM)

L'indice de MOHLMAN se définit comme étant le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1 gramme de matières sèches. Il permet de caractériser la décantabilité des boues, une boue normale a un indice de 100, en présence de Bulking, l'indice augmente, il peut atteindre la valeur de 500. [30]

I.6.2.8 Phosphates :

Les composés du phosphore des eaux résiduaires sont le phosphate sous forme organique, les ortho phosphates, dont l'origine principale est constituée par les lessives [31]

I.6.2.9 Nitrates et nitrites

Les nitrates sont des substances chimiques naturelles qui sont beaucoup utilisées dans les engrais inorganiques et comme des agents de conservation des aliments. Les nitrates sont la forme la plus stable des deux formes de l'azote, mais sous l'action microbienne, ils peuvent être réduits en nitrites, qui sont la forme la plus toxique. Des concentrations élevées d'azote, dans l'eau combinée à la présence de phosphore peuvent occasionner une prolifération excessive des micros algues, c'est le phénomène d'eutrophisation. Ces derniers réduisent la teneur en oxygène, parfois jusqu'à une teneur létale [32]

I.6.2.10 Métaux lourds

Les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium, et le mercure sont des micropolluants qui présentent un intérêt particulier, car ils ont une incidence sur la santé et l'environnement à cause de leur rémanence, de leur forte toxicité et de leur accumulation biologique [33]

I.6.3Critères chimiques

I.6.3.1 Oxygènes dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est une fonction de la température, de la pression atmosphérique, de l'agitation et de la salinité. .c'est un paramètre très important car il permet de contrôler l'oxygénation des boues activées [34]

I.6.3.2 Demande biologique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène est une mesure indirecte de la matière organique. C'est la quantité d'oxygène dissous exigée pour l'oxydation microbienne de la matière organique biodégradable [35]**.** Ce prélèvement d'oxygène se fait au détriment des autres organismes vivants du milieu aquatique, en ce qui concerne les eaux domestiques,70% des composés organiques sont dégradés après 5 jours et la dégradation est pratiquement complète au bout de 20 jours. plus la DBO5 est élevée, plus la quantité de matières organiques présent es dans l'échantillon est élevée [36]

L'effet principal des métiers biodégradables sur le milieu récepteur et l'appauvrissement en oxygène dissous de ce milieu qui résulte de leur dégradation [37]

I.6.3.3 Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène en mg consommé dans un litre d'eau par les matières oxydables, sous l'action d'un oxydant chimique énergétique [38]

La présence de matière oxydable peut entraîner une prolifération de micro-organismes et la production des composés halogènes indésirable pour la santé et pour un éventuel traitement des eaux par le chlore [37]

I.6.4 Critères microbiologiques

Quelque soit son origine la mauvaise qualité microbiologique de l'eau est un facteur de risque pour l'environnement [26], ce qui rend indispensable d'effectuer les analyses microbiologiques afin d'apprécier les risques sanitaires

Les analyses les plus fréquemment effectuées concernent non pas des micro-organismes pathogebes, mais des germes témoins de contamination fécale [39]

I.7 Lutte contre la pollution

La lutte pour la sauvegarde de l'environnement implique des mesures à deux niveaux, juridiques (prévention) et techniques (assainissement), ainsi que la poursuite d'un programme de recherches et de développement.

Dans un contexte règlementaire évolutif la prévention se traduit par des normes de rejets de polluants de plus de plus sévères. [40]

I.7.1 Conditions de rejet

Le milieu naturel (récepteur, généralement liquide (fleur, rivières, lac, mer) possède certes, un certain pouvoir d'adsorption de touts les polluants à des rares exceptions prés. Mais le plus souvent, les charges en polluants atteignent une valeur tels que les microorganismes présents dans le milieu, ne peuvent plus réaliser une autoépuration suffisante. Le degré d'épuration des eaux est donc défini en fonction de la capacité du milieu récepteur. Il doit aussi tenir compte de l'aspect spatio-temporel, c'est-à-dire pendant combien de temps et jusqu'au le rejet fera ressentir son effet. Il est donc nécessaire de bien connaître la quantité et la composition du rejet, ces fluctuations dans le temps, les caractéristiques et leurs variations au cours du cycle hydraulique du milieu récepteurs et son potentiel d'acceptation. [40]

I.7.2 Normes d'OMS

Face à la dégradation de plus en plus élevée de l'environnement, et les conséquences très fâcheuses que les rejets liquides ont occasionnés en disposition, ont été prises d'abord par les pays développés ou le volume et la nature des rejets sont très importants et variés

En Algérie, ce n'est que récemment, que l'on s'est rendu compte de la nécessité de la prévention de l'environnement. Un décret a fixé les normes de rejet d'eau usée [41]

Le tableau donne les différentes normes en Algérie

Tableau I .1 : valeurs limitées maximales des paramètres de rejets des installations de déversement industrielles [41]

Paramètres	**Unités**	**Valeurs limite**
Température	°C	30
pH	/	5 .5-8.5
MES	mg/l	30
DBO	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Phosphates	mg/l	2
Cyanures	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	5
Cadmium	mg/l	0.2
Fer	mg/l	5
Manganèse	mg/l	1
Mercure	mg/l	0.01
Nickel	mg/l	5
Plomb	mg/l	1
Cuivre	mg/l	3
Zinc	mg/l	5

Huiles et graisses	mg/l	20
Hydrocarbures	mg/l	20
Phénols	mg/l	0.5
Solvant organiques	mg/l	230
Chlore actif	mg/l	1
Détergent	mg/l	2
Tensio-actifs anioniques	mg/l	10

I.8 Les substances médicamenteuses dans les eaux usées urbaines

I.8.1 Origine des substances médicamenteuses

Les substances médicamenteuses ne se résument pas au simple médicament sous forme pharmaceutique que nous connaissons. On retrouve aussi sous ce terme les déchets de fabrication ainsi que les métabolites, identifiables ou non, produits au cours de la digestion dans notre organisme. C'est pourquoi les substances médicamenteuses ont des origines très diverses que nous allons présenter successivement. [42]

I.8.1.1 Rejet des industries pharmaceutiques

Les entreprises pharmaceutiques constituent le premier maillon du circuit du médicament. Dès cette étape, il existe des rejets de substances médicamenteuses dans les eaux usées urbaines. Cette industrie se divise en deux secteurs qui sont souvent isolés géographiquement l'un par rapport à l'autre :

- L'industrie de phase primaire, chargée de l'obtention des principes actifs qui composent le médicament.
- L'industrie de phase secondaire ou façonnage, chargée plus spécifiquement de la mise en forme du médicament.

La nature et l'origine de la pollution sont différentes selon l'activité de l'entreprise. Pour une industrie de phase primaire, la charge polluante en substances

médicamenteuses est essentiellement issue des eaux de procédés. Elles sont constituées des eaux provenant des opérations d'extraction de l'antibiotique des milieux de culture. Le rejet est quasi continu du fait des nombreux réacteurs utilisés.
Pour une industrie de façonnage, la pollution provient des eaux de lavage des cuves de mélange. Les premières eaux de lavage peuvent être très concentrées. Les rejets sont variables au cours de l'année en fonction de la demande [43].

I.8.1.2 La consommation de médicaments

Les médicaments les plus utilisés en médecine humaine sont essentiellement des antibiotiques et des analgésiques. On trouve aussi une forte proportion de produits ostrogéniques [44]. Nous verrons en troisième partie leurs effets particuliers sur l'environnement. Après avoir décrit les réactions intervenant dans l'organisme, nous étudierons tour à tour les différentes sources de pollution par la consommation domestique.

- **Les biotransformations**

Une fois ingérés, la plupart des médicaments subissent des modifications chimiques, les bios réactions, qui donnent naissance aux métabolites. Ceux-ci peuvent être plus ou moins actifs, plus ou moins toxiques que le médicament initial. Ils peuvent même avoir des propriétés différentes, voire antagonistes. D'une manière générale, on distingue deux types de biotransformations classées en phase I et phase II :

- Phase I : Le mécanisme réactionnel implique une oxydation [45]. Les produits sont souvent plus réactifs et parfois plus toxiques que le produit initial [44].

- Phase II : La phase II comporte les réactions de conjugaison. D'une manière générale, elle conduit à des produits moins actifs que le médicament initial [45].

I.9 Les Antibiotiques

I.9.1 Définition

Tout composé chimique, élaboré par un micro-organisme ou produit par synthèse, dont l'activité thérapeutique se manifeste à très faible dose d'une manière spécifique, par l'inhibition de certains processus vitaux, à l'égard des micro-organismes sensibles [46]

Les Antibiotiques agissent de manière spécifique sur les bactéries, en bloquant une étape essentielle de leur développement : synthèse de la paroi, de l'ADN, des protéines [47]

I.9.2 Classification des Antibiotiques

D'après plusieurs critères les antibiotiques peuvent être classés en différentes catégories :

I.9.2.1 D'après leur origine

Élaboré par un organisme (naturel : Bactéries, champignons) ou produit par synthèse (synthétique ou semi synthétique) [48]

I.9.2.2 d'après leur spectre d'action

Les antibiotiques peuvent être répartis en fonction de leur spectre d'action et de la longueur de ce spectre en :

- Antibiotique a spectre d'action étroit détruisent des bactéries Gram positive
- Antibiotique a spectre d'action étroit, attaquant les bactéries Gram négatives
- Antibiotique a spectre large, efficaces à la fois contre les bactéries Gram positives et contre les Gram négatives. [49]

I.9.2.3 D'après leurs propriétés physico-chimiques (ou d'après leur charge électrique)

- Antibiotiques de caractère acide (Pénicillines, Céphalosporines….)
- Antibiotiques de caractère basique (Rifamycines, Macrolides….)
- Antibiotiques de caractère amphotère (Tétracyclines…) [40]

I.9.2.4 d'après leur structure chimique

C'est la classification la plus importante établie par PERDY, elle comporte 09 groupes d'antibiotiques

- Antibiotiques aliphatiques ;
- Antibiotiques aromatiques ;

- Antibiotiques alicycliques
- Antibiotiques macrocycliques (macrolides) ;
- Antibiotiques oxygénés hétérocycliques ;
- Antibiotiques nitrogènes hétérocycliques ;
- Antibiotiques de la famille des aminoacides, des bétalactamines
- Antibiotiques de la famille des quinones ;
- Les tétracyclines [48]

I.9.2.5 D'après leur point d'attaque

On peut classer les antibiotiques d'après leur point d'attaque.il existe les trois types suivants :

- Les antibiotiques agissent sur la paroi bactérienne (pénicilline, céphalosporines,….etc) ;
- Les antibiotiques agissant au niveau da la membrane (les Polymycines, Tyrocidine,…..etc)
- Les antibiotiques inhibant la synthèse protéique (Tétracyclines, Chloramphénicol,….) [50]

I.9.2.6 D'après leur mécanisme d'action

On distingue [51] :

- Les antibiotiques bactériostatiques : (s'opposent à la prolifération bactérienne), sont efficaces parce que les bactéries ne peuvent se multiplier et qu'elles finissent par mourir ou être éliminées par les mécanismes de défense de l'organisme.
- Les antibiotiques bactéricides : (qui tuent les bactéries), qui attaquent directement la membrane des bactéries en laissant ainsi échapper leurs métabolites entrainent leur mort.

I.9.3 Mode d'action

Les antibiotiques agissent à l'échelon moléculaire au niveau d'une ou de plusieurs étapes métaboliques indispensables à la vie de la bactérie. Ils agissent par [52]:

- Toxicité sélective au niveau de la :
  - ✓ Synthèse de la paroi bactérienne
  - ✓ Membrane cytoplasmique
  - ✓ Synthèse des protéines
  - ✓ Acides nucléiques
- Inhibition compétitive : dans ce cas l'antibiotique est un analogue structural, il interfère avec une fonction essentielle à la bactérie.

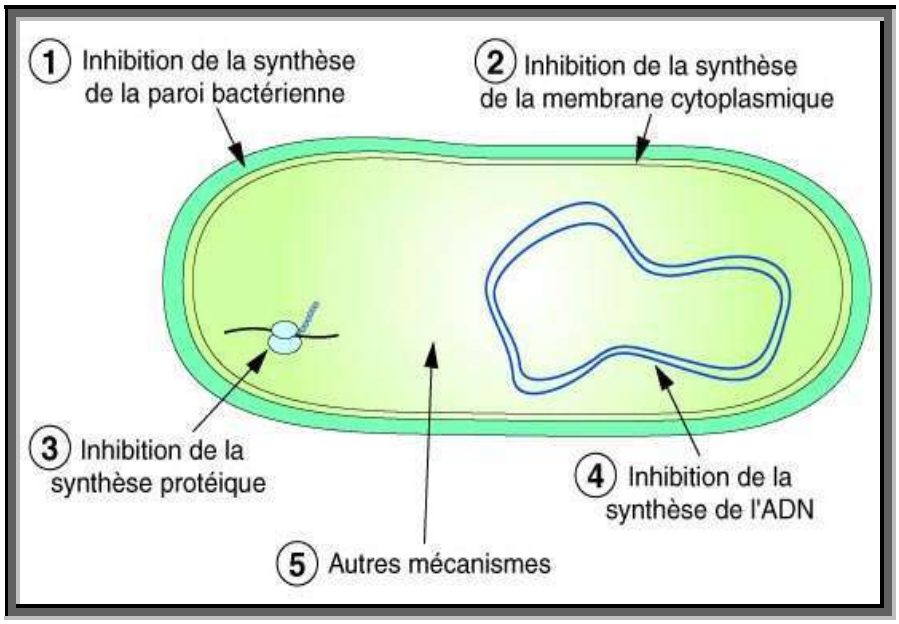


Figure I.1 : Mode d'action des antibiotiques [52]

I.9.4 L'élimination des antibiotiques

Elle se fait principalement par voie urinaire et biliaire. L'élimination rénale: certains antibiotiques dont l'élimination est rénale seront utilisés en principale intention dans le cas d'infections urinaires ou rénales, telles les pénicillines, aminosides, vancomycine et sulfamides. Evidemment, il conviendra de vérifier l'appareil pour éliminer une insuffisance rénale par le biais du couple urée/créatinine.

Certains Antibiotiques sont particulièrement néphrologiques et nécessitent une adaptation des doses et une surveillance rapprochée en cas d'insuffisance rénale avérée: c'est le cas des aminosides, poly myxines et vancomycine.

L'élimination biliaire: de même que précédemment, certains antibiotiques ayant une élimination essentiellement biliaire seront utilisés dans le cas d'infections des voies biliaires, tel le thiamphénicol. [53]

I.9.5 la présence d'antibiotiques dans les eaux usées

Les antibiotiques n'étant qu'en partie métabolisés dans le corps humain, ils sont excrétés et sont systématiquement détectés dans les eaux usées urbaines. Du fait d'une dégradation partielle dans les stations d'épurations, les antibiotiques sont également détectés dans les eaux de surface et souterraines dont des réserves d'eau potable. Outre la contamination des réserves en eau et la perturbation des écosystèmes aquatiques, la présence anthropogénique d'antibiotiques dans l'environnement est préoccupante car elle favoriserait le développement de bactéries résistantes. Ce développement de résistance pourrait commencer au niveau des stations d'épuration où les bactéries sont utilisées dans les bioréacteurs à boues activées. De plus, la toxicité des antibiotiques sur les boues activées pourrait générer des baisses des rendements d'épuration. [54]

I.9.6 L'amoxicilline

L'amoxicilline est un antibiotique, appartenent à la famille des pénicillines, ce sont des antibiotiques d'origine biologique (extractive) ou de semi-synthèse.

I.9.6.1 Structure chimique

Le noyau commun a toutes les pénicillines est l'acide 6-amino-pénicillique (6-APA). La partie cyclique de la molécule est constituée par deux noyaux, l'un thiazolique (porteur d'un groupement carboxylique).l'autre de structure lactane (porteur d'une fonction acylamine, dont le radical R1 varie avec les diverses pénicilline. [55]

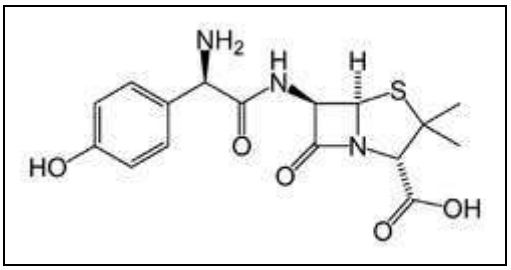


Figure I.2 : La structure chimique de l'amoxicilline [56]

I.9.6.2 Effet secondaire et toxicité

La toxicité des pénicillines est extrêmement réduite, c'est les moins toxiques de tous les antibiotiques, cependant l'utilisation très répandue des pénicillines peut engendrer toute une série d'effets secondaires, quelque fois graves et même mortels. Nous citerons ci–après quelques effets secondaires relevés après l'utilisation de l'amoxicilline [55] :

- Réaction allergique ;
- Eczéma ;
- Asthme ;
- Mort subite ;
- Fièvre ;
- Douleurs articulaire et musculaire.

I.9.6.3 Pharmacocinétique

L'amoxicilline a une bonne absorption digestive, le taux d'absorption digestive est évalué a 90%, elle se caractérise par une large diffusion dans tout l'organisme.75% de la dose administrée est éliminée rapidement par voie rénale et sous forme inchangée. Aussi la métabolisation de l'amoxicilline est évaluée à 20% [55].

Généralités

L'épuration des eaux usées consiste à décanter les éléments polluants et à extraire les éléments dissous qui sont transformés en matières sédimentables suite à un traitement approprié. Ainsi, a la sortie de la station, il en résulte d'une part une eau épurée rejetée dans le milieu naturel, et d'autre part, il reste des sous-produits désignés sous le terme des boues résiduaires [57].

Les divers procédés d'épuration des eaux usées actuels entraînent une production plus au moins importante de boues résiduaires. La matière solide de ces résidus contient à la fois des éléments naturels valorisables et des composés toxiques en relation avec la nature des activités raccordées au réseau d'assainissement, industrielles ou domestiques [58]

II. 1Filières de traitement des eaux usées

De l'entrée de la station jusqu'au rejet en milieu naturel, l'eau usée passe de différentes étapes de traitement des eaux usées (Figure II.1) [59].

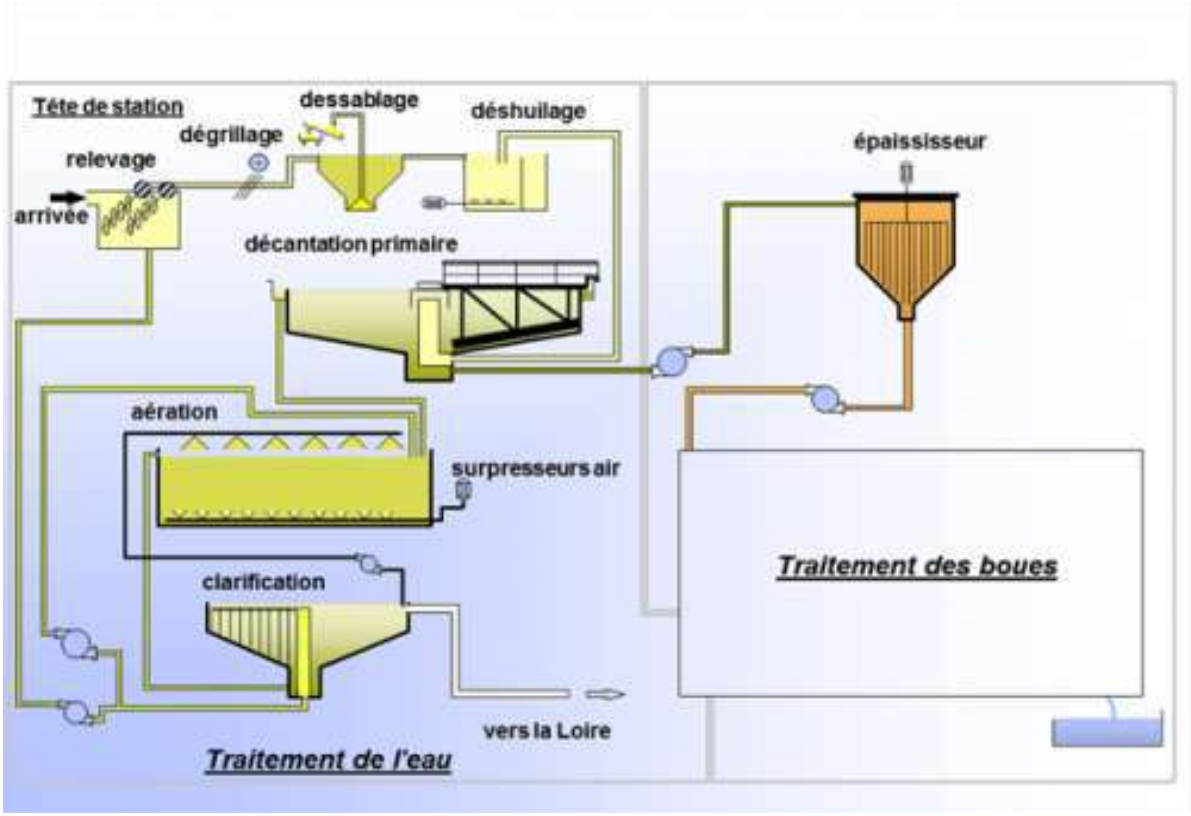


Figure II.1 : Schéma des différentes étapes d'épuration des eaux par boues activées [60]

II.2 prétraitement

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité.

Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux usées dans la station d'épuration lorsque ces derniers arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux s'effectué grâce a des pompes ou des vis d'Archimède [61]

II.2.1 Dégrillage

Les eaux usées passent par les barreaux métalliques qui forment des grilles qui retiennent les plus grands déchets qui sont compactes et stockés dans les bennes avant d'être envoyés en incinération aves les ordures ménagères [61]

II.2.2 Dessablage et déshuilage

Selon BAUMONT [6], les eaux débarrassées des déchets transitent par deux ouvrages parallèles « le dessablage et le déshuilage ». Les sables et graviers susceptibles d'endommager les installations en aval se déposent au fond de bassins conçus à cet effet, ils sont récupérés de différentes façons : raclage vers une fosse de collecte, pompe suceuse et sont évacués vers des bennes de décharge.

L'injection de bulles d'air dans un bassin permet de faire remonter les huiles et les grasses ou elles sont raclées selon le principe de l'écumage, les eaux sont finement tamisées<<3mm>> avant d'être envoyées au traitement primaire.

II.3 Traitement primaire

Le traitement primaire fait appel à des procédés physiques, avec des procédés physico-chimiques, tels que la coagulation -floculation

Ces traitements éliminent 50 à 60 % des matières en suspension, mais ne suffisent généralement plus pour satisfaire les exigences épuratoires de la réglementation actuelle. Avec coagulation et floculation dans des décanteurs lamellaires, on peut éliminer jusqu'à 90% des MES [61]

II.3.1 La décantation primaire

Selon AUSSEl et al. (2004), elle consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé « décanteur » pour former les boues primaire. Ce traitement élimine 50 à 55% des matières en suspension et réduit d'environ 30%de la DBO_5 et la DCO

II.3.2 L'utilisation d'un décanteur lamellaire

Ce type d'ouvrage comporte des lamelies parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère le dépôt des particules. Le bon fonctionnement de l'ouvrage nécessite une surveillance et un nettoyage réguliers afin de le débarrasser des matières stockées

Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70% des matières en suspension et diminue de plus de 40% la DCO et la DBO. [61]

II.4 Traitement secondaire

II.4.1 Traitement physico-chimique

On utilise des adjuvants chimiques pour éliminer les matières en suspension .Il comporte une phase de coagulation, une phase de floculation et une phase de décantation pour assurer la séparation entre solide et liquide suite à l'injection des agents floculants tels que le charbon actif en poudre [62]

II.4.2 Traitements biologiques

Les traitements biologiques reproduisent, les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'épuration biologique utilise l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les métiers organiques. Ces techniques sont soit anaérobies, soit aérobies. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs [62]

II.4.2.1 Les procédés biologiques extensifs

Le lagunage secondaire utilise des mécanismes naturels pour traiter les eaux usées : Bactéries, photosynthèse et pouvoir germicide de la lumière et de certaines algues.

Un traitement par lagunage comprend en général trois types de bassin : un bassin anaérobie, un bassin facultatif et un bassin de maturation.

- Le bassin anaérobie permet de diminuer la charge en matière organique.

L'anaérobiose est obtenue en apportant un effluent très chargé en matières organiques.

Ce type de bassin pose parfois des problèmes d'odeur, notamment a cause de la formation des composés soufrés

- Le bassin facultatif permet le développement d'algues photosynthétiques qui vont produire de l'oxygène, tout en diminuant la charge en matière organique.
- Le bassin de maturation va permettre l'élimination des pathogènes, sous l'action conjuguée des UV et du pouvoir germicide de certaines algues [63]

II.4.2.2 Les procédés biologiques intensifs

Il existe deux grandes catégories de procédés

-Les installations à cultures fixées, ou la culture bactérienne repose sur un support (caillou, plastique, milieu granulaire fin)

- Les installations à cultures libres, dans le quelles la culture bactérienne est maintenue en suspension .principe d'installations à boues activées.

- **L'épuration sur lit bactérien**

Des bactéries sont cultivées sur un substrat neutre, comme de la pierre concassée, de la pouzzolane (sable volcanique), du mâchefer ou du plastique. On fait passer l'effluent sur le substrat. La difficulté consiste a trouver la bonne vitesse du flux d'eau, qui ne doit pas être trop rapide (pour permettre la dégradation bactérienne) ni trop lent (pour une bonne évacuation des MES en excès). Une épuration sur lit bactérien est plus efficace qu'un traitement a boues activées car elle élimine non seulement virus et bactéries mais aussi les œufs d'helminthes (20 a 90%) et les kystes de protozoaires [64

]

- **Traitement par boues activées**

Le traitement par boues activées est très largement utilisé, il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux a traitées, dans le quel est injecté une boue chargé de bactéries. On provoque alors le développement d'un floc bactérien dans le bassin d'aération en brassant suffisamment la masse pour éviter la décantation des flocs et en fournissant l'oxygène nécessaire pour la prolifération des microorganismes. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent à l'élimination de l'azote et du phosphate.

A la sortie du réacteur, l'effluent passe dans un clarificateur. La boue décantée est séparée en deux flux : l'un rejoint le réacteur (ensemencement) et l'autre est évacué vers la filière des boues. L'action des bactéries dans le réacteur nécessite de l'oxygène. [63]

Dans la plupart des cas, l'effluent peut être rejeté dans le milieu naturel après la clarification, le rejet se fait par un canal équipé de capteur de mesure pour la surveillance de la station. [61]

Selon FABY [64], une épuration biologique (boues activées puis bassin de clarification) permet d'éliminer 90% des virus, 60 à 90% des bactéries, mais par contre a peu d'effet sur les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes.

II.5 Traitement supplémentaire ou tertiaire

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées traitées, les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires.

II.5.1 Les traitements chimiques et les ultraviolets

Le chlore est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules organiques, et avec les micro-organismes. Les traitements de purification et de clarification en amont ont une très grande importance pour permettre une bonne efficacité du traitement, et éviter d'avoir à utiliser trop de chlore. On peut également utiliser l'acide per acétique, le dioxyde de chlore et les ferrates [62].

Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement 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 [63].

II.5.2 Les membranes

Les membranes permettent de filtrer et d'éliminer toutes les MES, tous les microorganismes et toutes les substances qui s'y adsorbent .L'efficacité épuratrice d'une membrane dépend de son seuil de coupure, le traitement par membranes est un procédé dont le cout est élevé. La filtration est très efficace pour l'élimination des micro-organismes, d'autant plus que ceux-ci sont gros [62]

II.6 Définition des boues

Les boues sont définies comme un mélange d'eau et de matières solides. Elles sont issues des traitements des effluents selon des techniques basées sur des lois de la physique, de la chimie et de la biologie [65]

La boue activée est constituée de l'ensemble « floc-eau interstitielle ». Le floc désigne un agglomérat composé des particules (ou débris) diverses (végétales, animales, minérales) et des colonies bactériennes.

II.6.1 Le liquide interstitiel

Représente dans la plupart des stations la qualité de sortie c'est donc un indicateur du niveau de traitement. Ainsi. Plus la charge massique est élevé, moins le niveau de traitement. Sera élevé et plus l'eau interstitielle contiendra des bactéries dispersées [66]

II.6.2 La microfaune

La microfaune (figure II.2) est un composé animal microscopique nommé protozoaires et métazoaires. Ces organismes participent à l'élimination des bactéries libres qui constituent leurs parois et à la cohésion du floc par leurs déjections. Leur observation au microscope, donne des indications sur la qualité du traitement et peut révéler rapidement d'éventuelles anomalies de fonctionnement [66]

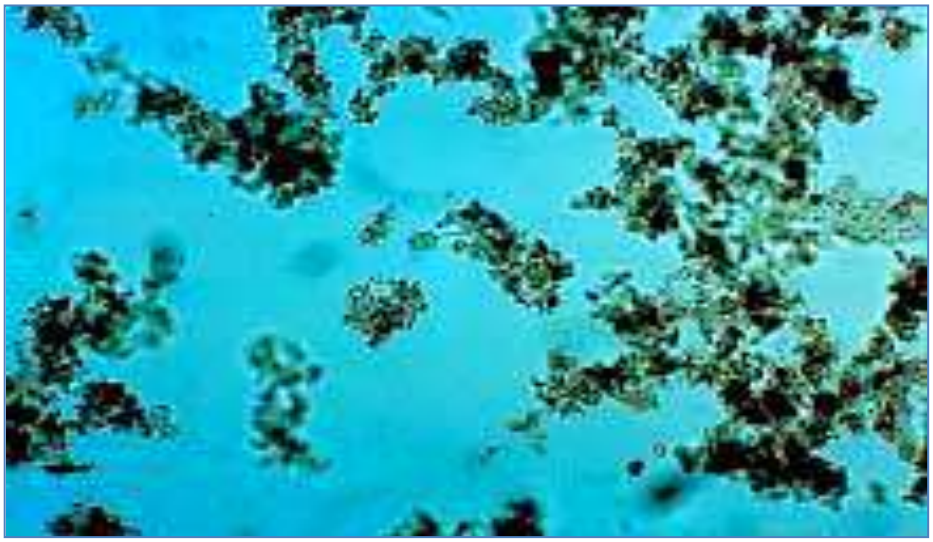


Figure II .2: Observation microscopique : floc, microfaune et liquide interstitiel**.**

II.6.3 Développement des bactéries

Les bactéries peuvent se développer selon trois types de croissance

III.6.3.1 Filamenteuse (figure II.3)

Lors de la multiplication cellulaire, la séparation des cellules mère et fille n'a pas lieu en totalité, les cellules mère et fille restent en contact voire partagent une paroi cellulaire. Ce type décroissance, que l'on observe également chez les Champignons conduit à la formation de filaments pouvant atteindre 500 µm de long. Les conditions du milieu sont un facteur déterminant.



Figure II.3 : Croissance filamenteuse (GX 100) [66]

II.6.3.2 Floculée

Les bactéries sont regroupées en amas (Figure II.4)**,** très souvent autour d'un support organique ou minéral (le floc). La cohésion de l'ensemble est assurée parla production d'exo polysaccharides (EPS). Ce type de croissance est recherché dans le traitement de l'eau usée.

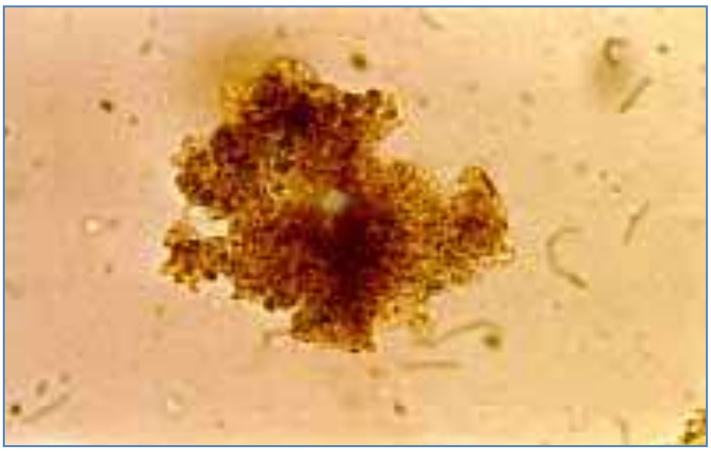


Figure II.4 : croissance floculée (GX 100) [66]

II.6.3.3. Dispersée

Les bactéries sont libres les unes par rapport aux autres dans le liquide interstitiel (figure II.5). Cette situation s'observe lors du démarrage de la station, en condition de forte charge massique. Les nouvelles cellules peuvent se disperser ou bien rester groupées au sein d'une colonie structurée par un mucilage exoploysaccharidique.

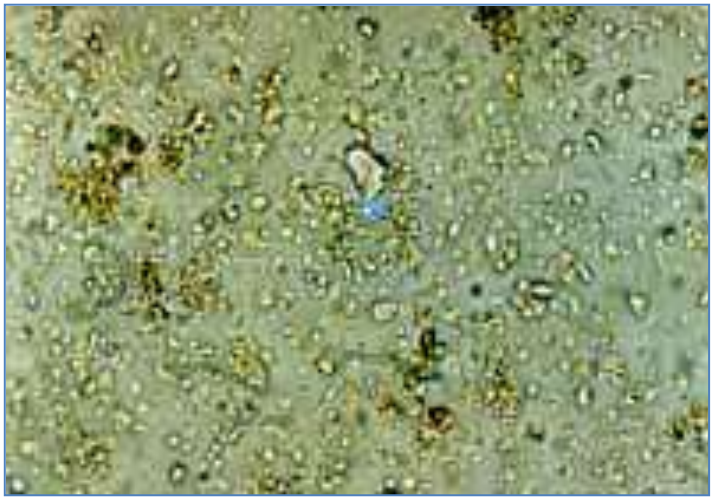


Figure II .5 : croissance dispersée (GX 100) [66]

II.6.4 L'origine des boues

Selon le type de traitement des eaux usées, une station d'épuration peut produire, à l'origine, trois grandes catégories de boues [67] :

- Boues de traitement primaire ;
- Boues de traitement physico-chimiques ;
- Boues de traitement biologique.

II.6.4.1 Présentation succincte de la biomasse épuratrice de boues activées

Les boues sont essentiellement composées de bactéries vivantes et mortes, aérobies facultatives de petite taille allant du micromètre au millimètre. A titre d'exemple, le dénombrement de la population prélevée sur une station de boues activées donne le type de valeurs présentées dans le tableau II.1.

Tableau II.1 : Population des boues activées [68]

Population par litre de boues	Espèces
De 1 a 5.105/ L	Métazoaires (rotifères, nématodes)
107/L	Protozoaires (flagelles ; ciliés)
1012/L	Bactéries (floculées, filamenteuse)

Les boues activées forment donc un écosystème très complexe ou cohabitent différentes souches bactériennes et une microfaune.les bactéries trouvées dans les boues peuvent être de type unicellulaire ou de type pluricellulaire.

Un classement en fonction de la source de carbonée est possible :

1. les bactéries utilisant la fois la matière organique comme source de carbone et comme source énergétique pour le métabolisme appelé hétérotrophe
2. les germes autotrophes utilisant le carbone des bicarbonates et du CO2 comme source de carbone

Dans les procédées de boues activées, ces deux populations cohabitent alors que leurs métabolismes sont très différents [68]

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'étude de l'effet de deux antibiotiques choisis « l'amoxicilline et l'oxacilline » sur les procédés d'épuration des eaux usées par les boues activées de la station d'épuration d'Oued l'Ahrach Médéa.

L'étude de l'effet des antibiotiques sur l'épuration repose sur :

- Etudes de la variation des paramètres physico chimiques des eaux usées urbains après l'ajout de l'antibiotique et après avoir subit un traitement biologique.

III.1 Présentation de la station d'épuration des eaux usées

III.1.1 Description et historique de la Station d'épuration

La station d'épuration des eaux usée est située à 10 Km à l'est de la ville de Médéa au bord de l'Oued l'Ahrach, dans une zone relativement enclavée entre les collines. Mise en exploitation en 2007 et exploité par l'ONA depuis juin 2009. Elle s'étale sur une superficie de 1 hectare.

La station est conçue pour traiter les eaux usées domestiques de la ville de Médéa, ainsi que la protection des eaux de l'Oued de Harbil et de la nappe phréatique de la partie sud de la région de Médéa, elle a une capacité de 26000 $m^{3}/$jour pour traiter les eaux d'une population équivalente à 162500 Eq/habitants.



Figure III .1: Plan de la situation géographique de la STEP Médéa

III.1.2 Charge polluante

Le tableau suivant résume les différentes caractéristiques des eaux usées entrant quotidiennement à la step de Médéa.

Tableau III.1 Caractéristiques des eaux usées entrant quotidiennement à la STEP de Médéa

Désignation	**Valeur du paramètre**	
	1ere phase	**2eme phase**
Charge massique de MES à l'entrée de la step	11375Kg/j	13650 Kg/j
Charge massique de DBO_5 à l'entrée de la step	8775 Kg/j	10730 Kg/j
Charge massique de DCO à l'entrée de la step	17550 Kg/j	21460 Kg/j

Dans la step de Médéa, l'épuration des eaux usées brute se fait par boues activées à faible charge massique, suivant un processus d'aération conventionnelle qui garantit une très bonne efficacité dans la diminution de la DBO_5

III.2 Description de procèdes de fonctionnement de la station d'épuration

III.2.1 Prétraitement mécanique

III .2.1.1 Dégrillage grossier

Les eaux usées sont admises directement au dégrillage grossier constitué d'un canal de 1,5 m, dans lequel est disposée une grille grossière avec un espacement entre barreaux de 50 mm permettant ainsi d'enlever les détritus volumineux.



Figure III.2: Dégrilleur grossier

III .2.1.2 Dégrillage fin

Les effluents prédégrillés seraient dirigés vers l'ouvrage de dégrillage fin Figure (III.3). Ce dégrillage fin a pour rôle de débarrasser les eaux brutes des déchets solides ayant échappés à la grille grossière,



Figure III.3: Dégrailleur fin

III .2.1.3 Dessablage et déshuilage

Le Dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse est inferieure à 0,3 m/s, vont pouvoir se déposer. IL s'agit principalement du sable. Le déshuileur a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle et accélération par injection de fines bulles d'aire Figure (III .4). Il en résulte un mouvement et un brassage qui ont pour effet d'empêcher la sédimentation des matières plus légères lavées c'est-à-dire les matières organiques et autres en suspension.



Figure III.4: Dessableur et déshuileur

III.2.2.Traitement biologique

Les eaux dessablées et déshuilées arrivent, en provenance du prétraitement, par l'intermédiaire d'une tuyauterie à la chambre de répartition entre les deux bassins d'aération distincts et accolés de forme rectangulaire. A fin d'assurer le métabolisme microbien et le besoin énergétique pour la biodégradation des matières organique, un apport d'oxygène est donc indispensable pour le traitement biologique, une teneur d'oxygène dissous de l'ordre de 1 à 3 mg /l devrait être maintenue dans le système d'aération Figure (III.5). La stabilisation (minéralisation) des boues s'effectuera également dans le bassin d'aération.



Figure III.5 : Bassins d'aération

III.2.3. Décantation et pompage des boues en excès

La liqueur mixte de boues activées est dirigée sur les ouvrages de décantation secondaire figure(III.6**).** Le but de cette opération est la séparation de l'eau épurée des boues qu'elle contient.



Figure III.6: Décanteur

Les boues décantées sont acheminées par une tuyauterie vers une fosse de pompage des boues de recirculation et d'excès.

Les boues activée en excès produites par le processus biologique sont prélevées à partir de la fosse et refoulées en tète de l'épaississeur.

III.2.4.Désinfection et comptage de l'eau épurée

A la sortie de la décantation secondaire, les eaux, dites épurées, sont envoyées ensuite vers le bassin de chloration Figure (III.7).



Figure III.7: Bassin de chloration

III.3 Matériel et Produits

III.3.1Matériels

a. Matériel biologique

Le matériel biologique que nous avons utilisé au cour de notre étude est constitué :

- D'eau usée brute
- D'Eau épurée.
- De boue activée
- De charbon actif d'origine naturel (luffa). (voir annexe)

b. Matériel non biologique

Le matériel non biologique est constitué de l'appareillage et la verrerie (voire annexe)

III.3.2 Produits

- Antibiotiques (L'amoxicilline, l'oxacilline)
- L'eau distillée
- Réactifs chimiques (voir annexe)

III.3.3 Les échantillons

Les analyses sont réalisées sur les échantillons suivants

- Deux échantillons témoins représentés :
  - L'eau usée brute
  - L'eau traitée.
- Deux échantillons expérimentaux :
  - L'eau brute +amoxicilline à différentes concentrations.
  - L'eau brute +oxacilline à différentes concentrations.

III.4 Méthodes

III.4.1 Analyses physico-chimiques

Les analyses physicochimiques ont porté sur les paramètres suivants :

- Les matières en suspension ;
- La demande chimique en oxygène ;
- La demande biologique en oxygène ;
- Les nitrates ;
- L'ammonium ;
- Les orthophosphates.

III.4.1.1 La matière en suspension (MES)

a) Méthode par centrifugation

- **Mode opératoire**

On introduit la totalité de l'eau à analyser (100 ml de l'eau brute) dans le pot de la centrifugeuse et on centrifuge durant 20 minutes. On recueille le culot déposé dans une capsule préalablement séchée à 105 °C. On laisse ensuite refroidir dans un dessiccateur et on pèse.

- **Expression des résultats**

V : Le volume en millilitre de la prise d'essai.

M_0 : La masse en grammes de la capsule vide.

M_1 : La masse en grammes de la capsule et de son contenu après séchage à 105 °C.

M_2 : La masse en milligrammes de la capsule après minéralisation (après séchage à 525 °C).

Le taux de matière en suspension exprimé en mg/l est donné par l'expression (III.1):

$$\mathbf{MES}(mg/l) = \frac{(\mathbf{M_1} - \mathbf{M_0}) \times \mathbf{1000}}{V} \qquad \text{(III.1)}$$

b) Méthode par filtration

- **Mode opératoire**

On utilise cette méthode pour l'eau traitée car elle est de faible charge.

- On sèche les papiers filtres MES dans une étuve à 105 °C.
- On laisse refroidir dans un dessiccateur et on pèse.
- On place le filtre dans le dispositif de filtration et on lance le système d'aspiration.
- On verse ensuite progressivement un volume bien déterminé d'eau à analyser (200ml) sur le filtre.
- On sèche le filtre à 105 °C, jusqu'à une masse constante.

- **Expression de résultats**

V = le volume en millilitres d'eau traité (prise d'essai).

M_0 = La masse en grammes du disque filtrant avant utilisation (filtre vide).

M_1 = La masse en grammes du disque filtrant après utilisation.

La teneur en milligrammes de matière en suspension (MES) est donnée par l'expression (III.2):

$$MES(mg/l) = \frac{(M_1 - M_0) \times 1000}{V} \qquad \text{(III.2)}$$

III.4.1.2 Demande chimique en oxygène (DCO)

a. Principe

A des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de Fer et d'Ammonium.

b. Mode opératoire

- On transvase 10 ml de l'échantillon pour analyse, diluer si nécessaire dans un tube à DCO mètre (Toujours le volume total est de 10 ml).
- On met 10 ml d'eau distillée dans un tube à DCO mètre (c'est le blanc) (effectuer 2 essais à blanc).
- On met 10 ml d'hydrogenophtalate de potassium dans un tube à DCO mètre (c'est le témoin).

- On ajoute pour chaque tube 5 ml de dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) et quelques billes en verre (régulateur d'ébullition) et agiter soigneusement.
- On ajoute lentement 15 ml d'acide sulfurique et sulfate d'argent sous hotte.
- On met le DCO mettre en marche à une température 150 C° pendant 120 minutes.
- Une fois les 120 min entamés, éteindre le DCO mètre et laisser les tubes refroidir.
- On dilue le contenu de chaque tube dans une éprouvette de 100 ml à environ 75 ml.
- On met 1 à 2 gouttes de l'indicateur Ferroine, et titrer avec la solution sulfate de Fer et d'Ammonium (Sel de Mohr). La coloration passe du vert au rouge violacé.

c. Expression des résultats

La DCO, exprimée en milligramme par litre, est donnée par la formule (III.3):

$$DCO\ (mg/l) = \frac{8000 \times C\,(v_1 - v_2)}{V0} \qquad \text{(III.3)}$$

C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre, de la solution de sulfate de Fer et d'Ammonium, calculée selon.

V_0 : est le volume en millilitres, de la prise d'essai avant dilution (s'il ya lieu).

V_1 : est le volume en millilitres de la solution de sulfate de Fer et d'Ammonium utilise pour l'essai à blanc.

V_2 : est le volume en millilitres, de la solution de sulfate de Fer et d'Ammonium utilise pour l'échantillon.

8000 : est la masse molaire en milligrammes par mole de ½ O_2.

III.4.1.3 Demande biologique en oxygène (DBO_5)

a. Principe

Les micro-organismes présents dans un échantillon d'eau qui contient de la matière organique biodégradable, consomment l'oxygène et produisent une quantité équivalentes en anhydride carbonique (CO_2), si on travaille dans une installation fermée et que l'on utilise une matière alcaline (KOH par exemple), pour piéger le CO_2, on aura une diminution progressive de la pression du gaz, qui est par la suite mesuré avec une élévation de niveau de mercure.

b. Mode opératoire

- On choisit le volume de l'échantillon qui correspond à la gamme de mesure adéquate (Tableau des volumes et des facteurs) (voir annexe).

- On verse le volume d'échantillon dans le flacon DBO.
- On ajoute de la soude pour adsorber le CO_2 formé.
- On ajoute un barreau magnétique pour assurer l'agitation et insérer le flacon dans un incubateur de DBO
- On met une étiquette sur chaque bouteille contenant la date du prélèvement et d'analyse, ainsi que l'identification de l'échantillon.
- On met le DBO en marche à 20 C° pendant 5 jours.

c. Expression des résultats

La lecture est effectuée après 5 jours d'incubation à 20 ° C.

On Calcule la concentration en DBO_5 par la formule suivant :

$$[DBO_5] = V \times f \quad mg/L \qquad \text{(III.4)}$$

V : Correspond à la valeur indiquée après cinq jours sur l'afficheur du flacon DBO.

F : Est le facteur qui correspond aux volumes de l'échantillon choisie.

D'après la valeur de la DBO estimée en mg/l on peut se refaire à un tableau de Gamme, qui nous indique le volume à prendre de notre échantillon ainsi que la valeur du facteur.

III.4.1.4 L'Ammonium

a. Principe

Mesurage spectrométrique du composé vert formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

b. Mode Opératoire

Prendre un volume maximal de 50 ml de l'échantillon à analyser, (diluer si nécessaire) dans une fiole de 50ml.

- Ajouter 4ml de Dichloroisocyanurate de sodium ;
- Ajouter 4ml de Réactif coloré ;
- Compléter à 50 ml avec de l'eau dans des fioles jaugées de 50 ml.
- Laisser le temps de réaction 60 minutes.
- L'Appariation d'une coloration verte indique la présence des NH_4^+. Faire la lecture des échantillons à une **λ = 655nm**

c. Expression des Résultats

Le résultat est donné directement en **mg/l** en **$N\text{-}NH_4^+$**

III.4.1.5 Nitrate

a. principe

Mesurage spectrométrique du composé jaune issu de la réaction des nitrates avec l'acide sulfosalicylique. Formé par addition à l'échantillon de salicylate de sodium et d'acide sulfurique après traitement à l'alcali.

b. Mode opératoire

Un volume maximal de 25 ml de l'échantillon est analysé, (diluer si nécessaire) dans un bécher.

- On prépare 03 échantillons :

- Les eaux brutes : on met 2,5 ml dans un bécher.
- Les eaux traitées : on met 1 ml dans un bécher.
- Le blanc : on met 5 ml de l'eau distillée.

- On ajoute dans chaque échantillon :
  - 0.5 ml d'Azoture de sodium.
  - 0.2 ml d'Acide acétique.
  - On évapore de 75 à 88 C°.
- Après séchage, refroidissement.
- On ajoute 1 ml salicylate de sodium.
- On évapore à nouveau à (75 – 88) C°. Séchage et refroidissement.
- On ajoute 1 ml d'Acide sulfurique.
- On laisse reposer environ 10 min.
- Ensuite, 10 ml d'eau distillée sont ajouté.
- Puis, on ajoute 10 ml de la solution d'Alcali.
- On transvase le contenu du bécher dans une fiole jaugée à 25 ml sans compléter.
- On place la fiole dans le bain d'eau à 25 C° pendant 10 min.
- On retire la fiole et compléter au volume avec de l'eau.
- Enfin, la lecture est faite au spectrophotomètre à une longueur d'onde λ= 415 nm

c. Expression des Résultats :

Le résultat est donnée directement en **mg/l** en **$N\text{-}NO_3^-$** pour la conservation en **NO_3^-** multiplier le résultat par **4.43.**

III.4.1 .6 Phosphate

a. Principe

Réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl- phosphomolybdate.Et la réduction du complexe par l'acide ascorbique pour former un complexe de molybdène fortement coloré en bleu.

b. Mode opératoire

- Le volume maximum de la prise d'essai est de 40 ml (diluer si nécessaire), le dosage de concentration d'orthophosphates allant jusqu'à f = 0.8 mg/l.
- On ajoute 1 ml d'acide ascorbique et on agite.
- On ajoute 2 ml de molybdate acide et on agite.
- On complète à 50 ml avec de l'eau dans des fioles jaugées à 50 ml.
- On laisse le temps de réaction 30 minutes.
- A la suite de l'appariation d'une coloration bleue indicatrice de la présence des PO_4^{-3} on procède à la lecture des échantillons à une longueur d'onde **λ = 880 nm.**

c. Expression des résultats

Les résultats sont donnés directement en **P-PO_4^{-3}**, pour les convertir en **PO_4^{-3}** multiplier le résultat par **3.06.**

III.4.2 La courbe d'étalonnage de l'amoxicilline

La courbe d'étalonnage a été établie en mesurent la densité optique a une longueur d'onde **λ_{max} = 200,5 nm**, à cette longueur d'onde, on mesure la densité optique pour différentes concentration des solutions d'amoxicilline.

Les valeurs obtenues sont regroupées dans le tableau (III. 2)

Tableau III.2 Densité optique en fonction de la concentration de l'amoxicilline

C (mg/l)	0	4	6	8	10	12	14	16	20
DO	0	0,31	0,42	0,82	0,95	1,13	1,19	1,26	1,56

La présentation graphique de ses mesures expérimentales est illustrée par la figure (III.8)

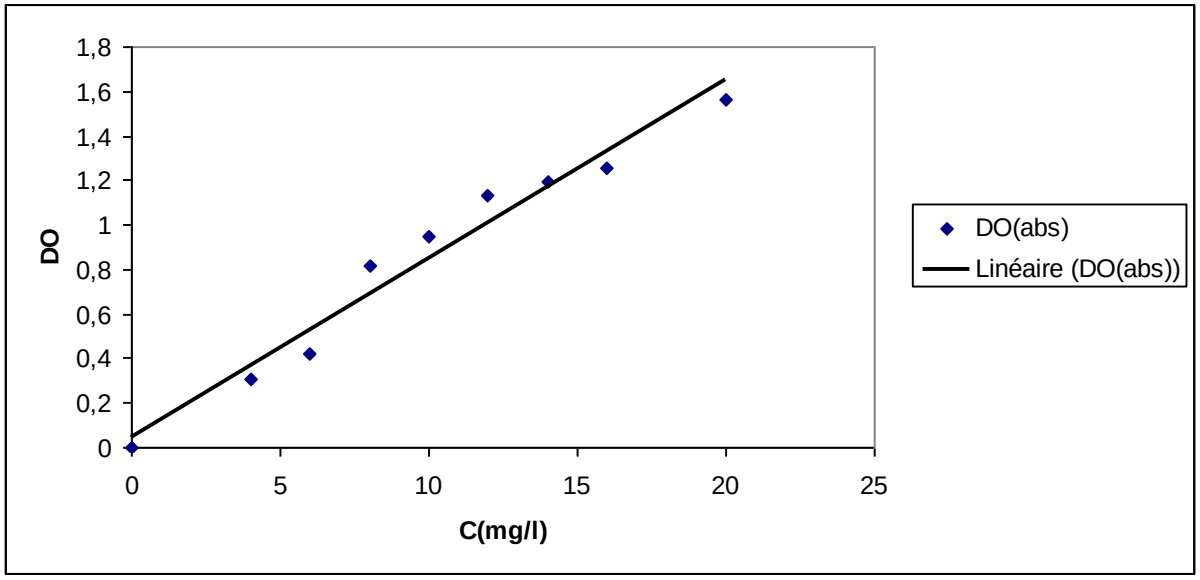


Figure III.8 : Courbe d'étalonnage de l'amoxicilline

III .5 Résultats et discussions

III .5.1 L'analyse par microscope optique (MO)

L'examen microscopique par microscope optique de la boue activée a un agrandissement de (x40), révèle que la boue pressante un aspect hétérogène sous forme de flocs avec présence occasionnelle de squelette de bactéries filamenteuse

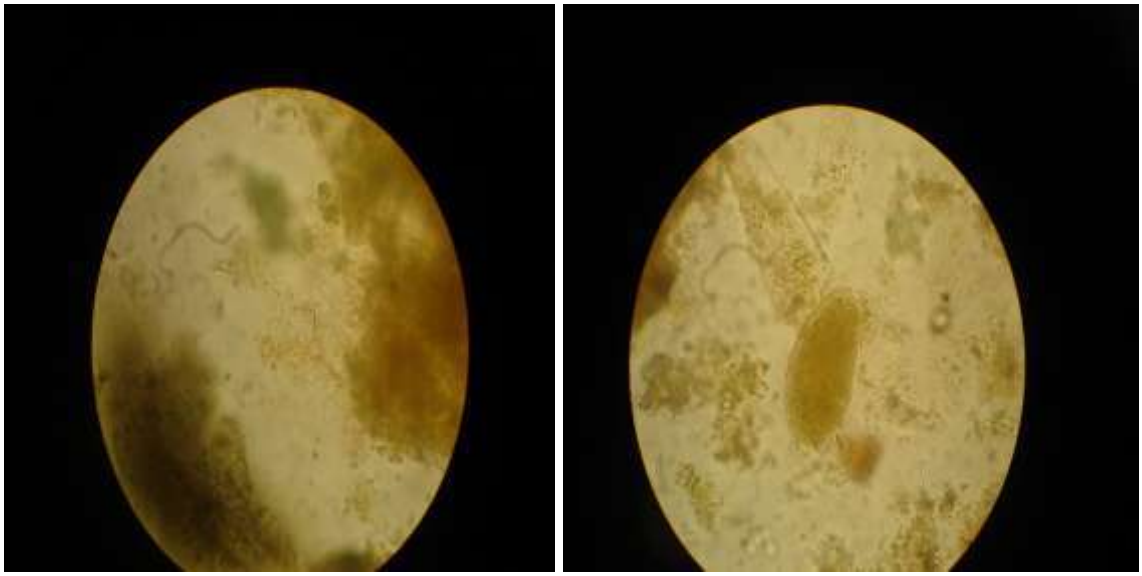


Figure III.9 : Image microscopique des flocs



Figure III. 10 : ***vorticelle convallaria*** *(*flocs aéré)



Figure III.11 : squelette de bactérie filamenteuse

III. 5.2 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur les MES

➢ Le cas de l'amoxicilline

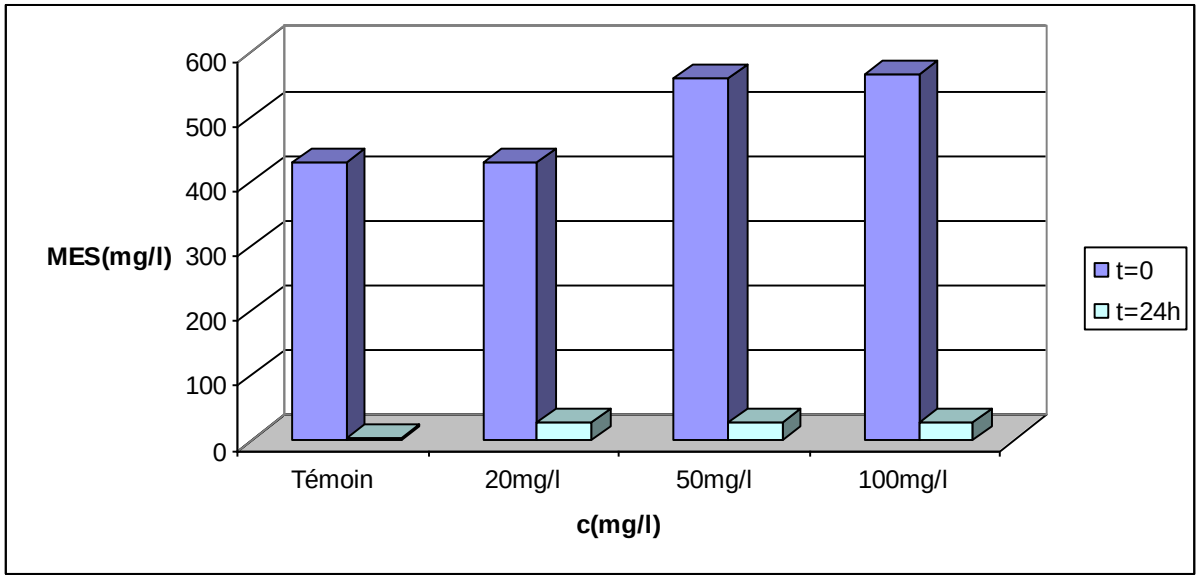


Figure (III.12) : Effet de l'Amoxi sur la concentration en mg/l des MES au bout de 24h

➢ Le cas de l'oxacilline

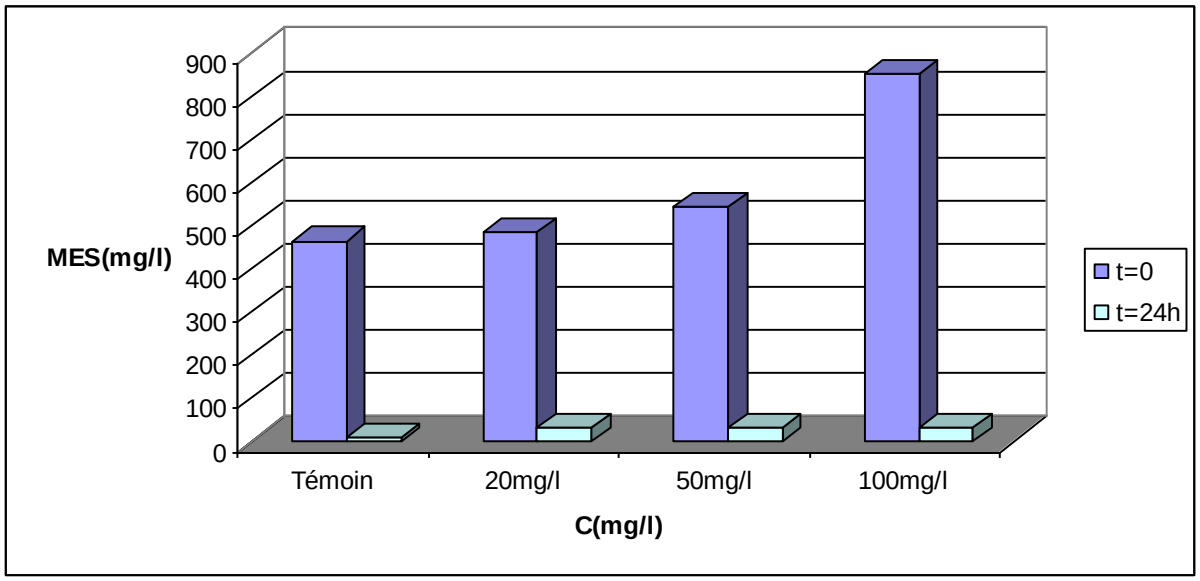


Figure (III.13) : Effet de l'Oxa sur la concentration en mg/l des MES au bout de 24h

D'après les résultats obtenus figure (III.12, III.13) on peut dire que au temps t=0 la concentration des MES augmente pour les trois concentrations des deux d'antibiotiques en comparant avec le témoin, et après 24h il ya une réduction des MES, qui sont variables par apport au témoin.

Donc on dit que la concentration en MES et proportionnelle à la concentration de l'antibiotique ainsi que sa réduction au bout de 24h. L'augmentation des [MES] pour les trois échontillons à t=24 h est due au faite que le matériel présent au niveau des flocs de la boue est rélargé vers la phase liquide, c'est un phénomène de perte de boues [69]. Malgré cette augmentation, les valeurs de MES de l'eau épurée obtenu sont conforme aux normes de rejets OMS (30mg/l) pour Amoxi. Par contre pour Oxa sont supérieur aux normes a partir de C=50 mg/l**.**

III. 5. 3 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur la DCO

➢ cas de l'amoxicilline

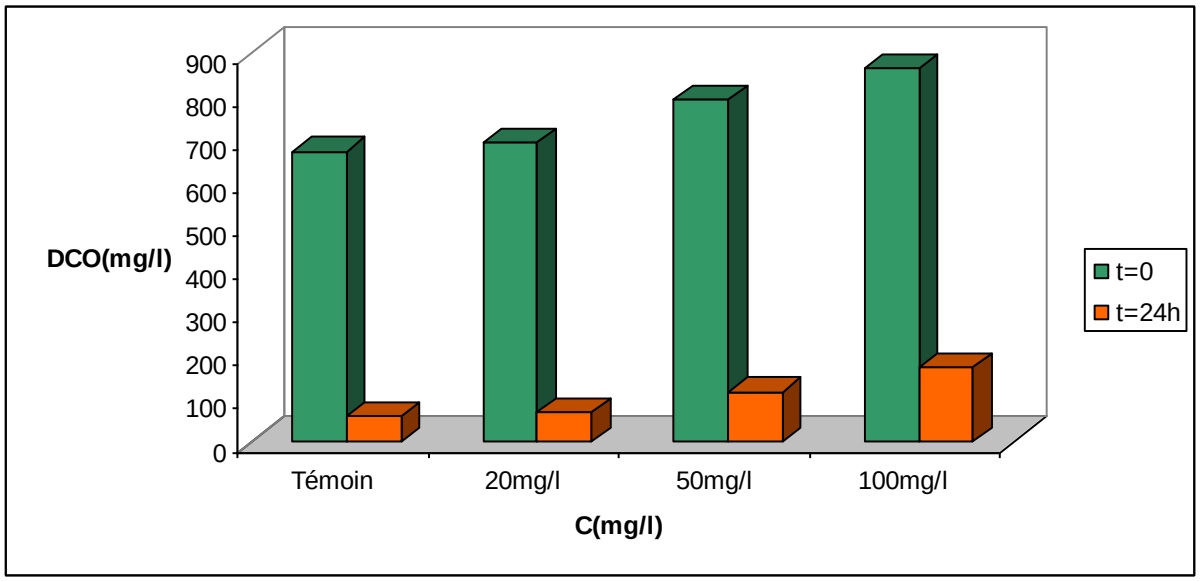


Figure (III. 14) : Effet de l'Amoxi sur la concentration en mg/l de la DCO au bout de 24h

➢ cas de l'oxacilline

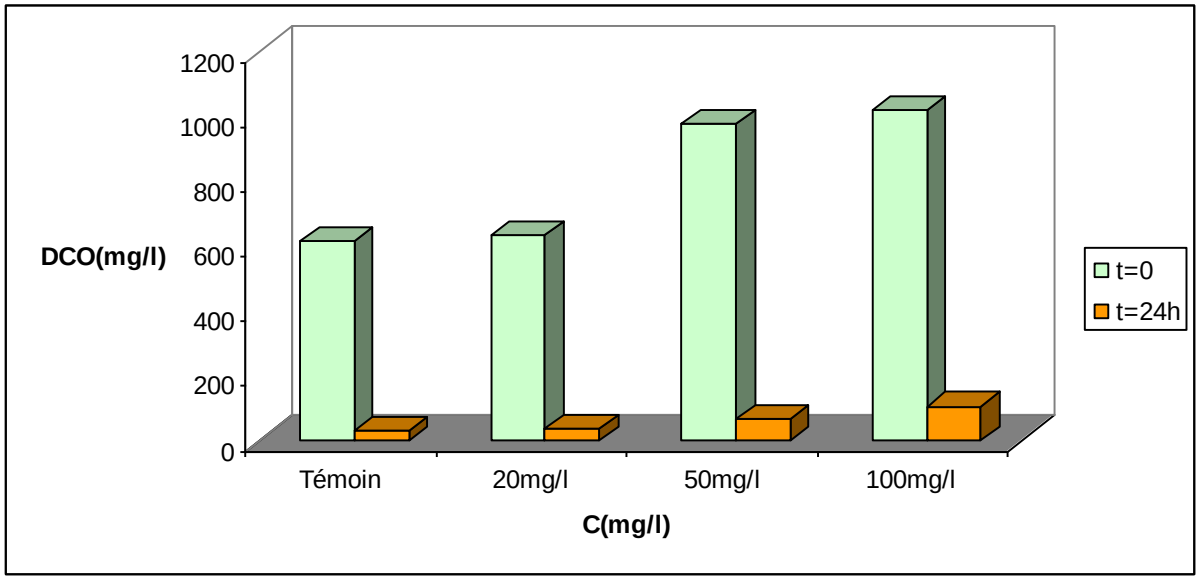


Figure (III.15): Effet de l'oxa sur la concentration en mg/l de la DCO au bout de 24h

La mesure de la DCO est une estimation des matières oxydables dans l'eau. C'est une mesure globale des matières organiques et de certains sels oxydables [70].

D'après les figures (III.14, III, 15), on remarque que la concentration de DCO des echs témoins et des echs à 20mg/l d'Amoxi et Oxa sont proche à t=0 par contre pour des concentrations de C=50 et de 100mg/l sont beaucoup plus élevées que celles du témoin, donc il y a une augmentation de la matière oxydable.

A t=24h on remarque une réduction de la DCO, pour le témoin comme pour les trois concentrations, l'oxydation a eu lieu, mais elle est aussi proportionnelle à la concentration de l'Amoxi et de l'Oxa. D'après des études effectuées sur la biomasse, en présence d'Amoxi, l'élimination de la DCO est affectée mais a de mesure moindre [71].

Les valeurs de la DCO sont conformes à la norme (120 mg/l) sauf pour la concentration de 100mg/l Amoxi.

III. 5.4 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur la DBO_5

➢ cas de l'amoxicilline

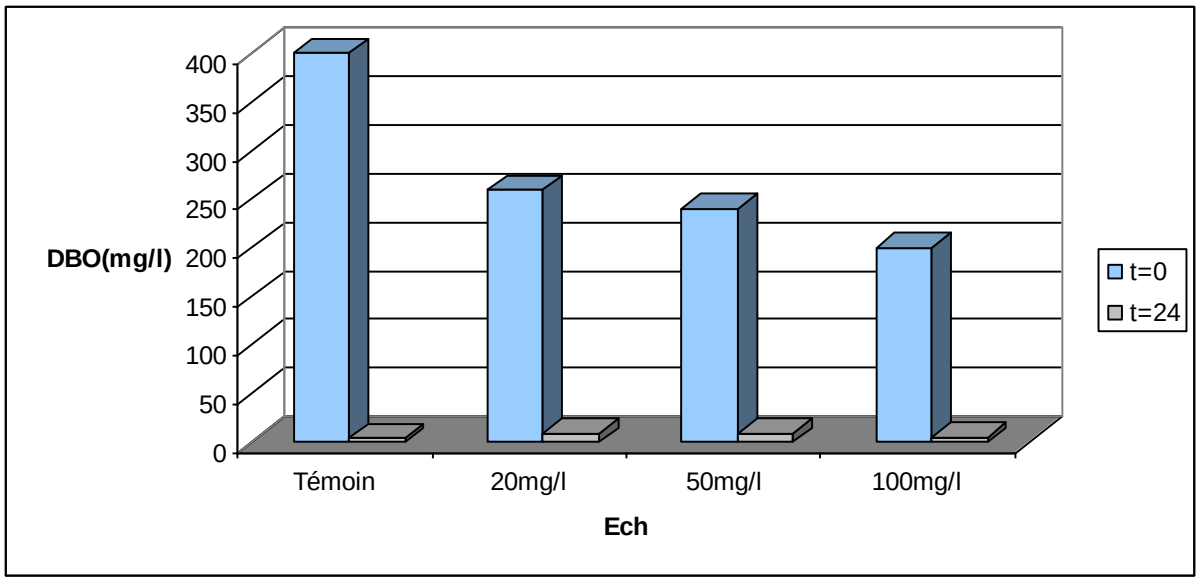


Figure (III. 16) : Effet de l'Amoxi sur la concentration en mg/l de la DBO_5 au bout de 24h

➢ cas de l'oxacilline

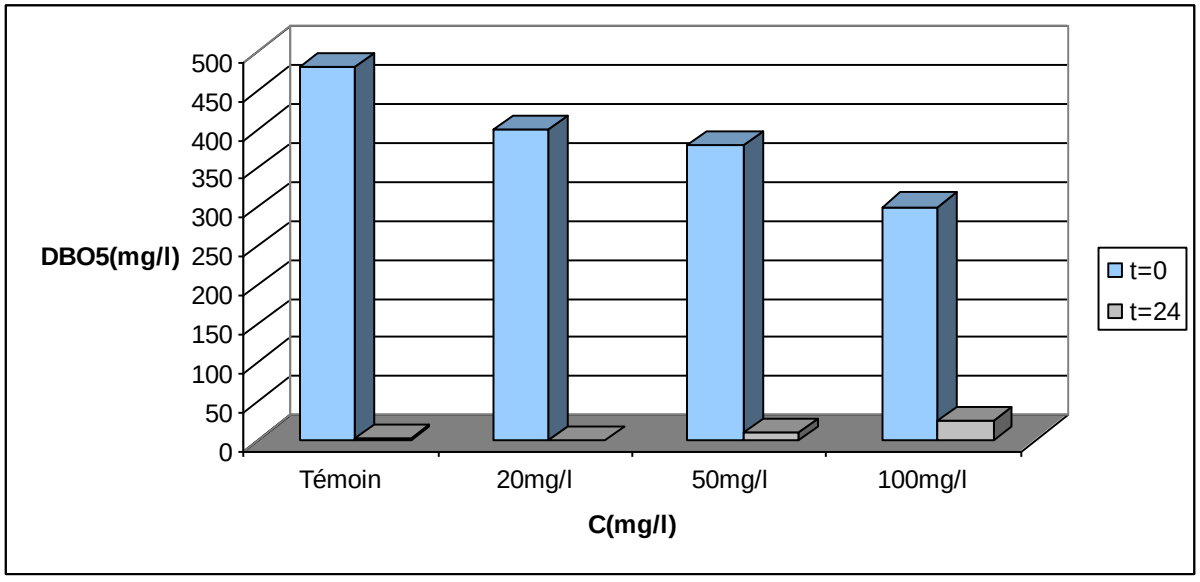


Figure (III.17) : Effet de l'Oxa sur la concentration en mg/l de la DBO_5 au bout de 24h

En ce qui concerne la DBO_5, on remarque que sa concentration est inversement proportionnelle à la concentration des antibiotiques, autrement dit la concentration de la DBO_5 de l'échantillon témoin à t=0 est supérieure à celle des échantillons expérimentaux on allant de C=20 mg/l jusqu'à C=100 mg/l. Et par définition, la détermination de la DBO_5 consiste à mesurer la quantité d'oxygène consommée par des germes aérobies pour assurer la décomposition des matières organiques [70], donc il est probable que en présence d'antibiotique il ya une élimination partielle des bactéries aérobie.

II.5.5 Le rapport DCO/DBO_5

La valeur du rapport DCO/DBO_5 d'une eau usée nous a permis d'avoir une idée sur sa biodégradabilité. Pour les deux échantillons témoin le rapport est de 1,68 et 1,28 donc un traitement biologique est convenable (figures III.18 et 19), concernent les échantillons le rapport vari entre 2,57 et 4,32, donc il faut traiter l'eau par voie biologique avec adaptation des souches microbienne et pour rendre ce traitement plus efficace il faut ajouter un traitement physico-chimique.

➢ cas de l'amoxicilline

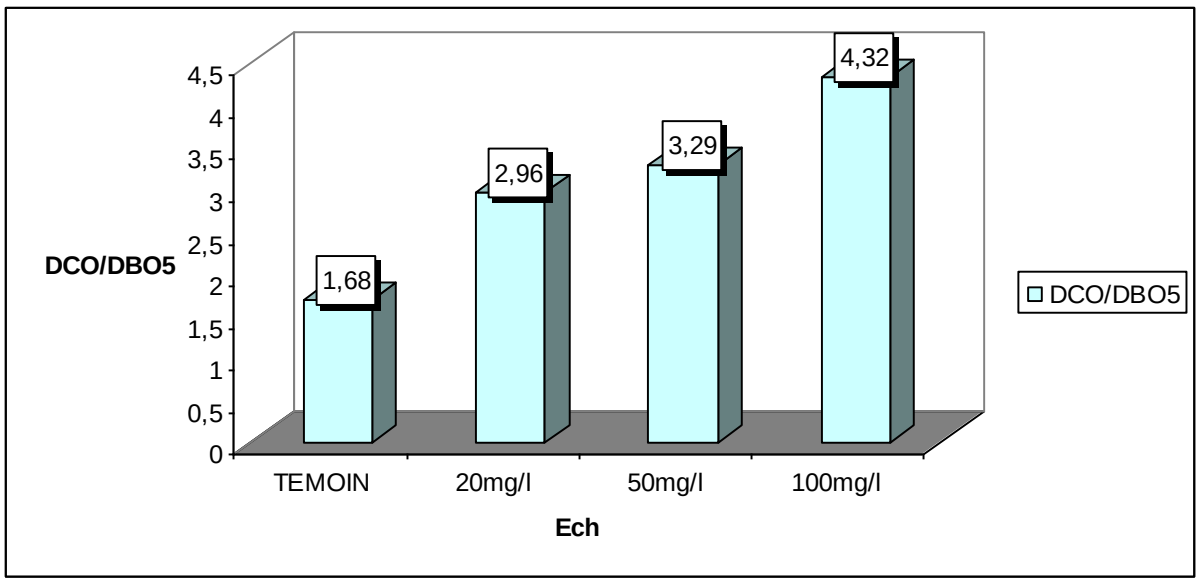


Figure (III.18) : Variation de rapport DCO/ DBO_5 en fonction des concentrations d'Amoxi

➢ cas de l'oxacilline

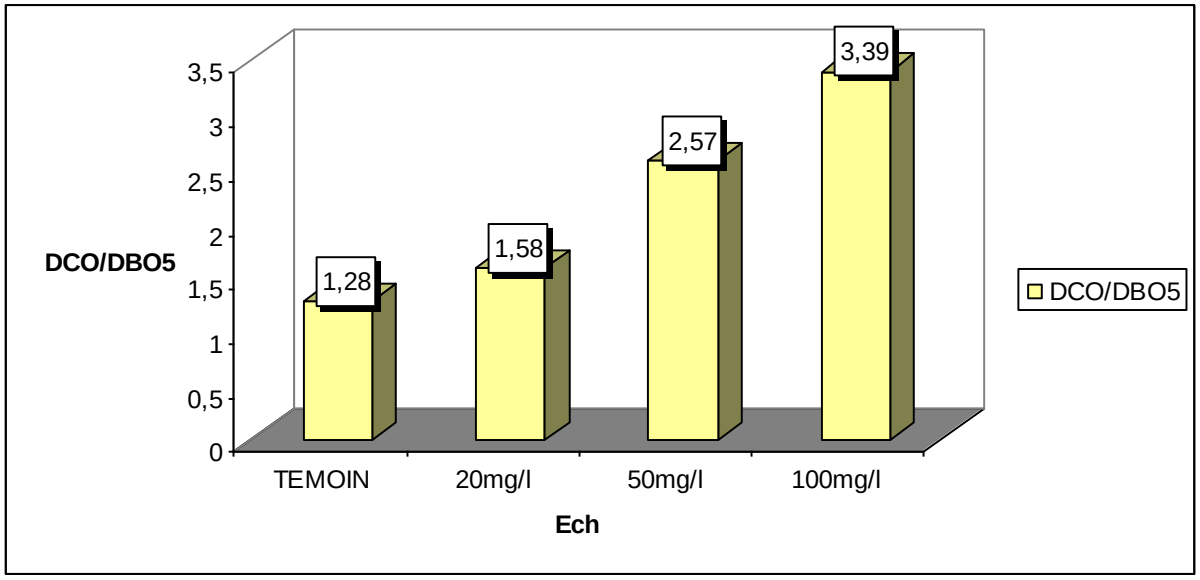


Figure (III.19) : Variation de rapport DCO/ DBO_5 en fonction de [Oxa]

III. 5.6 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur l'ammonium

➢ cas de l'amoxicilline

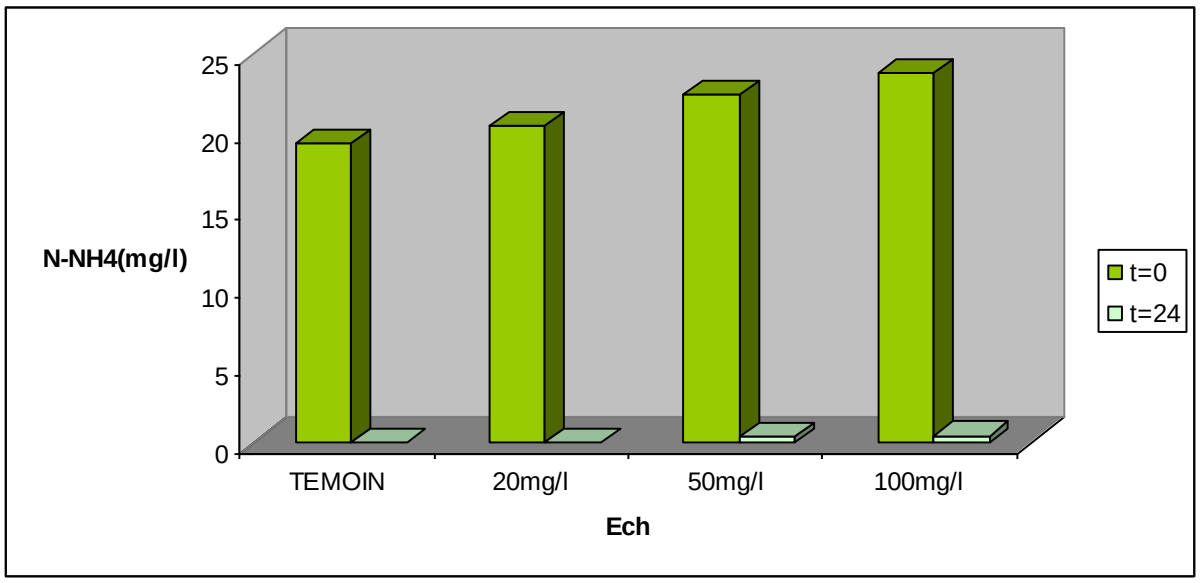


Figure (III.20) : Effet de l'Amoxi sur la concentration d'ammonium en mg/l au bout de 24h

➢ cas de l'oxacilline

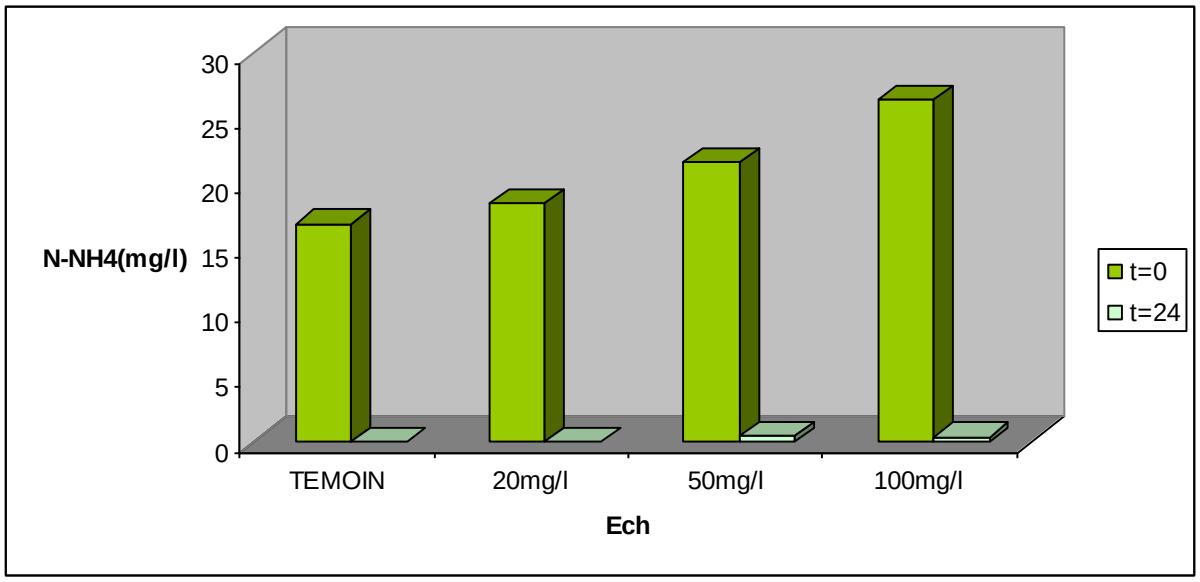


Figure (III.21) : Effet de l'oxa sur la concentration d'ammonium en mg/l au bout de 24h

A partir des résultats obtenus et qui sont représentés dans les figures (III.20, III.21), en augmentant la concentration de l'antibiotique, la concentration de l'ammonium augmente (c=20/50/100 mg/l) à t=0, donc ils ont contribué à la création d'ammonium.

A t=24h la concentration en ammonium diminue par apport à t=0 mais les concentrations sont plus au moins proches au témoin.

La diminution de ces concentrations est due à leur transformation en nitrites puis en nitrates par l'oxydation en présence d'une quantité d'oxygène suffisante. Donc on dit que la capacité de la boue pour éliminer l'ammonium est maintenue même en présence d'antibiotique.

III. 5.7 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur les nitrates

D'après les figures (III.22 et 23), on remarque d'une part que la concentration des échantillons en nitrate à t=0 sont proches à celle de t=24h, il ya une augmentation de cette dernière donc c'est le phénomène de nitrification [72]. D'autre part on peut dire aussi que la concentration de $N\text{-}NO_3^-$ à t=24h est proportionnelle à la concentration des antibiotiques. Elle atteint sa valeur maximal à une concentration de C =100mg/l pour les deux antibiotiques, donc on dit qu'il ya une augmentation de la vitesse de nitrification.

➢ cas de l'amoxicilline

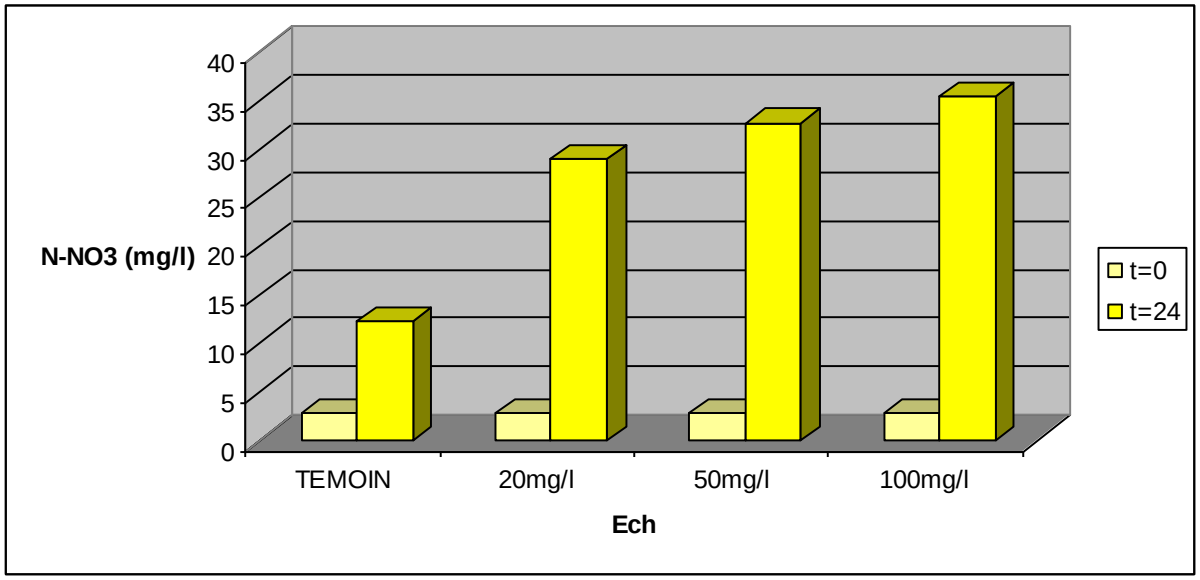


Figure (III.22) : Effet de l'Amoxi sur la concentration des nitrates en mg/l au bout de 24h

➢ cas de l'oxacilline

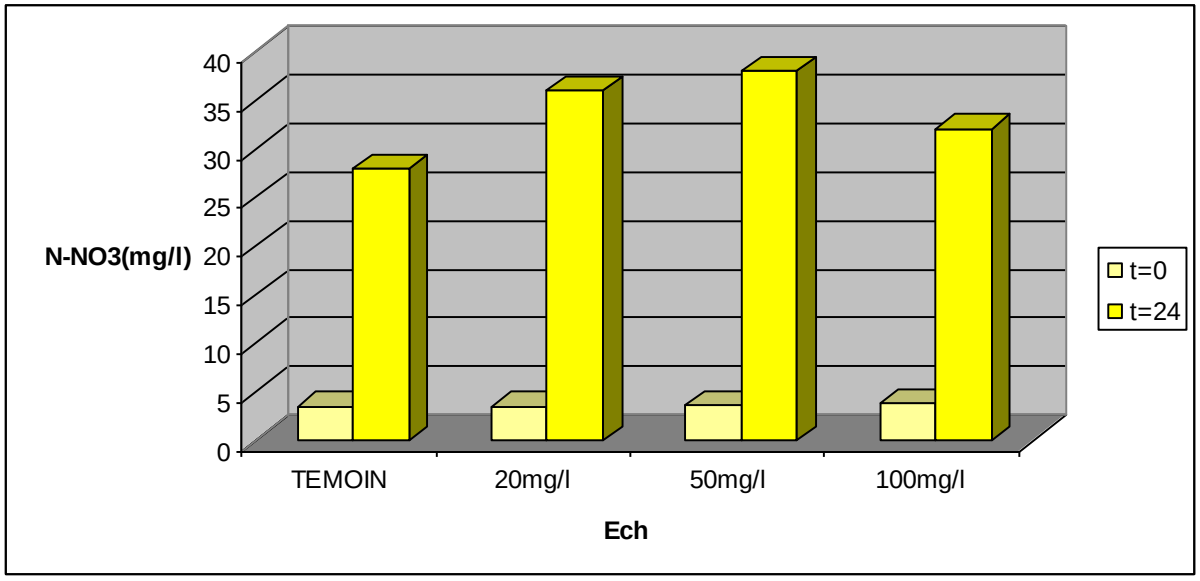


Figure (III.23) : Effet de l'oxa sur la concentration des nitrates en mg/l au bout de 24h

III.5.8 L'effet de la concentration d'antibiotiques sur les orthophosphates

➢ cas de l'amoxicilline

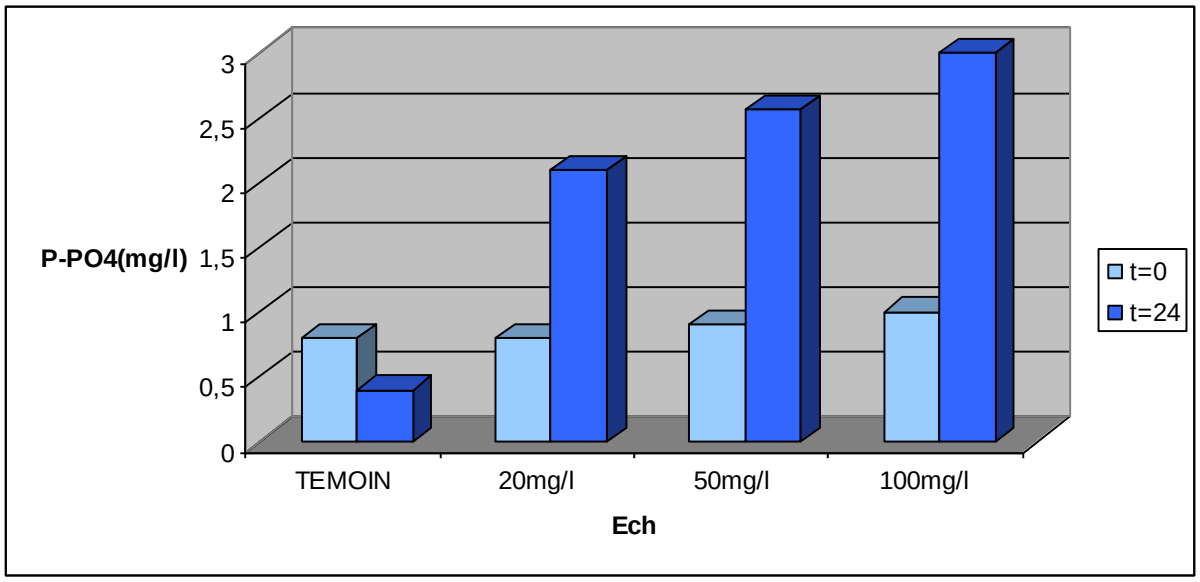


Figure (III.24) : Effet de l'Amoxi sur la concentration des orthophosphates en mg/l au bout de 24h

➢ cas de l'oxacilline

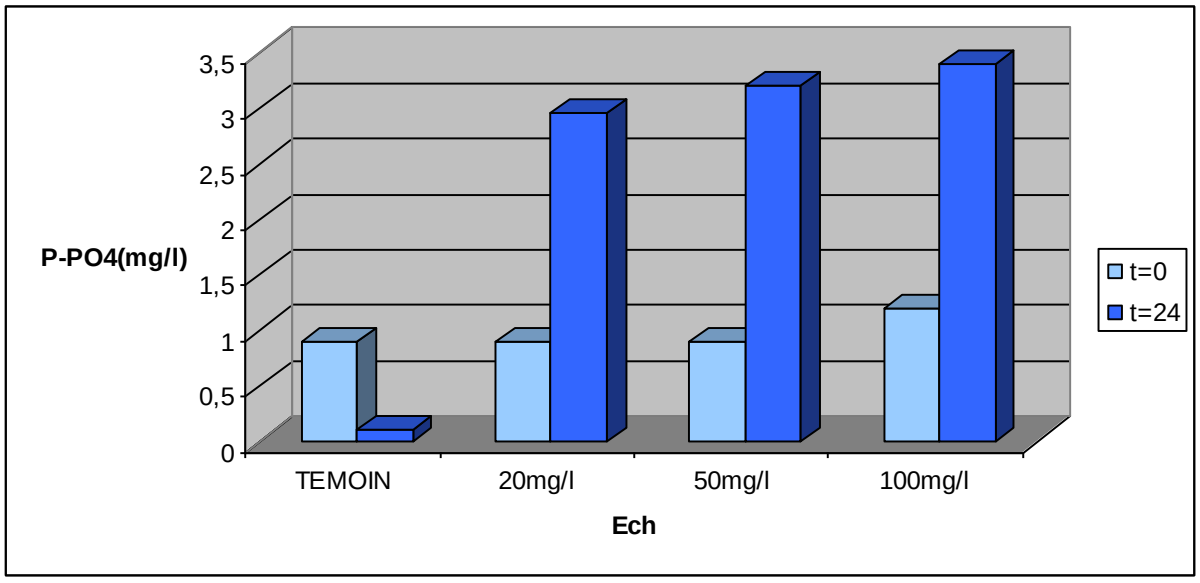


Figure (III.25) : Effet de l'oxa sur la concentration des orthophosphates en mg/l au bout de 24h

En ce qui concerne les orthophosphates, on constate que pour l'échantillon témoin il ya une diminution de la concentration entre t=0 et t=24h, c'est une déphosphatation biologique durant le cycle du traitement [72]. Alors que pour les deux antibiotiques et à différentes concentrations on remarque que la concentration augmente de t=0 et t=24h, ceci est probablement dus à des modifications de la microfaune, ce qui a pour conséquence de modifier le métabolisme des bactéries et notamment de favoriser le relargage du phosphore en dehors de la cellule bactérienne sous forme d'orthophosphates [72].

III .5.9 le rendement d'épuration des différents échantillons

A partir du tableau (III. 3) on constate que le pourcentage du rendement d'épuration est inversement proportionnel à la concentration de l'amoxicilline. On remarque que l'échantillon témoin présente les pourcentages les plus élevés pour la majorité des paramètres sauf pour les nitrates où on ne peut pas calculer le rendement car leurs concentrations augmentent après traitement (voir annexe).

Concernent les orthophosphates, le pourcentage du rendement ne peut être calculé, car après le traitement et en présence d'antibiotique, on a constaté que la concentration de $P\text{-}PO_4^{3-}$ a augmenté. Le R% d'épuration diminue en augmentant la concentration de l'amoxicilline mais il reste toujours supérieur à 50%.

Tableau III.3 La variation du rendement épuratoire par apport aux différentes concentrations de l'amoxicilline

paramètres	**R(%) Témoin**	**R(%) Echantillon 1 a 20mg/l**	**R(%) Echantillon 2 a 50mg/l**	**R(%) Echantillon 3 a 100mg/l**
MESmg/l	99,29	93,93	93,78	93,65
DCO mg/l	91,42	90,97	85,43	80
DBO5mg/l	99	96,74	96,47	95
$N\text{-}NO_3^-$ mg/l	/	/	/	/
$N\text{-}NH_4^+$mg/l	100	100	98,39	98,27
$P\text{-}PO_4^{3-}$ mg/l	50	/	/	/

Tableau III.4 : La variation du rendement épuratoire par apport aux différentes concentrations de l'oxacilline

paramètres	R(%) Témoin	R(%) Echantillon 1 a 20mg/l	R(%) Echantillon 2 a 50mg/l	R(%) Echantillon 3 a 100mg/l
MESmg/l	97,84	93,78	93,64	93,61
DCO mg/l	95,31	93,93	93,13	89,61
DBO5mg/l	100	99,5	97,36	92
N-NO_3^- mg/l	/	/	/	/
N-NH_4^+mg/l	100	100	98,10	97,95
P-PO_4^{3-} mg/l	88,88	/	/	/

D'après le tableau (III.4), on remarque que comme pour l'amoxicilline, la présence de l'oxacilline dans l'eau usée brute et à différentes concentrations, conduit à la réduction du pourcentage du rendement pour la majorité des paramètres, mais dans une moindre mesure.

III.5.10 Etude de la dégradation de l'amoxicilline

L'étude de la dégradation de l'amoxicilline a été réalisée par spectrophotomètre UV

III.5.10.1 Pour les boues activées

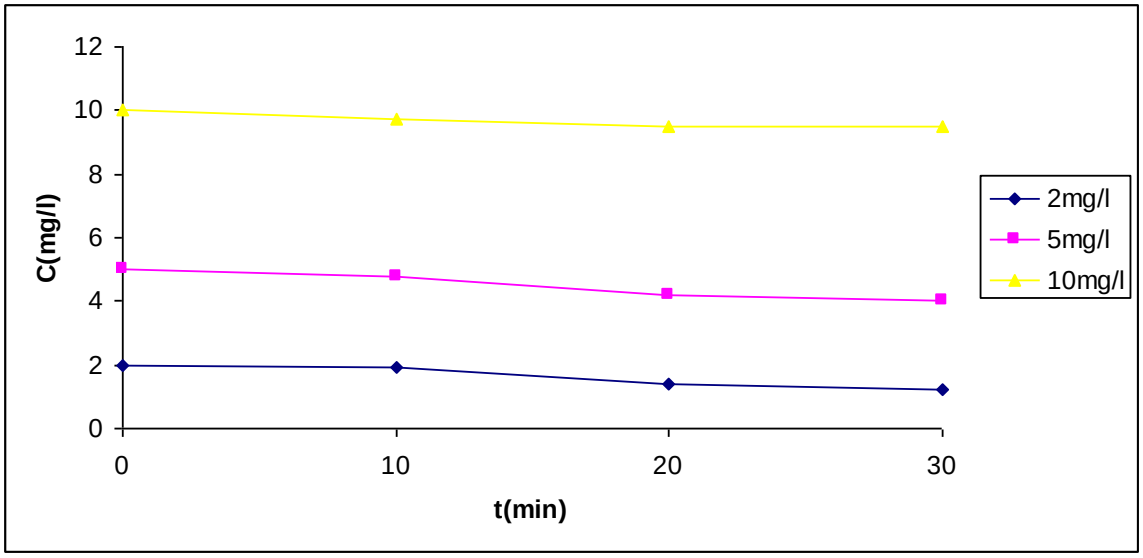


Figure III.26 : La réduction des différentes concentrations d'amoxicilline (Amoxi/BA)

III .5.10.2 Pour le charbon actif

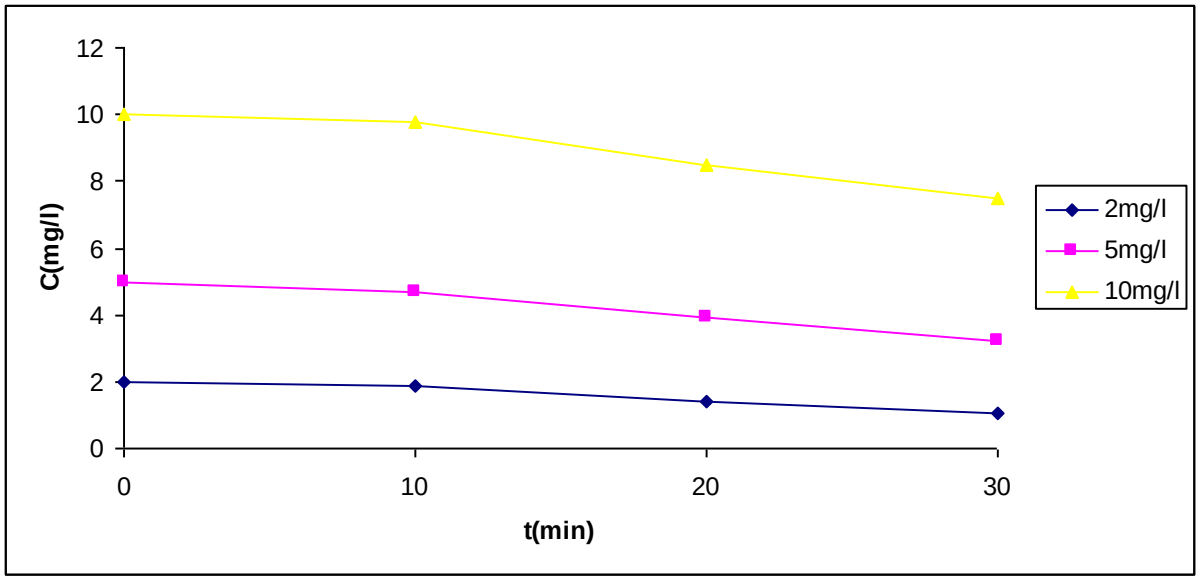


Figure III.27 : La réduction des différentes concentrations d'amoxicilline (Amoxi/CA)

A partir des courbes représentées dans les figures (III .26 et 27) on constate que :

- Pour une concentration de 2 mg/l il ya une réduction de la concentration de l'Amoxi qui est proche entre le système (Amoxi/BA) et (Amoxi/CA)
- Pour les concentrations de 5 et 10 mg/l on remarque que la réduction de l'antibiotique dans le système (Amoxi/CA) est remarquable par apport à celle du système (Amoxi/BA) (voir annexe)

Ces résultats nous à permis de dire qu'il y a eu une adsorption de l'antibiotique par le charbon actif a base végétale, utilisé comme adsorbant [73].

En ce qui concerne la BA, la faible réduction de la concentration de l'amoxicilline s'explique que l'antibiotique peut être considéré comme un agresseur bactérien, et il attaque surtout les bactéries qui se trouvent à l'extérieur des agrégats [74]

Les BA activées ne possèdent pas la capacité de dégrader naturellement les composés xénobiotiques (médicament, toxines …), le contraire peut avoir lieu grâce à une période d'acclimatation [75]

Conclusion Générale

L'objectif de ce travail porte sur l'étude de l'effet de la présence de deux antibiotiques, les plus utilisés en Algérie « l'amoxicilline » et « l'oxacilline », sur le procédé d'épuration biologique (par boues activées), des eaux usées urbaines de la station d'épuration d'Oued l'Ahrach, Médéa.

L'étude à été réalisée par l'utilisation d'eaux usées urbaines et de la boue activée de la STEP de Médéa.

Les analyses physico-chimiques effectuées pour faire cette étude sont :

- La détermination des MES;
- La Demande chimique en oxygène ;
- La Demande biochimique en oxygène ;
- L'ammonium ;
- Les nitrates ;
- Les orthophosphates.

Les résultats obtenus nous ont permis de tirer les points suivants :

- Les paramètres physico-chimiques d'une eau usée en présence d'antibiotique sont totalement différents par apport à celle d'une eau usée urbaine.
- Les deux antibiotiques utilisés dans ce travail réduit que légèrement le rendement de la réduction des MES et l'élimination de la DCO.
- La présence d'antibiotique dans l'effluent réduit sa biodégradabilité.
- Le phénomène de la nitrification n'est pas affecté en présence d'antibiotique par contre il ya une augmentation de la vitesse de nitrification, donc le taux des nitrates dans l'eau épurée est remarquable.
- La présence d'antibiotique dans l'effluant a épuré conduit à l'augmentation de la concentration des phosphates dans le rejet final.

En fin nous recommandant qu'il faut mettre en place des traitements supplémentaires, car cette eau épurée ne peut être rejetée dans la nature avec un taux élevé de phosphate et de nitrate.

- Une étape de dénitrification pour réduire le taux de nitrates.
- Une étape de déphosphatation pour la diminution du taux des phosphates, elle peut être une déphosphatation chimique où biologique.
- Le traitement par le charbon actif pour l'adsorption de l'antibiotique évite son rejet dans le milieu naturel