

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département Génie de l'Eau et de l'Environnement



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en :Hydraulique
Filière : Hydraulique
Spécialité : Hydraulique Urbaine
Thème

Étude comparative d'un système épuration par la boue activée et MBBR pour la STEP de Hammam Bouhdjer

Présenté Par :

- 1) Melle BELAIDI AMINA
- 2) Melle BOUZIDANI ZAHIA

Devant le jury composé de :

Mme Benchaker Hasiba	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Président
Moustfaoui Leila	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examineur
Nehari Abderrahmane	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant
Ababou Hbibe	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Co-Encadrante

Année Universitaire 2024/2025

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr Nehari Abd Rahman. Nous le remercions pour la qualité exceptionnel de son encadrement, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous tenons présenter nos remerciements les plus chaleureux à notre Co-encadreur Mr Ababou Habib. Ce projet n'aurait pas pu être mené à terme sans l'intérêt et l'investissement dont il a fait prévue. Ses conseils attentionnés et ses interventions rapides et avisées nous ont nous remercions également tous nos enseignants du département de l'hydraulique qui nous ont aidés et ont contribué à notre formation durant notre parcours universitaires.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribues, de près ou de loin dans l'élaboration de notre mémoire.

DEDICACES :

Je tiens et avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

À l'âme de mon grand-père, celui et m'a donné toujours l'espoir de vivre, apprendre

Que dieu ait pitié de lui.

*Et ma chère grand-mère « **mima Fatima** ».*

*A ma chère **maman** pour son sacrifice qu'elle a consentie Pour mon instruction et mon bien-être.*

*A mon cher frère **Zakaria** pour m'aider et me soutenir tout au long de ma vie.*

*A ma chère grande cousine et mon âme sœur **Imene** « minouche » qui n'as pas cessé de mon encourager pendant la durée de ce mémoire.*

*Et mes cousines : **Rihab, Samia, Mounira***

Et ma meilleure amie : Manel

*Mon chère professeur du Coran **Meriem***

*À tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom **Menad** et **Bouزيدani**.*

*A tous les enfants de ma famille **Menad Fatna, Selssabile, Oweis** et mon anti déresseur **katkouta Abdelkader** « kanine ».*

*Et les enfants de ma famille **Bouزيدani** Tasnime et mon cher Rayan.*

*À **Amina** ; mon amie avant d'être mon binôme*

À tous mes amis de promotion de 2^{ème} année master en hydraulique.

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite, tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

DÉDICACES

DEDICACES :

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux, Grâce au tout Puissant, je dédie ce modeste travail a tous personne qui m'ont aidé de près ou de loin a la réalisation de ce mémoire plus particulièrement :

*A vous, le meilleur **papa** au monde, et la plus belle femme **maman**, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est bien le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation. Puisse Dieu, le tout puissant,*

vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur Amene.

*A ma grand sœur **Rachida**, mon frère **Mohammed**.*

*A ma cousine **bouazza maarouf soumia** qui m'a aidé pour ce mémoire,*

A ma deuxième famille, tous mes enseignants que je considère comme exemple et modèle, qui ne nous ont pas appris que l'hydraulique mais aussi la discipline, les valeurs, l'honnêteté, la sincérité et les principes de la vie,

Mr. Ababou , Mr. Nehari , Mr. benaicha , Mme Benchkor,

Mme moustfaoui leila.

*A mes meilleurs amie **Amrani Aounira** et **Bouزيدani Zahia**, ainsi tous mes amis qui ont toujours été présent pour moi, tous mes collègues de promo d'hydraulique (2024-2025) et tous les gens qui m'aiment, qui m'ont soutenu, qui ont cru en moi.*

RESUME :

Les eaux usées constituent une menace majeure pour l'environnement et les êtres humains, directement et indirectement, c'est pourquoi il est important de les traiter et de les recycler compte tenu de la pénurie d'eau.

A cet égard, nous avons effectué une comparaison entre deux procédés de traitement biologique : « boue activée et MBBR », afin de les comparer et choisir celui le plus compact.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons fait les calculs des débits des eaux usées à l'horizon de 2052, et un dimensionnement complet de tous les ouvrages pour chaque procédé dans le but de dimensionner une future station d'épuration pour la localité HAMMAME BOUHDJER et AURESS el MAIDA pour l'horizon de 2052.

Mot clés : station d'épuration, dimensionnement, MBBR, boue activée, HAMMAME BOUHDJER, AURESS EL MAIDA, procédé, boues.

الملخص:

تشكل مياه الصرف الصحي تهديدًا كبيرًا للبيئة والبشر، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر، ولهذا السبب من المهم معالجتها وإعادة تدويرها نظرًا لنقص المياه.

وفي هذا الصدد، قمنا بإجراء مقارنة بين عمليتي المعالجة البيولوجية "الحمأة المنشطة و" MBBR"، وذلك لمقارنتهما واختيار الأكثر إحكامًا.

في إطار هذا البحث، قمنا بحساب معدلات تدفق مياه الصرف الصحي بحلول عام 2052، وتقدير الحجم الكامل لجميع الأعمال لكل عملية من أجل تحديد حجم محطة معالجة مستقبلية لمنطقة حمام بوحجر وأوراس الميدة في أفق عام 2052.

ABSTRACT:

Wastewater poses a major threat to the environment and human beings, both directly and indirectly, which is why it is important to treat and recycle it given the water shortage.

In this regard, we conducted a comparison between two biological treatment processes: "activated sludge and MBBR", in order to compare them and select the most compact one.

As part of this research, we calculated wastewater flow rates by 2052 and performed a complete design of all structures for each process, with the aim of sizing a future wastewater treatment plant for the towns of HAMMAME BOUHDJER and AURESS el MAIDA by 2052.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
DEDICACES :	II
DEDICACES :	III
RESUME :	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES ABREVEATIONS	X
TABLE DES FIGURES	XI
TABLE DES TABLEAUX	XII
INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre 01 : Généralités Sur Les Eaux Usée	3
1 Introduction :	3
2 Définition des eaux usées:	3
3 Types et origine des eaux usées :	3
3.1 Eaux usées domestiques :	3
3.2 Eaux usées industrielles :	3
3.3 Eaux usées agricoles :	4
3.4 Eaux pluviales:	4
4 Caractéristiques des eaux usées :	4
4.1 Caractéristiques physico-chimiques :	4
4.1.1 Couleur :	5
4.1.2 Odeur :	5
4.1.3 La température :	5
4.1.4 Le potentiel d'Hydrogène (pH):	5
4.1.5 La turbidité :	6
4.1.6 Les matières en suspension (MES):	6
4.1.7 La conductivité électrique (CE) :	6
4.1.8 La demande biochimique en oxygène (DBO5):	7
4.1.9 La demande chimique en oxygène (DCO) :	7
4.1.10 Normes de rejet :	7
4.1.10.1 Normes internationales :	7
4.1.10.2 Normes Algériennes:	8
4.1.11 La biodégradabilité:	9
4.2 Caractéristiques biologiques:	10

TABLE DES MATIÈRES

4.2.1	Les virus:	10
4.2.2	Les bactéries :	10
4.2.3	Les champignons:	10
4.2.4	Les protozoaires :	11
5	Traitement des eaux usées :	11
5.1	Pré-traitement :	11
5.1.1	Fosse à bâtards :	11
5.1.2	Dégrilleur :	11
5.1.3	Dessableur :	11
5.1.4	Déshuileur-Dégraisseur:	12
5.2	Traitement primaire:	12
5.2.1	Décantation physique:	12
5.2.2	Décantation physico-chimique:	13
5.3	Traitement secondaire biologique :	13
5.3.1	Procèdes A Culture Fixée :	13
5.3.1.1	Les disques biologiques :	13
5.3.1.2	Lits bactériens :	15
5.3.1.3	Réacteur à biofilm à lit mobile (MBBR):	16
•	Efficacité des systèmes MBBR :	17
•	Comment différencier les médias MBBR ?	18
5.3.2	Procèdes A Culture Libre :	21
5.3.2.1	Lagunage :	21
5.3.2.2	Boues activées :	22
5.3.3	Les avantages et les inconvénients de différentes filières de traitement biologique des eaux usées :	26
5.3.4	Choix de la filière d'épuration biologique :	29
5.4	Traitement tertiaire :	30
5.4.1	Élimination de l'azote :	30
5.4.2	Élimination de phosphore :	30
5.4.3	La désinfection :	31
6	Station d'épuration :	32
6.1	Les données de base :	33
6.2	Principe de fonctionnement de la STEP :	34
7	Conclusion :	35
	Chapitre 02 : Présentation de la zone d'étude	37
1	Introduction	37
2	Données de base sur la zone d'étude :	37

TABLE DES MATIÈRES

2.1	La situation géographique :	37	
2.2	Situation hydrographie- hydrologique :	38	
2.2.1	Bassin versant d'Oued EL Maleh :	39	
2.2.2	Les sous bassins d'Oued El Maleh :	39	
2.2.3	L'analyse du comportement hydrologique d'un bassin versant :	40	
2.3	La géologie de piémont avec des instructions volcanique :	40	
2.4	Géotechnique du site urbain de la ville de Hammam Bouhadjar :	41	
2.5	Sismicité :	41	
2.6	Caractéristiques climatologiques :	41	
2.6.1	Température :	42	
2.6.2	Précipitations :	42	
2.6.3	L'Ensoleillement :	43	
2.6.4	L'évaporation :	44	
2.6.5	Vitesse des vents :	45	
2.6.6	Humidité :	45	
2.7	L'indice d'aridité de DEMARTON :	46	
2.8	Diagramme Ombrothermique :	47	
3	Population :	47	
3.1	Démographie :	47	
3.2	Evolution de l'accroissement de la population aux horizons du projet :	47	
4	Caractéristiques du système d'assainissement existant :	50	
4.1	Etat du réseau et taux de raccordement :	50	
4.2	Débits des eaux usées :	50	
4.3	Détermination du nombre d'équivalents - habitants (E.H)	52	
4.4	Localisation et caractéristiques du site	53	
5	Enquête d'analyse de pollution de la ville hammam bouhadja :	55	
5.1	Résultats des analyses :	55	
5.2	Interprétation des résultats :	57	
➤	PH :	57	
5.3	Biodégradabilité et nature de rejet :	64	
5.4	Teneur nécessaire en substances nutritives	64	
6	Conclusion :	65	
Chapitre 03 : Dimensionnement et conception de la station d'épuration par la boue			
activée et le MBBR			67
1	Introduction :	67	
2	Dimensionnement des ouvrages :	67	
2.1	Paramètres de dimensionnement :	67	

TABLE DES MATIÈRES

2.1.1	Estimation de la population :	67
2.1.2	Estimation des débits de dimensionnements :	68
2.1.2.1	Débit des eaux usées :	68
a)	Débit des eaux usées urbain :	68
2.1.2.2	Débit des eaux pluviales :	69
a)	Débit de point au temps de pluies :	70
3	Dimensionnement de la station d'épuration avec procédé boue activée :	70
3.1	Paramètres de dimensionnement	70
3.2	La LIGNE D'EAU :	74
3.2.1	Le prétraitement :	74
3.2.1.1	Ouvrage de prétraitement :	74
3.2.1.1.1	Fosse à bâtards :	74
3.2.1.2	Dégrilleur:	75
3.2.1.2.1	Grille grossière:	75
3.2.1.2.2	Grille fine:	76
3.2.1.3	Le Dessableur -Déshuileur:	77
3.2.2	Traitement biologique:	78
3.2.2.1	Zone de contact:	79
3.2.2.2	Zone anoxie :	81
3.2.2.3	Bassin d'aération :	82
3.2.2.4	Production des boues :	84
3.2.2.4.1	Calcul $\Delta X1$ boues biologiques :	85
3.2.2.4.2	Calcul $\Delta X2$ boues physico-chimiques :	85
3.2.2.5	Age des boues :	88
3.2.2.6	Recirculation des boues :	88
a.	Débit de recirculation des boues :	89
3.2.2.7	Bassin de dégazage :	89
3.2.3	Décanteur secondaire :	90
3.2.4	Bassin de chloration :	91
3.2.5	Canal venturi :	92
3.3	La linge boues :	94
3.3.1	Le traitement des boues résiduaires :	94
3.3.1.1	Épaississement :	94
Avec :	95
3.3.1.2	La fosse à boue :	95
3.3.1.3	Déshydratation mécanique par filtre à bande :	96
3.3.1.3.1	Lits de séchage de secours :	97

TABLE DES MATIÈRES

4 Dimensionnement de la station d'épuration avec procédé du MBBR (moving bed biofilm reactor):	100
4.1 Le prétraitement:	100
4.2 Le traitement biologique (secondaire):	100
4.2.1 Bassin de dénitrification:	101
a) Surface du média requise :	101
b) Volume du média :	102
c) Volume du bassin:	102
d) Volume d'eau:	102
4.2.2 Bassin biologique MBBR:	104
4.2.2.1 Calcul du besoin d'air :	106
a) Oxygène requis :	106
4.2.2.2 Calculs des niveaux :	107
4.2.3 Clarificateur lamellaire :	108
4.2.4 Bassin e chloration :	109
Chapitre 04 : Etude Comparative	112
1 Introduction :	112
2 Interpretation des resultats:	112
3 Rendement épuratoire :	115
4 Estimation de coût :	116
5 Synthèses :	117
6 Conclusion :	118
CONCLUSION GENERALE	119
BIBLIOGRAPHIE	120
7 Bibliographie	120
ANNEXES 01	124
ANNEXES 02	125

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTE DES ABREVEATIONS

STEP : Station d'épuration des eaux usées

BA : boue activée

EH : équivalent habitant

EU : eau usée

EP: eau pluviale

HBH: Hammam Bou Hadjar

MBBR: moving bed biofilm reactor

DBO5 : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

MVS : Matière volatiles en suspension

Ts : Temps de séjour

Cs : la concentration des boues à l'extraction

Qmax: débit maximale

Qmoy: débit journalier

Qf : débit de fosse à boue

Cp : coefficient de pointe

cm : la charge massique

p : phosphore

Qr : débit de recirculation des boues

r : le taux de recirculation

xr : concentration en MES dans le clarificateur

Qb: la quantité de boue

PEHD : polyéthylène haute densité

TABLE DES FIGURES

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Schéma de prétraitement.....	12
Figure 2: Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques.....	14
Figure 3: Schéma de principe d'une filière type de Lit bactérien.....	16
Figure 4: Schéma du bassin MBBR.....	17
Figure 5: Fonctionnement des variantes du procédé MBBR.....	18
Figure 6: Procédés de traitement par le langage.....	22
Figure 7: Schéma de principe d'une filière type de boue activée.....	24
Figure 8: Principales chaînes de traitement des eaux usées.....	32
Figure 9: Bassin de traitement biologique de la station de Ain Tolba.....	33
Figure 10: Moyennes mensuelles des températures.....	42
Figure 11: Moyennes mensuelles des Précipitations.....	43
Figure 12: Moyennes mensuelles de l'insolation.....	44
Figure 13: Moyennes mensuelles de l'évaporation.....	44
Figure 14: Distribution mensuelle des vents – station de Beni Saf.....	45
Figure 15: Moyennes mensuelles de l'humidité.....	46
Figure 16: Diagramme ombrothermique.....	47
Figure 17: Evolution de la population.....	49
Figure 18: Image Satellite des deux sites préconisés pour l'implantation de la future STEP de la commune de Hammam Bohadjar.....	54
Figure 19: La chaîne de traitement avec procédé boue active.....	73
Figure 20: Schémas représentatifs du traitement biologique.....	78
Figure 21: Catalogue de fournisseur des canaux venturi en fonction des débits maximaux.....	93
Figure 22: Plan de la station d'épuration boue activée avec l'AUTOCAD.....	124
Figure 23: Plan de la station d'épuration MBBR avec l'AUTOCA.....	125

TABLE DES TABLEAUX

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Norme de rejets internationales (eaux épurées).....	8
Tableau 2: Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (eaux épurée).....	9
Tableau 3: Media Mbbf.....	20
Tableau 4: Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée.....	23
Tableau 5: Charge Hydraulique à l'Horizon 2015).....	34
Tableau 6: Charge polluante à l'entrée de système de traitement.....	34
Tableau 7: Moyennes mensuelles et annuelle des températures.....	42
Tableau 8: Moyennes mensuelles et annuelle des Précipitations.....	43
Tableau 9: Moyennes mensuelles d'Ensoleillement (En heures entières).....	43
Tableau 10: Moyennes mensuelle et annuelle de l'Evaporation.....	44
Tableau 11: : Moyennes internationales des vents de la station de BENI SAF.....	45
Tableau 12: Moyennes mensuelles de l'humidité.....	45
Tableau 13: Indice d'aridité.....	46
Tableau 14: Évolution de la population.....	48
Tableau 15: Evolution de la population future de la commune de H.Bouhadjar.....	48
Tableau 16: Evolution de la population au cours de l'année.....	49
Tableau 17: Estimation des débits des eaux usées urbain de la ville de H.Bouhadjar....	51
Tableau 18: Estimation des débits des équipements de la ville de H.Bouhadjar.....	51
Tableau 19: Estimation des débits journaliers et les débits de pointe totales de la ville de H.Bouhadjar.....	52
Tableau 20: Détermination d'équivalent habitants.....	53
Tableau 21: l'évaluation de la population entre 2022 et 2052.....	68
Tableau 22: Ration théoriques à l'entrée arrêtés.....	71
Tableau 23: Les données principales pour le dimensionnement la station.....	72
Tableau 24: Les paramètres nécessaires pour le dimensionnement du dégrilleur.....	75
Tableau 25: Valeurs caractéristiques pour le dimensionnement du Déssableur.....	77
Tableau 26: Temps de séjour hydraulique.....	81
Tableau 27: Les charger massique et charge volumique.....	82
Tableau 28: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP avec procédé la boue active.....	99
Tableau 29: Ration théoriques à l'entrée arrêtés.....	100
Tableau 30: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP.....	110
Tableau 31: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP avec procédé la boue active.....	113
Tableau 32: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP.....	114

INTRODUCTION GENERALE

L'eau tue mille fois plus que les guerres "cette citation montre que l'eau est une ressource précieuse qu'il faut impérativement préserver, protéger et gérer afin qu'elle ne soit pas gaspillée ou menacée. On doit donc faire face aux divers problèmes qui la menacent de manière économique, efficace et durable. La pollution des eaux est actuellement l'un des plus grands problèmes du siècle, auxquels s'attachent de nombreux pays dans le monde afin de le résoudre.

Pour réduire les conséquences de cette pollution l'Algérie compte actuellement 171 stations d'épuration des eaux usées, et elle continue à réaliser d'autres futures stations, l'une de ces derniers est celle de notre étude, qui se situe à la localité d'OURASS EL MAIDA ET HAMMAM BOU HADJER.

La ville de HAMMAM BOUHDJER ET OURASS EL MAIDA avec son énorme population non connecté a aucune station d'épuration c'est à dire leurs rejets sont évacués directement dans le milieu naturel peut engendrer des graves nuisances si la situation reste la même. Donc l'implantation d'une station d'épuration dans cette région s'avère d'une grande importance.

Pour dimensionner une station d'épuration, il faut d'abord évaluer la qualité et la quantité des effluents pour trouver la meilleure approximation des dimensions de ses ouvrages. Le problème des petits villages est de trouver de grandes surfaces pour l'implantation de ces stations, il est donc nécessaire d'utiliser de nouveaux procédés compactes et différentes de celles auxquelles nous sommes habitués qui réduisent l'espace requis.

A travers cette problématique on a essayé de faire une étude comparative sur l'espace occupé entre deux procédés à culture libre : La boue activée et le MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor), et sur cette base nous choisissons le meilleur procédé pour la station.

Dans le présent document :

Le premier chapitre nous commençant par des généralités sur les eaux usées et leur traitement.

Le deuxième chapitre on a décrit la zone d'étude en indiquant sa situation géographique, géologique, réseau hydrographique, ainsi que son climat. Puis, nous allons déterminer le débit des eaux usées et l'équivalent habitant et choisir le site d'implantation de la STEP.

Et La discussion des résultats des analyses physico-chimique et bactériologique qui sont présentés en deuxième chapitre.

Le troisième chapitre illustre une étude dimensionnelle des différents ouvrages du STEP avec sa conception, en utilisant les deux procédés « la boue activé et MBBR ».

En fin les résultats et discussion.

Chapitre 01 :

Généralités sur

Les eaux usées

Chapitre 01 : Généralités Sur Les Eaux Usée

1 Introduction :

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

Le traitement des eaux usées est une alternative susceptible de résoudre les différents problèmes de pollution des milieux aquatiques récepteurs.

2 Définition des eaux usées:

Les eaux usées sont des eaux chargées de résidus solubles ou non provenant de l'activité humaine, industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées. Elles sont polluées et comportent généralement un mélange de matières polluantes, dispersées ou dissoutes. [1]

3 Types et origine des eaux usées :

3.1 Eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques sont constituées d'eau mélangée à des déchets humains. Ils proviennent des salles de bains et des cuisines et sont souvent chargés de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques et d'eaux usées. Ce sont des chasses d'eau chargées de matières organiques azotées et de bactéries fécales. [2]

3.2 Eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles proviennent des industries et des entreprises. Elles contiennent des produits chimiques, des métaux lourds, des huiles, des solvants et d'autres substances toxiques. Ces eaux transportent des matières organiques et minérales en suspension ou

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

dissoute (abattoirs, industries alimentaire, conserveries) sachant que le débit et la composition d'eaux usées industrielles est caractéristiques de l'industrie.

Le traitement des eaux usées industrielles dépend du type d'industrie et des substances contenues dans les eaux usées. Les méthodes de traitement courantes comprennent la neutralisation, la coagulation-floculation, la filtration et la bio épuration. [3]

3.3 Eaux usées agricoles :

L'agriculture est une source de pollution de l'eau, car elle apporte des pesticides et des engrais. C'est la principale cause de pollution généralisée. Les eaux agricoles des terres cultivées chargées d'engrais nitrés et phosphatés, sous forme ionique ou en quantités que le sol ne peut finalement retenir et assimiler par les plantes, ce qui conduit par ruissellement à l'enrichissement en substances azotées ou phosphatées de la plupart des aquifères superficiels et des eaux de rivières ou réservoirs. [4]

3.4 Eaux pluviales:

Ce sont des eaux de ruisseaux provenant des surfaces imperméables (toitures, rues, bassins versants). Elles peuvent être contaminées par les polluants atmosphériques (dioxyde de soufre, oxyde d'azote, etc.) [4]

4 Caractéristiques des eaux usées :

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels,

On peut retenir les analyses suivantes :

4.1 Caractéristiques physico-chimiques :

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels. [5]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

4.1.1 Couleur :

Les eaux d'égout domestiques fraîches sont grises, ressemblant en quelque sorte à une solution faible de savon. Au fil du temps, pendant que la putréfaction commence, elles commencent à devenir noires. La couleur des eaux d'égout septiques est plus ou moins noire ou foncée.

La couleur des eaux usées industrielle dépend du procédé chimique utilisé dans les industries. Les eaux résiduaires industrielles, une fois mélangées aux eaux d'égout domestiques, peuvent également altérer la couleur. [5]

4.1.2 Odeur :

Les eaux d'égout fraîches normales ont une odeur de moisi qui n'est normalement pas gênante, mais après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé et il commence à se dégager une mauvaise odeur dus au sulfure d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobie. [5]

4.1.3 La température :

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C. [5]

4.1.4 Le potentiel d'Hydrogène (pH):

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9. [5]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

4.1.5 La turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. [6]

4.1.6 Les matières en suspension (MES):

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante : [7]

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

a. Les matières volatiles en suspension (MVS):

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau. [7]

b. Les matières minérales (MMS):

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène. [7]

4.1.7 La conductivité électrique (CE) :

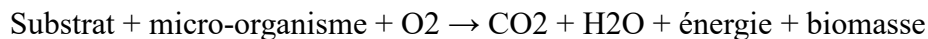
La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro-Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (REJSEK, 2002). Sa mesure est utile car au-delà

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de macro-organismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire. [7]

4.1.8 La demande biochimique en oxygène (DBO5):

La DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5. Elle se résume à la réaction chimique suivante : [8]



4.1.9 La demande chimique en oxygène (DCO) :

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka. J et Ferreira. E, 1986). Généralement la valeur de la DCO est : [8]

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

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

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante : $\text{MO} = (2 \text{ DBO}_5 + \text{DCO}) / 3$

4.1.10 Normes de rejet :

4.1.10.1 Normes internationales :

Le tableau suivant illustre les normes des rejets, extrait du décret exécutif N°26 du Journal Officiel du 23 avril 2006, réglementant les rejets d'effluents liquides, ce sont les valeurs limites maximales des paramètres de rejet : [9]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Tableau 1: Norme de rejets internationales (eaux épurées) [9]

Paramètre	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
PH	-	6,5 à 8,5
Conductivité	µs/cm	/
Turbidité	NTU	/
Oxygène dissous	mg/l	/
MES	mg/l	35
DBO ₅	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Ammonium	mg/l	/
Azote	mg/l	30
Phosphor total	mg/l	10
Sulfates	mg/l	/
Métaux lourds		
Fer (*)	mg/l	3
étain (*)	mg/l	2
Manganèse (*)	mg/l	1
Cadmium (*)	mg/l	0,2
Chrome (*)	mg/l	0,5
Cuivre (*)	mg/l	0,5
Nickel (*)	mg/l	0,5
Mercure (*)	mg/l	0,01
Plomb (*)	mg/l	0,5

4.1.10.2 Normes Algériennes:

Le tableau suivant illustre les normes des rejets Algériennes, extrait du décret Journal Officiel de la République Algérienne, 2006 : [9]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Tableau 2: Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (eaux épurée) [9]

PARAMÈTRES	UNITÉS	VALEURS LIMITES
Température	°C	30
pH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
DBO5	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	03
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	03
Manganèse	mg/l	01
Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5
Zinc total	mg/l	03
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0,3
Fluor et composés	mg/l	15
Étain total	mg/l	02
Composés organiques chlorés	mg/l	05
Chrome total	mg/l	0,5
(*) Chrome III +	mg/l	03
(*) Chrome VI +	mg/l	0,1
(*) Solvants organiques	mg/l	20
(*) Chlore actif	mg/l	1,0
(*) PCB	mg/l	0,001
(*) Détergents	mg/l	2
(*)Tensioactifs anioniques	mg/l	10

4.1.11 La biodégradabilité:

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux. La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K = DCO / DBO5$: Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;

Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Si $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables. Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables. [10]

4.2 Caractéristiques biologiques:

Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. Ces micro-organismes sont : les bactéries, les champignons, les virus, les protozoaires et les helminthes [11]

4.2.1 Les virus:

Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprises entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries. On a constaté que, au cours de processus de traitement des eaux usées, les virus sont plus difficiles à éliminer que les bactéries classiques couramment utilisées comme indicateurs de la qualité bactériologique des eaux. [11]

4.2.2 Les bactéries :

Les bactéries sont les micro-organismes les plus communément rencontrés dans les eaux usées. Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries /100 ml dont la plupart sont Proteus et Entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 Clostridium. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 UFC/l. Parmi les plus détectées sont retrouvées, les Salmonelles, dont celles responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. [11]

4.2.3 Les champignons:

Les champignons constituent un groupe d'organismes extrêmement vaste (de l'ordre de 1,5 millions d'espèces dont 69000 identifiées) et très diversifié. On les rencontre dans de multiples habitats terrestres ou aquatiques. La majorité de ces micro-organismes sont

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

saprophytes, d'autres au contraire sont parasites de l'homme, des animaux et des plantes. Dotés de propriétés lytiques importantes, qui en font des agents de dégradation dangereux mais parfois des alliés utiles (production d'enzymes), les champignons jouent un rôle important dans l'équilibre biologique. [11]

4.2.4 Les protozoaires :

Au cours de leur cycle vital, les protozoaires passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires. Ces parasites sont très persistants. Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines voire plusieurs années. Plusieurs protozoaires pathogènes ont été identifiés dans les eaux usées. [11]

5 Traitement des eaux usées :

5.1 Pré-traitement :

5.1.1 Fosse à bâtards :

La fosse à bâtards est le premier système de traitement des eaux usées, qui consiste en une décantation permettant d'enlever les objets trop volumineux qui pourraient endommager les équipements de la station. Une fosse à bâtards (piège à cailloux) placée à l'entrée de la station de façon à tranquilliser l'affluent, limitant ainsi la vitesse d'approche sur le dégrillage grossier et de piéger les corps solides lourds. Cet ouvrage est dimensionné sur la base d'une charge superficielle maximale de 110 m³ /m².h en pointe. Les eaux d'égouttures de la benne et les eaux de lavage de l'aire de pose en béton retourneront par gravité dans la fosse. Un point d'eau de lavage sera prévu à proximité de cette aire. [12]

5.1.2 Dégrilleur :

C'est le premier poste de prétraitement, il permet d'éliminer les matières volumineuses véhiculées par l'effluent qui peuvent gêner les procédés suivants passant par grilles de plus en plus fines. [13]

5.1.3 Dessableur :

Il permet d'éliminer les graviers, les sables, les particules minérales plus au moins fins pour éviter les dépôts dans les canaux et les conduits et protéger les pompes et les autres

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

appareils contre l'abrasion. On utilise le déssableur quand on a des particules de granulométrie égales ou supérieur à 200 μm voire 300 μm . [13]

5.1.4 Déshuileur-Dégraisseur:

Il consiste à séparer les matières grasses et les hydrocarbures et les huiles qui ont une densité inférieure à l'eau pour éviter les problèmes d'accumulation et de colmatage qui peuvent survenir sur les égouts d'alimentation de la station d'épuration et sur les systèmes de relevage. [13]

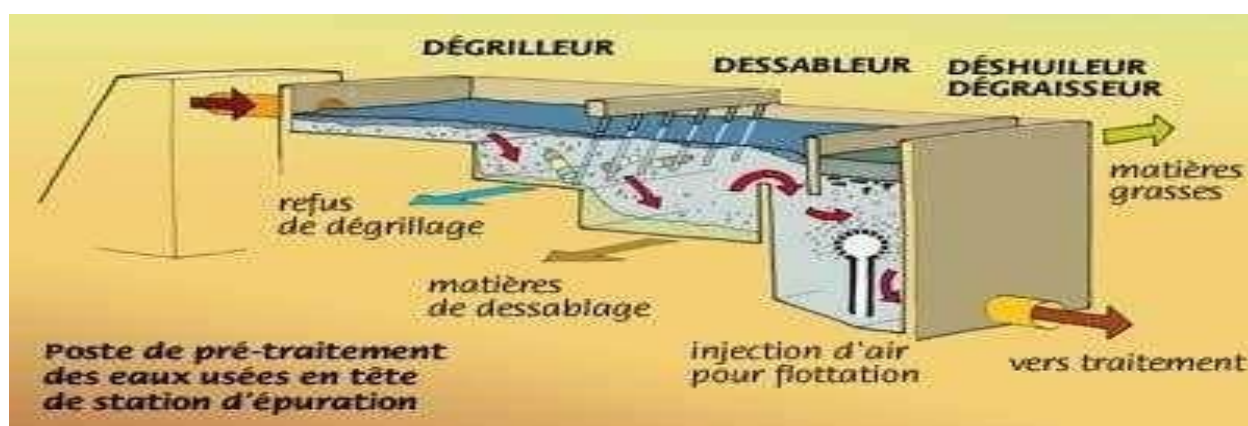


Figure 1: Schéma de prétraitement. [14]

5.2 Traitement primaire:

Il fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques, tels que la coagulation - floculation. [13]

5.2.1 Décantation physique:

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration. [13]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

5.2.2 Décantation physico-chimique:

Afin de favoriser leur décantation, le décanteur est probablement conditionné avec les réactifs chimiques qui facilitent l'agglomération des particules. Deux techniques sont utilisées:
[13]

- **Coagulation :** Est la déstabilisation de particules colloïdales par l'ajout de réactifs minéraux qui annule les charges électriques des particules en suspension.
Ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques.
- **Floculation :** Provoque l'agglomération des particules déchargées par les coagulants. La fraction des floes peut être améliorée par addition de floculant.
Ces particules s'agglutinent pour former un floe qu'on peut facilement éliminer par Les procédés de décantation et de filtration.
- **Filtration :** La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide, qui contient des matières solides en suspension en faisant passer le mélange liquide-solide à travers un milieu poreux (filtre) qui retient les solides (gâteau de filtration) et fait passer le filtrat La filtration permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement de certaines odeurs.

5.3 Traitement secondaire biologique :

Dans cette étape on a deux grandes filières de traitement des eaux usées :

- Procédé à culture libre.
- Procédé à culture fixée.

Ce traitement consiste à éliminer les polluants (Particules dissoutes, colloïdales, gazeuses, insolubles, matières organiques et les sels minéraux...) par les micro-organisms.

5.3.1 Procèdes A Culture Fixée :

5.3.1.1 Les disques biologiques :

- **Définitions :**

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent. Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées. [5]

- **Principe de fonctionnement :**

C'est une technique d'épuration rotative à culture fixée sur support mobile grossier, utilisé pour les eaux usées.

Les disques biologiques sont généralement en polystyrène, de 2 à 3 m de diamètre assemblés en parallèle formant une masse feuilletée semi-immersés dans l'effluent. Dans ce procédé, les microorganismes se développent et forment un film biologique fixée sur la surface des disques qui tournent lentement autour d'un axe horizontal, donc cette population bactérienne se trouve en contact avec les polluants et l'oxygène de l'air. [5]

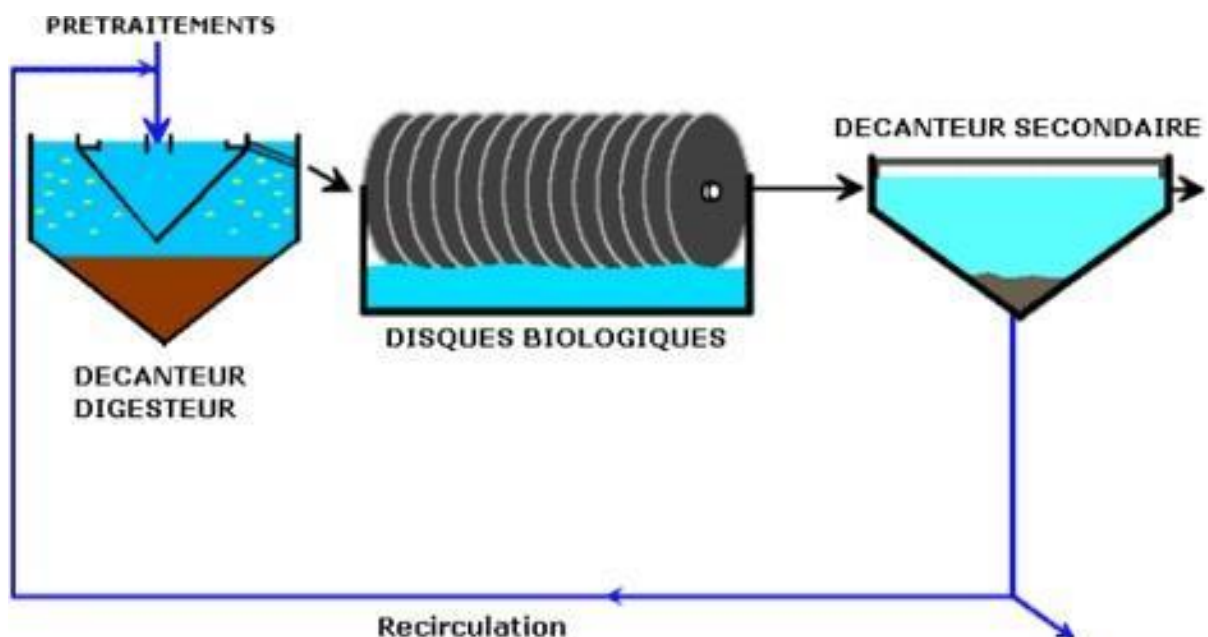


Figure 2: Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques [15]



Photo 01: D.B(biodisques en PVC) [16]



Photo 02 : Disques biologiques [16]

5.3.1.2 Lits bactériens :

- **Définitions :**

C'est une méthode d'épuration biologique par cultures fixées. Ce système est le plus souvent utilisé pour les eaux très chargées provenant d'industries agroalimentaires, d'apport viticole ou autres...

Il consiste à faire supporter les micro-organismes par des matériaux poreux. L'effluent est distribué par aspersion en surface et l'oxygénation est apportée par ventilation naturelle de bas en haut. L'affluent arrive par la partie supérieure alors que l'effluent est évacué par le fond afin de ne pas perturber la fonction aérobie. De ce fait, ce système présente un inconvénient majeur, en ce sens qu'il nécessite un dispositif de relevage. La biomasse se développe à la surface du support. Lorsqu'elle devient trop importante, la pellicule bactérienne se détache naturellement ; elle doit alors être séparée de l'effluent par décantation. [13]

- **Principe de fonctionnement :**

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est faite soit par ventilation forcée soit par tirage naturel. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES

Sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO₅.

[17]

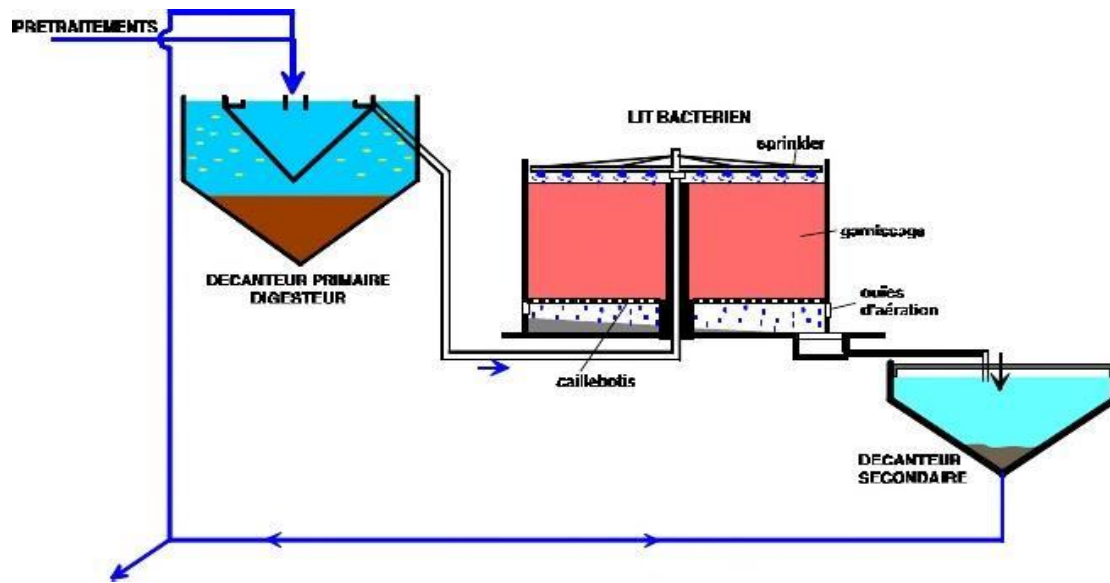


Figure 3: Schéma de principe d'une filière type de Lit bactérien [14]

5.3.1.3 Réacteur à biofilm à lit mobile (MBBR) :

- **Définitions :**

Au cours des 20 dernières années, le réacteur à biofilm à lit mobile (MBBR) s'est imposé comme une technologie simple mais robuste, flexible et compacte pour le traitement des eaux usées. Il a montré un grand potentiel en matière de réduction de la charge polluante et présente un avantage certain par rapport au système d'aération de surface et son application dans le traitement des eaux usées a augmenté au cours de la dernière décennie. Les MBBR sont devenus une alternative intéressante pour le traitement des eaux usées car ce sont des systèmes fiables et compacts en raison du développement de leur conception et de leur fonctionnement qui a entraîné une diminution de l'empreinte écologique, une production de solides en suspension significativement plus faible, une production constante d'eau de haute qualité et réutilisable et une élimination minimale des déchets. et également applicable à une large gamme de débits d'eaux usées allant de 10 000 à 150 000 m³ jour ; Il s'agit d'un procédé de traitement aérobie avancé des eaux usées, qui présente les avantages des systèmes de croissance attachés et suspendus. Il est basé sur des supports en plastique sur lesquels la biomasse se fixe et se développe. Il s'agit d'un réacteur à biofilm fonctionnant en continu, non

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

colmatable, sans besoin de lavage à contre-courant, à faible perte de charge et à surface de biofilm spécifique élevée. Les MBBR fonctionnent de manière similaire au procédé à boues activées. [17]

- **Principe de fonctionnement du MBBR:**

Le développement du procédé MBBR s'est basé sur l'idée centrale de rassembler, dans un seul système, les meilleures caractéristiques des procédés de boues activées et de biofilm et d'éliminer les caractéristiques indésirables de chaque procédé. La technologie MBBR peut être appliquée aux systèmes aérobies et anaérobies/anoxiques.

La figure 4 montre les configurations possibles. Dans les systèmes pneumatiques la ventilation est responsable du mouvement des supports. Ainsi, les aérateurs remplissent une double fonction, c'est-à-dire qu'ils sont responsables de l'oxydation des micro-organismes. Et maintenir les porteurs en mouvement dans le milieu réactionnel, il faut donc introduire une plus grande quantité d'air, ce qui contribue à augmenter l'envoyer des commentaires Panneaux latéraux [18]



Figure 4: Schéma du bassin MBBR [18]

- **Efficacité des systèmes MBBR :**

Le processus MBBR est basé sur l'activité de micro-organismes qui se fixent et se développent sur des solides poreux de grande surface appelés supports, qui flottent dans le milieu des eaux usées. Le rôle fondamental des supports est de fournir une surface protégée pour la croissance des "biofilms".

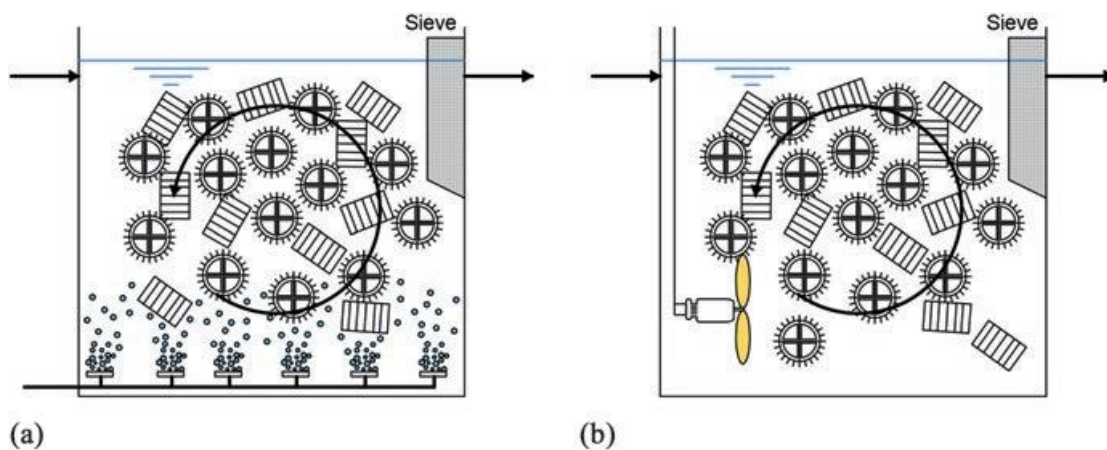
CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Par "biofilms", nous entendons des structures complexes de colonies composées de micro-organismes et de la biomatière qu'ils sécrètent.

Les transporteurs, dont la densité est proche de celle de l'eau, flottent et circulent librement à l'intérieur du réacteur grâce à des bulles d'aération (dans les chambres aérobies) ou à un mélange mécanique (dans les chambres anaérobies).

La circulation des transporteurs dans l'eau régule et stabilise la croissance du biofilm et la cinétique de la réaction.

Après le réacteur, cette biomasse peut être séparée par un clarificateur lamellaire, produisant un effluent propre. De cette façon, nous nous assurons que le réacteur conserve toujours en son sein les micro-organismes nécessaires à son fonctionnement, garantissant ainsi l'efficacité et la performance de ce système de traitement. [19]



(a) Réacteur aérobie (aéré)

(b) : Réacteur anaérobie-anoxique

Figure 5: Fonctionnement des variantes du procédé MBBR

- **Comment différencier les médias MBBR ?**

Plusieurs critères entrent en compte : [20]

- **Surface protégée du média** : plus les supports bactériens présentent une surface protégée élevée, moins il faudra en acheter
- **Taux de remplissage** : il varie en fonction de l'application et des caractéristiques spécifiques du média. Le taux de remplissage influe sur le volume de l'ouvrage. Mais il ne faut pas oublier qu'il y a un temps de séjour « biologique » minimal à respecter. Si

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

l'eau passe trop vite à travers le réacteur, les bactériens n'auront pas le temps de dépolluer.

· **L'aération** : pour fonctionner, les bactéries ont besoin d'air et ont aussi besoin d'être agitées. L'air consommé sur un MBBR est souvent plus important pour agiter les supports que le besoin d'air biologique. Cela impacte de bilan d'exploitation, mais ce n'est heureusement pas le cas avec les médias MBBR.

· **La capacité de compression** : certains supports, dont les nôtres, peuvent se comprimer, ce qui permet des économies de transport importantes.

· **L'agitation** : en plus de la sur-aération, certains supports requièrent une agitation mécanique.

· **La résistance à l'attrition** : elle dépend des composants du média MBBR

- **Le choix des médias :**

Pour un réacteur à biofilm à lit mobile (MBBR) dépend de plusieurs facteurs, notamment :

[20]








- ❖ la surface spécifique offerte,
- ❖ le taux de remplissage,
- ❖ les besoins en aération,
- ❖ la résistance à l'attrition
- ❖ la capacité de compression des médias.

- **Le nombre des médias dans un bassin MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) :**

Varie considérablement en fonction de plusieurs facteurs, notamment **la taille du bassin, la charge polluante à traiter, et les objectifs d'épuration visés**. En général, les supports MBBR occupent **un volume compris entre 25% et 70% du volume du bassin**, mais cette proportion peut être plus élevée ou plus faible selon les besoins spécifiques. [20]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Tableau 3: Media MBBR [21]

Nom	Forme	Taille en mm (longueur x diamètre)	Composition	Surface spécifique effective (m ² / m ³ de matériau)	Taux maximum de remplissage en %
K1 (Kaldnes)		7 x 9	PE	500	67
K2 (Kaldnes)		15 x 15	PE	350	67
K3 (Kaldnes)		12 x 25	PE	500	67
K5 (Kaldnes)		4 x 25	PEHD	800	-
Biochip-M (Kaldnes)		2,2 x 48	PE	1200	60
Biochip-P (Kaldnes)		3 x 45	PE	900	60
Natrix C2 (Kaldnes)		30 x 36	PE	220	65
Natrix M2 (Kaldnes)		50 x 64	PE	200	65

Nom	Forme	Taille en mm (épaisseur x diamètre)	Composition	Surface spécifique effective (m ² / m ³ de matériau)	Taux maximum de remplissage en %	Applications
BMX 1 (Produit VINCI Environnement)		7 x 9	PE	545	67 (carbone et nitrif) 60 (anoxie)	Carbone + Azote (nit / dénitr)
Meteor 660 (Produit Degremont pour l'Europe)		12 x 12,2	PEHD	660	67 (carbone et nitrif) 60 (anoxie)	Carbone + Azote (nit / dénitr)
Meteor 450 (Produit Degremont pour les USA)		15 x 22	PEHD	450	67 (carbone et nitrif) 60 (anoxie)	Carbone + Azote (nit / dénitr)
Meteor 515 (Produit Degremont pour les USA)		15 x 22	PEHD	515	67 (carbone et nitrif) 60 (anoxie)	Carbone + Azote (nit / dénitr)

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

5.3.2 Procèdes A Culture Libre :

5.3.2.1 Lagunage :

- **Définitions :**

Le lagunage est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans des bassins en série (3 au minimum), imperméables grâce à une géomembrane synthétique ou une couche d'argile compactée, vastes et peu profonds (1 à 1,2 m), avec un temps de séjour long pour réaliser les processus naturels de l'auto-épuration. [13]

- **Principe de fonctionnement :**

Le principe général consiste à recréer, dans des bassins, des chaînes alimentaires aquatiques. Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matières vivantes par les chaînes trophiques. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommable et en oxygène. [13]

- a- **Le lagunage naturel:**

D'une profondeur de 1.2 à 1.5 m au maximum et de 0.8 m au minimum (afin d'éviter le développement de macrophytes), avec un temps de séjour de l'ordre du mois, ces bassins fonctionnent naturellement grâce à l'énergie solaire. On peut obtenir un rendement d'épuration de 90 %. Ces procédés sont très sensibles à la température et sont peu applicables aux régions froides. [13]

- b- **Le lagunage aéré :**

En fournissant l'oxygène par un moyen mécanique, on réduit les volumes nécessaires et on peut accroître la profondeur de la lagune. La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel. Le temps de séjour est de l'ordre d'une semaine, la profondeur est de 1 à 4 m. Le rendement peut être de 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues. L'homogénéisation doit être satisfaisante pour éviter les dépôts. [13]



Photo 03: Lagunage naturel [22]

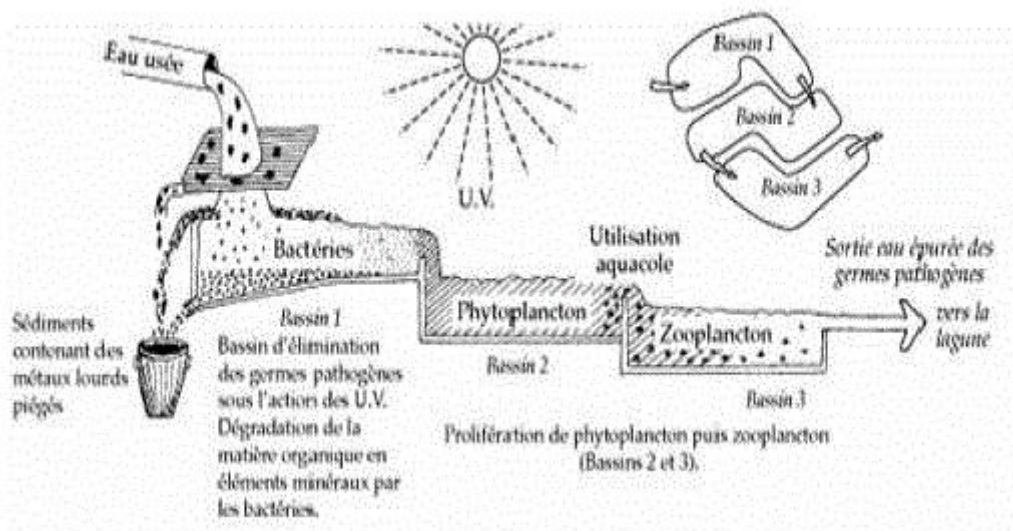


Figure 6: Procédés de traitement par le langage [23]

5.3.2.2 Boues activées :

- **Définitions :**

Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester et repose sur la constatation suivante :

Une eau d'égout aérée permet le développement rapide d'une flore bactérienne capable de dégrader des matières organiques polluantes. Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en floccs. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. C'est dans le clarificateur que cette séparation entre la boue et l'eau clarifiée a lieu. Une partie des boues est renvoyée dans l'aérateur pour le réensemencement permanent ou réinjectée en tête de station, l'autre en excès, est éliminée et doit faire l'objet d'un traitement séparé. Le principe du procédé à boues

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'activation). Afin d'éviter la décantation des floccs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante. [16]

- **Principe de fonctionnement :**

Quatre principales utilisations spécifiques du procédé à boues activées :

- Élimination de la pollution carbonée (matières organiques).
- Élimination de la pollution azotée.
- Élimination biologique du Phosphore.
- Stabilisation des boues : procédé dit « aération prolongée » ou « digestion aérobie ».

Le procédé par boues activées admet de nombreuses variantes que l'on peut classer en fonction : de la charge massique et des particularités techniques (écoulement, aération). [16]

Tableau 4: Principaux paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée [24]

Type de procédé	forte charge	Moyenne charge (Conventionnel)	Faible charge & très faible charge (aération prolongée)
Charge massique, $\text{kg}_{\text{DBO}_5} \text{kg}_{\text{MES}}^{-1} \text{j}^{-1}$	0.40 à 1.20	0.15 à 0.40	0.07 à 0.15 faible charge $C_m < 0.07$ très faible charge
Charge volumique $\text{kg}_{\text{DBO}_5} \text{m}^{-3} \text{j}^{-1}$	1.50 à 3	0.50 à 1.5	$C_v < 0.40$
Durée de rétention (heures)	1 à 2h	2 à 4h	12 h à plusieurs jours
Consommation d'oxygène $\text{kg}_{\text{O}_2} \text{kg}_{\text{DBO}_5 \text{ détruite}}^{-1}$	0.30 à 0.50	0.50 à 1	1.50 à 2
Production de boues en excès, $\text{kg}_{\text{MES}} \text{kg}_{\text{DBO}_5}^{-1}$	0.80	0.60	0.20
Pourcentage de recyclage, %	Jusqu'à 300	50 à 100	10 à 50
Rendement d'épuration, %	< 80%	80 à 90%	Plus de 90%

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

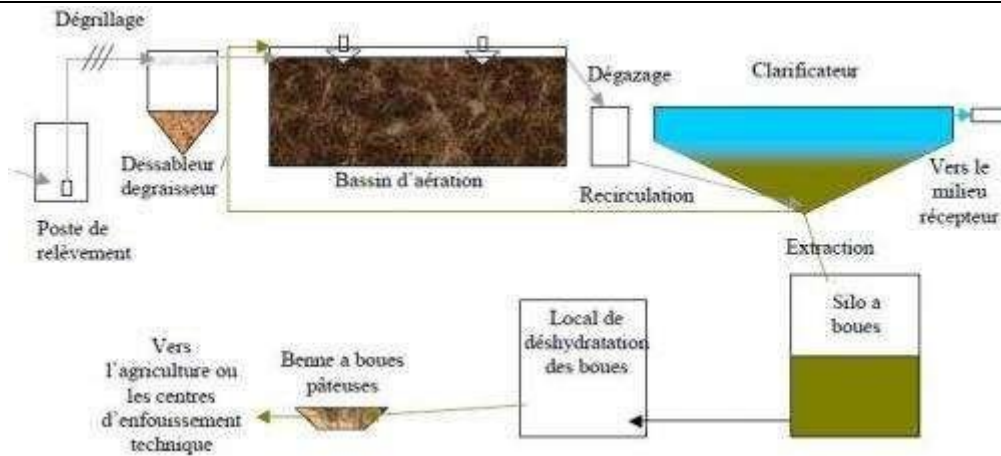


Figure 7: Schéma de principe d'une filière type de boue activée [25]

a- Appareillage du traitement par boues activées

Le procédé de traitement par boues activées comprend les ouvrages suivants : [15]

- Un bassin d'aération ou réacteur aérobie.
- Un décanteur secondaire ou clarificateur.
- Un dispositif d'aération et d'agitation.
- Un dispositif de recirculation des boues.

b- Paramètres caractérisant le procédé par boues activées :

a) Charge massique :

C'est le rapport entre la DBO5 entrant et la biomasse présente dans le bassin d'aération mesurée en MVS. [15]

$$C_m = \text{DBO5 (kg/j)} / \text{masse de boues (kg/j)} = Q_0 \cdot [\text{DBO5}] / \text{VBA} \cdot [\text{MVS}]$$

b) Charge volumique :

C'est le rapport entre la quantité de DBO5 entrant et le volume du bassin. [15]

$$CV = \text{DBO5(kg/j)} / \text{volume du bassin (m}^3\text{)} = Q_0 [\text{DBO5}]/\text{VBA}[\text{MVS}]$$

Q0 : débit d'eau usée brute journalier en m³ /j ;

[DBO5] : concentration de l'effluent brute en kg/m³ ;

VBA : volume du bassin d'aération en m³ ;

[MVS]BA : concentration des boues dans le bassin d'aération kg/m³.

Ces deux paramètres définissent le type de charge des stations d'épuration. Si le bassin d'aération est de faible charge et reçoit beaucoup de pollution, la STEP est de forte charge. Elle est de faible charge dans le cas contraire.

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

c) Rendement épuratoire :

Le rendement global de la station est fonction : [15]

- Du rendement du réacteur : $R\% = [(L_0 - L_f) / L_0] \cdot 100$
- De la qualité de la décantation qui est mesurée par l'indice de Mohlman (I_m). Cet indice définit le volume de boue décantée en 30min (en ml) par rapport à la masse des boues. (en g).

$$I_m = V_b/M$$

V_b : volume de boue (ml) ;

M : concentration des MES de la boue.

Un rendement adéquat, $50 < I_m < 125$,

Sinon la décantation est médiocre.

d) Temps de séjour du bassin d'aération :

Le t_s se calcule par la formule suivante : [15]

$$L_f/L_0 = 1/(1+k \cdot X \cdot t_s)$$

L_f : La DBO₅ à la sortie du réacteur (kg/j) ;

L₀ : La DBO₅ à l'entrée du réacteur (kg/j) ;

X : concentration des boues activées (g/l) ;

t_s : le temps de séjour du bassin (h)

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

5.3.3 Les avantages et les inconvénients de différentes filières de traitement biologique des eaux usées :

Procédé d'épuration	Avantages	Inconvénients
Disques biologiques	<ul style="list-style-type: none">-L'exploitation de ce procédé relativement simple-ne nécessitant pas d'Aération naturelle-Faible demande énergétique et exige, un Peu d'entretien. Personnel qualifié.	<ul style="list-style-type: none">- Sensibilité aux huiles et graisses ;Sensibilité au gel et à l'apport brutal de recyclage toxiques-Ce procédé pose des problèmes dans la construction et l'entretien.
Lits bactériens	<ul style="list-style-type: none">-Faible entretien et contrôle ;-Exploitation facile ;-Sensibilité relativement faible aux fluctuations de charge ;	<ul style="list-style-type: none">-Colmatage rapide ;-Décanteur primaire obligatoire ;-Sensible au froid ;-Cher à l'investissement surtout pour le garnissage Plastique ;-Développement d'odeurs et de mouches.

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Lagunage	<ul style="list-style-type: none">-Contrôle et entretien réduit-Bonne qualité d'effluent à sortie à moindre coût ;- L'imperméabilité des bassins est essentiellement nécessaire ;-L'oxygène est assuré par l'activité-Le temps de séjour est élevé ;-Élimination de l'azote et du phosphore jusqu'à 60%-Absence de recyclage et décantation primaire	<ul style="list-style-type: none">- Demande de terrains vastes et exige que-ci soient éloignés des zones habitées ; naturelle-Avec une source d'énergie ceux Contrôle et exploitation difficile du la processus de fermentation ;- Sensibilité aux variations de la température.
-----------------	--	--

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

MBBR	<p>-Ils peuvent être appliqués dans des installations de traitement existantes, souvent utilisées pour améliorer leurs performances</p> <p>-Contrairement aux procédés conventionnels à boues activées, les boues n'ont pas besoin d'être recirculées dans le système puisque la biomasse se développe en adhérant aux supports</p> <p>-Ils permettent une réduction du coût d'installation, car ils suppriment la nécessité de certaines étapes requises dans les procédés conventionnels</p> <p>-Contrairement aux réacteurs à lit fixe, il n'y a pas de colmatage du lit de boues et donc aucun nettoyage périodique n'est nécessaire</p> <p>-L'empreinte du système peut être réduite et la station de traitement peut être construite de manière beaucoup plus compacte</p> <p>-Le biofilm adhérant aux supports est plus résistant aux variations de concentration de l'infuent et aux changements brusques de charges organiques et hydrauliques, de pH, de température et de toxicité</p>	<p>-Si le système n'est pas bien conçu, des problèmes Liés à l'hydrodynamique peuvent survenir, tels que La formation de zones stagnantes.</p> <p>-L'investissement initial nécessaire à la construction du Réacteur et à l'acquisition des supports brevetés (biomédias) peut entraver la mise en œuvre de tels systèmes.</p>
-------------	---	--

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Boues activées	<ul style="list-style-type: none">-forte concentration en biomasse-Oxydation poussée des matières organiques-Réglage de la concentration en biomasse par recyclage ;-Très grande résistance aux variations de température ;-Bon rendement d'épuration (>95%) ;-S'applique aussi bien pour les eaux résiduaires urbaines qu'industrielles ;-Possible avec ou sans décanteur primaire.	<ul style="list-style-type: none">-Coût de construction élevé ;-Coût d'exploitation élevé dû à une consommation d'énergie très importante ; --Déshydratation difficile des boues ;-Forte production des boues activées ;-Efficacité réduite en présence d'ions toxiques ;-Nécessité d'une aération et d'un brassage forcé ;-Nécessité de la recirculation.
-----------------------	---	--

5.3.4 Choix de la filière d'épuration biologique :

L'épuration biologique fait appel à plusieurs procédés

(Lagunage, épandage, lits bactériens, boues activées, disques biologiques).

Le choix d'une méthode par rapport à une autre repose sur : [5]

- a) L'importance de la charge polluante à traiter ;
- b) La qualité de l'effluent requise ;
- c) La disponibilité du terrain ;
- d) La nature du sol ;
- e) Le climat ;
- f) Le contrôle et l'entretien ;
- g) Le facteur économique

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

5.4 Traitement tertiaire :

Appelés aussi traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution azotée et phosphatée, ainsi que la pollution biologique des eaux usées, ayant déjà subi des traitements primaires et secondaires, afin d'améliorer la qualité générale de l'eau. Les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Parmi les traitements existants, nous pouvons citer. [26]

5.4.1 Élimination de l'azote :

Les stations d'épuration classiques, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. L'élimination de l'azote est réalisée, le plus souvent par des traitements biologiques, de "nitrification & dénitrification" ou par échange d'ions (traitements physico-chimiques).

La nitrification consiste en la transformation (l'oxydation) de l'ammoniaque en nitrite puis en nitrate, elle est réalisée de façon biologique par les bactéries nitrifiantes.

Le temps de-rétention des eaux dans le bassin d'aération doit donc être assez long

La nitrification s'effectue en deux stades par micro-organismes autotrophes :

❖ Nitrification : Oxydation de (NH_4^+) en (NO_2^-) par les bactéries des genres

Nitrosomonas,

❖ Nitrification : Oxydation de (NO_2^-) en (NO_3^-) par les bactéries aux genres

Nitrobacter.

La dénitrification est le processus par lequel les bactéries dénitrifiantes anaérobies convertissent le nitrate en azote gazeux (N_2).

Cette relation est réalisée par le fait que, en absence d'oxygène, ces bactéries sont capables d'utiliser immédiatement l'oxygène des nitrates comme un oxydant. En pratique, cette étape sera réalisée grâce à un bassin tertiaire anaérobie. [15]

5.4.2 Élimination de phosphore :

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par voies physico-chimiques ou biologiques.

La déphosphoration biologique repose sur l'accumulation de phosphore à l'intérieur des

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

bactéries, qui, sont évacuées avec les boues en excès. La biomasse est exposée à une alternance de conditions anaérobies et aérobie.

Les bactéries déphosphatantes sont des bactéries aérobies strictes obtenant l'énergie seulement à partir de l'oxygène, ou bien des bactéries aérobies facultatives, tirant l'énergie en priorité de l'oxygène, puis des nitrates en absence d'oxygène. Les mécanismes de la déphosphatation biologique sont relativement complexes.

La déphosphoration physico-chimique. C'est la voie d'élimination du phosphore la plus pratiquée. Il s'agit d'une précipitation des phosphates par des sels de fer ou d'aluminium, ou encore par de la chaux. L'injection des réactifs peut s'opérer de plusieurs manières, facilement mise en œuvre et ne nécessitant pas de surveillance particulière, la déphosphoration physico-chimique est une technique fiable et les rendements obtenus sont supérieurs à 80 %. [15]

5.4.3 La désinfection :

Les eaux usées en sortie de STEP contiennent une grande variété de macro-organisme, des virus, des bactéries, des protozoaires et des helminthes. Ils proviennent de l'environnement et des matières fécales et sont pour certains pathogènes. Il est donc nécessaire d'ajouter une étape de désinfection. Elle élimine et empêche tout développement de pathogènes lors de la réutilisation.

La méthode la plus ancienne de désinfection est l'utilisation de chlore. [15]

- **Le chlore** est injecté directement dans les eaux usées. Il peut être utilisé sous forme de chlore gazeux, hypochlorite de sodium et bioxyde de chlore. Cet oxydant très puissant permet l'élimination de la plupart des micro-organismes pathogènes même à faible dose. Par ailleurs, l'ozone est un gaz oxydant très puissant, qui permet de dégrader la matière organique et d'éliminer les principales sources pathogènes présentes dans l'eau. Son potentiel d'oxydation est nettement supérieur à celui du chlore. Il peut oxyder les bactéries et les virus. [15]
- **L'ozone** est un désinfectant, désodorisant, respectueux de l'environnement et purificateur. Le procédé d'ultraviolet se place à la suite d'un traitement secondaire du type boues activées plus clarificateur. [15]
- **Les rayonnements UV** sont des ondes lumineuses de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm. Leur pouvoir germicide dépend de la longueur d'onde émise. Ce sont

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

les UV compris entre 200 et 280 nm qui sont les plus germicides. Les UV permettent donc d'éliminer les bactéries et les virus. Ils éliminent même les formes les plus résistances comme les spores bactériennes ou les kystes. [15]

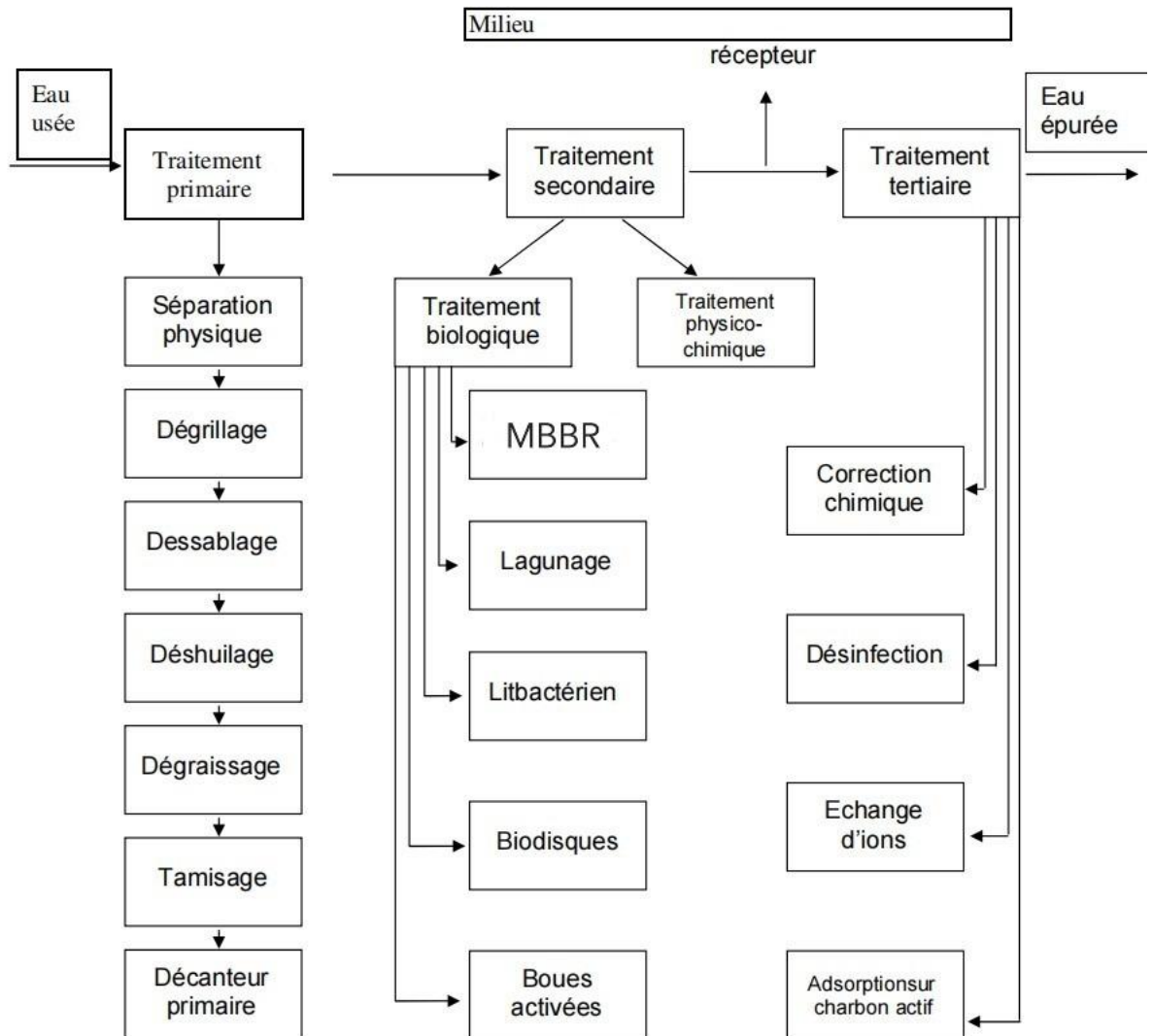


Figure 8: Principales chaînes de traitement des eaux usée [5]

6 Station d'épuration :

Exemple de la STEP de Ain TOLBA:

Au niveau de la commune de Ain Tolba, au début il a été prévue la réalisation d'une station d'épuration par lagunage hormis, par faute d'espace et l'insuffisance de superficie, le bureau d'étude (NEE) a proposé une station d'épuration par Oxydation Alternée, qui se fut exécuté ensuite par la société générale d'étude et réalisation hydraulique Tlemcen les travaux ont

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉES

débutés en 2007, puis la station a été mise en service en 2010, pour être inaugurée par le ministre de ressource en eau en Mai 2015. [27]



Figure 9: Bassin de traitement biologique de la station de Ain Tolba. [27]

Cette station d'épuration est située au nord-ouest et à l'aval de la commune d'Ain Tolba, à une distance de 850 mètres de nouveau village, et à proximité de la route nationale RN35A. La STEP traite les eaux usées de la commune de Ain Tolba ainsi le nouveau village, elle est pourvue d'un réseau d'assainissement de types unitaire qui couvre la totalité du tissu urbain de cette localité, sa capacité est prévue pour pouvoir traiter un débit de 1980 m³ /j qui correspond à 16500 EH à l'horizon 2015 avec une possibilité d'extension jusqu' à 22000 EH pour un débit de 2640 m³ /j à l'horizon de 2030. L'alimentation des installations de la STEP se fait par voie gravitaire à partir de dernier regard du collecteur principal, sachant aussi que le milieu récepteur du rejet principal est à MEKHAYSSIA dont l'embouchure est au niveau de le mer Sidi Djelloul. [27]

6.1 Les données de base :

La station d'épuration a été dimensionnée sur les bases suivantes : [27]

Horizon	2015 ;
Type de réseau	Unitaire ;
Nature des eaux brutes	Domestique ;
Population	16495 (2015) ;
Débit journalier	620 (m ³ /j) ;
Volume d'eau usée rejeté	1980 (m ³ /j).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

Tableau 5: Charge Hydraulique à l'Horizon 2015 [27]

DESIGNATION	HORIZON 2015
Besoin en eau (m ³ /j)	2474
Taux de raccordement	100%
Taux de réduction des eaux usées	80%
Volume d'eau usée rejeté (m ³ /j)	1980
Nombre d'équivalent habitant (EH)	16500
Débit rejeté spécifique (l/EH/j)	120
Débit de pointe à temps sec (m ³ /h)	171.6
Débit moyen horaire (m ³ /h)	82.5

Tableau 6: Charge polluante à l'entrée de système de traitement [27]

Paramètres	Charges spécifiques g/ha/j	Charge polluante Kg/j	Concentration mg/l
DBO ₅	50	825	416.66
DCO	80	1320	666.66
MES	60	990	500
N	10	165	83.33
P	2.5	41.25	20.83

6.2 Principe de fonctionnement de la STEP :

La station de traitement d'AIN TOLBA fonctionne avec le procédé d'épuration D'oxidation alternée. La filière de traitement est composée de différents ouvrages. A chacun de celui-ci incombe une fonction déterminée et très importante pour assurer un bon fonctionnement de la STEP afin d'avoir une bonne qualité des eaux épurées.

La STEP est composée de la chaîne des traitements suivante : [27]

- Bassin d'entrée (déversoir) ;
- Prétraitement : Dégrillage, Dessableur-Déshuileur ;
- Traitement biologique
 - Bassin sélecteur d'homogénéisation ;
 - Bassin d'aération 1er étage : (nitrification) ;
 - Bassin d'aération 2eme étage : (dénitrification) ;
 - Clarificateur (recyclage des boues).
- Traitement des boues.

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR LES EAUX USÉE

7 Conclusion :

- ❖ Dans ce chapitre, nous avons présenté :
 - Des données de base filière d'eaux usées
 - Bibliographique sur les origines et les compositions des eaux usées.
 - Leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.
 - les différents procédés que peut comporter une station d'épuration.
 - Leurs modes de traitements.

Nous avons constaté que l'eau à épurer doit passer par plusieurs étapes successives afin de corriger leurs caractéristiques et ne pas être nuisible à l'environnement et la santé publique.

Chapitre 02 :

Présentation de la

zone d'étude

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE



Photo 04 : Localisation sur maps de Hammam Bouhdjar



Photo 05 : Localisation sur maps de Auras El Maida

2.2 Situation hydrographie- hydrologique :

Le réseau hydrographique de la commune est marqué par une indigence, caractéristique des espaces de collines. Le plus important axe hydrographiques est **Oued El Maleh**.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.2.1 Bassin versant d'Oued EL Maleh :

Le bassin versant d'Oued Maleh a une superficie de 880.750 km², il appartient au grand sous bassin des côtiers oranais et prend sa source dans les hauteurs orientales de l'oued Tafna, à Aghlal. L'artère principale coule en amont de façon assez pérenne, du Sud au Nord, en effectuant des méandres très prononcés dans toutes ses parties avalent sur un parcours près de 30 km, couvrant une grande partie de la plaine. Sous différentes formes lithologiques, le thalweg principal collecte des affluents secondaires drainant la partie montagneuse qui constitue une région la plus alimentée en pluviosité du bassin. L'oued présente en aval une pente régulière moins active, longeant la grande plaine de T'émouchent qui domine le relief. En revanche, la partie amont conserve son caractère continental montagneux jouant un rôle générateur de perturbations pluviométriques fortement orageuses dont les crues sont accentuées par les pentes abruptes du relief. Ajouté à l'état des terrains hautement dégradés par toutes formes de l'érosion, cet aspect orographique, permettrait, d'emmagasiner un volume significatif d'eau sous les dépôts alluvionnaires de la vallée.

2.2.2 Les sous bassins d'Oued El Maleh :

Les affluents d'Oued El Maleh et leurs caractéristiques sont présentes comme suit :

- **Oued Sennane, Teyeb** : Il a une superficie de 161,875 km² avec un apport annuel du sous bassin versant 4563 456,975 m³.
- **Oued Aghlal** : Avec une superficie de 132,875 km² de son bassin versant est un apport annuel de 3745 911.015 mm.
- **Oued Souff et tell** : Le bassin versant a une superficie 106,375 km² avec un apport annuel de 2998 843.155 m³.
- **Oued Meteguer** : Le bassin versant d'oued Meteguer a une superficie de 138,750 km² et un apport annuel 3911 534,550.
- **Oued Ouizert** : La superficie de bassin versant est de 47,175 km² est un apport annuel de 1329 921,747m³.
- **Oued berkéche** : La superficie de son bassin versant est ordreDe 72,500 km² et un apport annuel de 2 043 864,900 m³.
- **Oued Delliz**: La surface du bassin versant est de 33,500 km² et L'apport annuel est de 944 406,540 mm.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.2.3 L'analyse du comportement hydrologique d'un bassin versant :

Désignation	Unité	Symbole	Qualité
Surface	Km ²	S	408,25
Périmètre du bassin versant	Km	P	102,29
Longueur du bassin	Km	L	41,24
Largeur du bassin	Km	l	9,9
Indice de compacité de Gravelius		K _G	1,41
altitude max	M	H _{max}	811
altitude min	M	H _{min}	97
altitude moy	M	H _{moy}	427,56
longueur du cours d'eau principale	Km	L _p	35,1
pente moyenne du cours d'eau		m/Km	11,16

2.3 La géologie de piémont avec des instructions volcanique :

Le substrat géologique est constitué de formations volcaniques de type basaltique et de cendres volcaniques. Il est caractérisé par des variations latérales et verticales de faciès. Trois grands types de formations peuvent être distingués :

- Les formations basaltiques et les cendres volcaniques qui seraient d'âge primaire
- Les formations sédimentaires constituées de calcaires, argiles et de marnes.

Les formations quaternaires constituées de tufs, d'alluvions recouvertes de des formations argilo-marneuses, argilo- sablonneuses, de croûtes et d'encroûtement calcaires.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.4 Géotechnique du site urbain de la ville de Hammam Bouhadjar :

Au vu de l'analyse sismotectonique, photo géologique et géotechnique le potentiel de liquéfaction de sols et de glissement de terrain est inexistant. Des cavités karstiques peuvent présenter un potentiel danger d'effondrement dans les zones urbaines ou le niveau carbonaté (qtr-Ca) a été comprise à une profondeur comprise entre 1 et 6m.

2.5 Sismicité :

La sismicité est un phénomène qui caractérise la région comme la plupart des régions du tell, notamment sa grange littorale soumise au degré d'aléas sismique le plus élevé.

La synthèse des résultats es études géotechnique effectuées par les différents laboratoires dans plusieurs zones confirme l'hétérogénéité des sols et la recommandation de recouvrir souvent au radier général comme type de fondation dans toute la zone.

Un autre risque qui mérite d'être signalé concerne la nature de sols de moyenne portance qui peut être à l'origine phénomène d'affaissement de terrain lié à la présence de formation tendre sur des profondeurs allant jusqu'à dix mètres qui s'incrument sous des formation dures. Soumises à des mouvements des terrains peuvent être à l'origine d'un déplacement.

Un zoning sismique actualisé a été établi par le Règlement Parasismique Algérien (R.P.A 2003) suite au séisme du 21 Mai 2003 qui a touché la région de Boumerdes et ses environs.

Le territoire national a été subdivisé en cinq zones de sismicité croissante (Voir carte de zoning sismique ci-après), soit :

- Zone 0 : Sismicité négligeable
- Zone I : Sismicité faible
- Zone IIa et IIb: Sismicité moyenne
- Zone III : Sismicité élevée

Dans cette nouvelle classification, notre zone d'étude (H.Bouhadjar) est située dans la **zone sismique IIa**, cette partie est caractérisée par des terrains à sismicité moyenne.

2.6 Caractéristiques climatologiques :

L'aspect climatique est un facteur important à considérer pour un projet de station d'épuration, car il intervient dans le fonctionnement du procédé d'épuration d'une part et d'autre part sur le choix du site comme la région de H.Bouhadjar est dépourvue d'une station météorologique, l'analyse des paramètres climatologiques est basée sur les données de la station

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

la plus proche, celle de BENI SAF. La pluviométrie est basée sur les données du centre de HAMMAM BOUHADJAR.

2.6.1 Température :

La température est un élément très important dans le bon fonctionnement d'un système d'épuration biologique. Nous illustrons dans le tableau ci-dessous les données sur les températures moyennes enregistrées:

Tableau 7: Moyennes mensuelles et annuelle des températures.

Mois	Jan	fév.	mar.	Avr	mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
température (°C)	12.9	13.4	15	16.6	19.3	22.6	25.5	25.9	23.3	20.5	16.8	14.2	18.9

Source: ONM

On remarque que la température diminue pendant les trois mois d'Hiver (Décembre, Janvier, Février) et atteint le minimum de 13°C en janvier, elle augmente pendant les trois mois d'été (Juin, Juillet, Août) et atteint le maximum de 26°C en août. La moyenne annuelle est de 19°C.

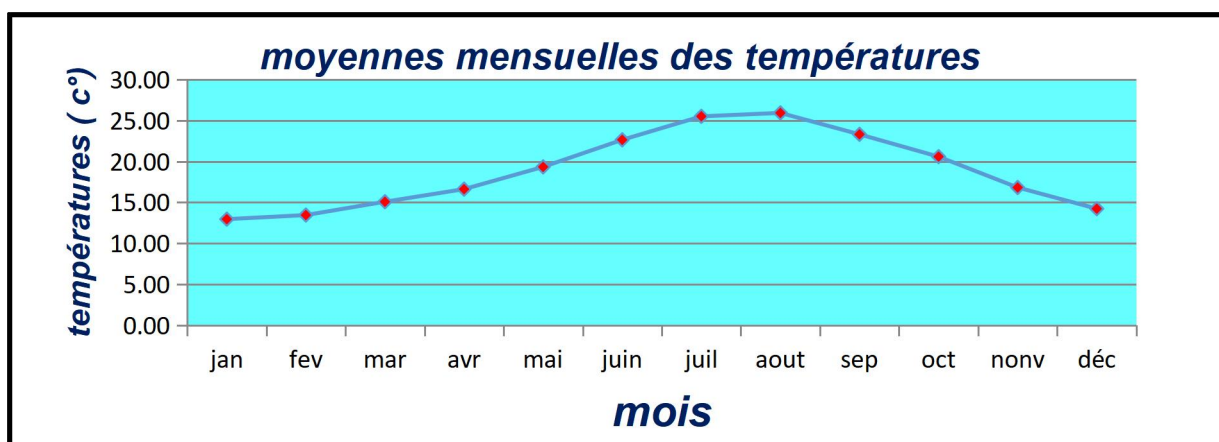


Figure 10: Moyennes mensuelles des température

2.6.2 Précipitations :

Nous illustrons dans le tableau ci-dessous les données mensuelles des Précipitations enregistrées pour une période de 25 ans.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Tableau 8: Moyennes mensuelles et annuelle des Précipitations.

Mois	Jan	fév.	mar.	Avr.	mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
Précipitation (mm)	43,86	33,35	29,69	22,1	15,17	2,56	1,04	1,1	11	25,82	42,46	27,56	255,71

Source: ONM

D'après ce tableau on remarque que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de janvier (43,86 mm), tandis que le minimum est atteint au mois de juillet (1,04 mm). La pluviométrie moyenne annuelle pour cette station est de (255,71 mm).

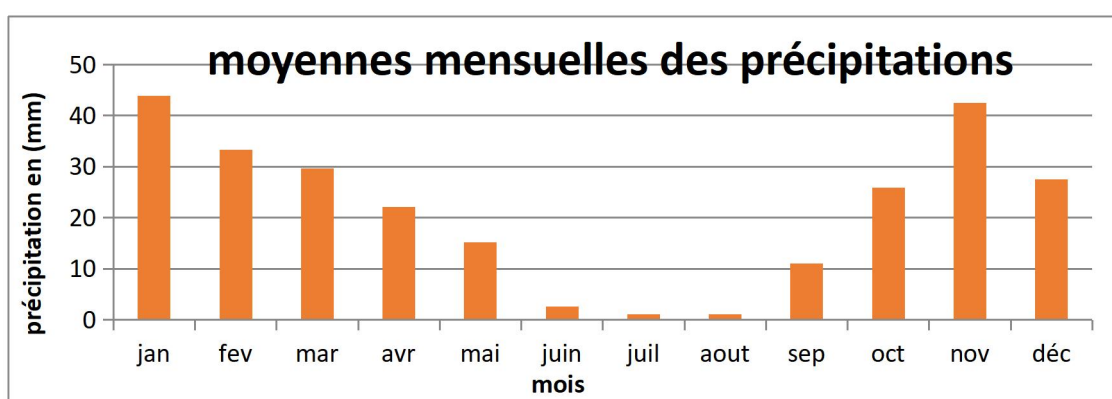


Figure 11: Moyennes mensuelles des Précipitations

2.6.3 L'Ensoleillement :

Tableau 9: Moyennes mensuelles d'Ensoleillement (En heures entières).

Mois	Jan	fév.	mar.	Avr	mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
Ensoleillement (h)	193.3	197.1	227.9	259.2	284.7	307.3	302.3	306.2	256.2	236.4	199.2	176

Source :ONM

On peut remarquer que les valeurs les plus importantes sont enregistrées en période allant du mois d'Avril au mois de septembre, la valeur la plus élevée est celle du mois de juin (307,3 heures).

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

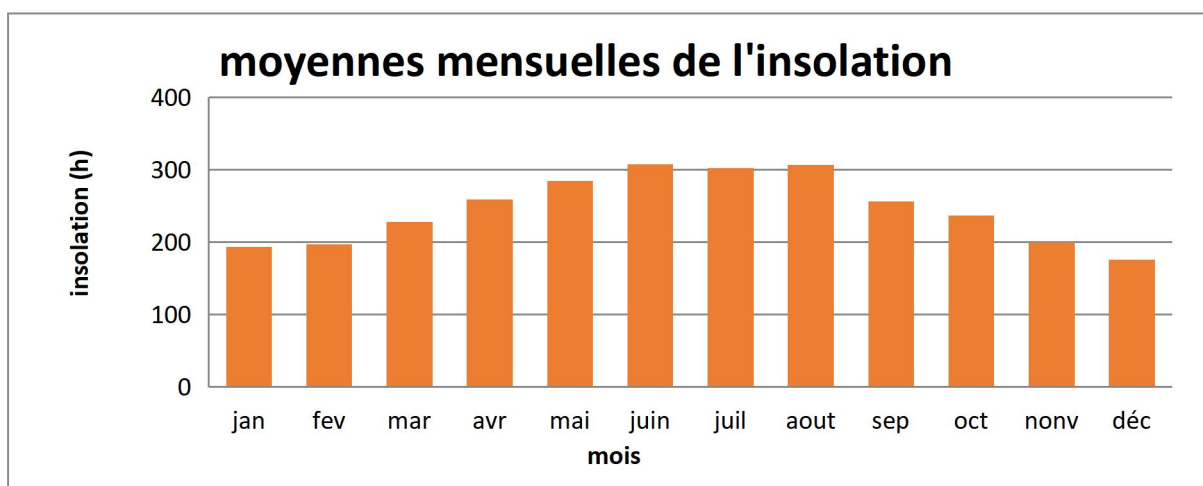


Figure 12: Moyennes mensuelles de l'insolation

2.6.4 L'évaporation :

Tableau 10: Moyennes mensuelle et annuelle de l'Evaporation.

Mois	Jan	fév.	mar.	Avr	mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
L'évaporation (mm)	61.9	46.7	52.8	57.7	63.3	63.6	77.3	72	67.3	53.4	73.6	62.5	752.7

Source: ONM

Le tableau ci-dessus montre que l'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois de Juillet avec une valeur de **77,3 mm** le minimum est enregistré au mois de février avec une valeur de **46,7 mm**. La moyenne annuelle de l'évaporation est de **752,7 mm**.

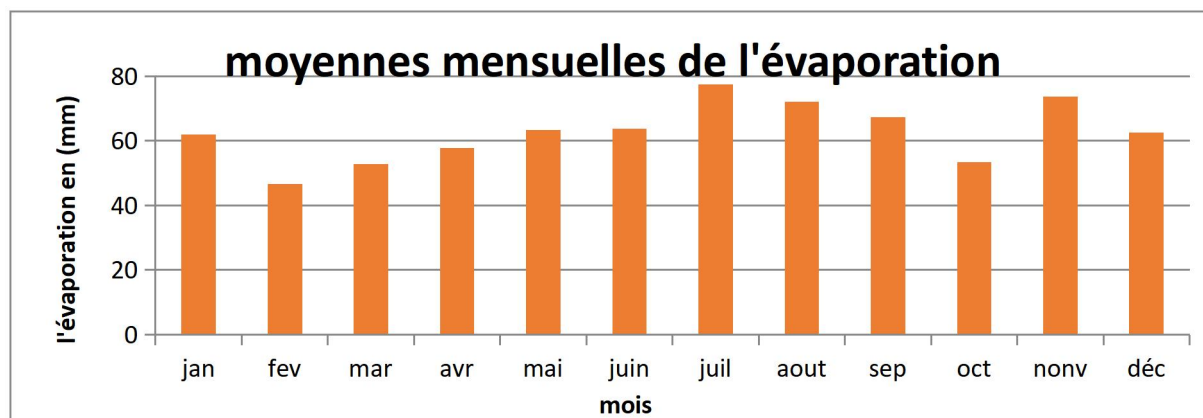


Figure 13: Moyennes mensuelles de l'évaporation

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.6.5 Vitesse des vents :

Ce facteur est important, car il nous contraint à donner une orientation géographique du site d'implantation de la future station d'épuration en fonction de la direction et de l'intensité des vents.

Tableau 11: : Moyennes internationales des vents de la station de BENI SAF.

Mois	Jan	fév.	mar.	Avr	mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
v.moy	26.5	24.3	22.2	22.6	21.3	18.5	17.2	16.5	17.7	15.2	26.2	27.4	21.3
v.max	21.9	21.6	18.3	18.8	16.7	13.8	13.5	13.6	15.3	17	22	20.9	17.8

Source: ONM

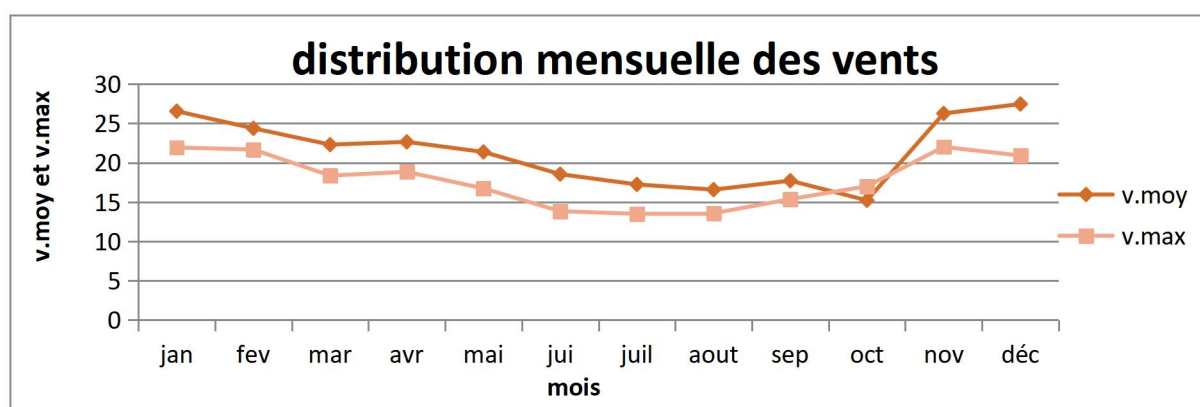


Figure 14: Distribution mensuelle des vents – station de beni saf

2.6.6 Humidité :

Tableau 12: Moyennes mensuelles de l'humidité.

Mois	Jan	fév.	mar.	Avr	mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
Humidité (%)	76.9	78.9	74	69.2	64.5	62.5	60.7	65.3	65.3	74	76.9	76.9	69.1

Source: ONM

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

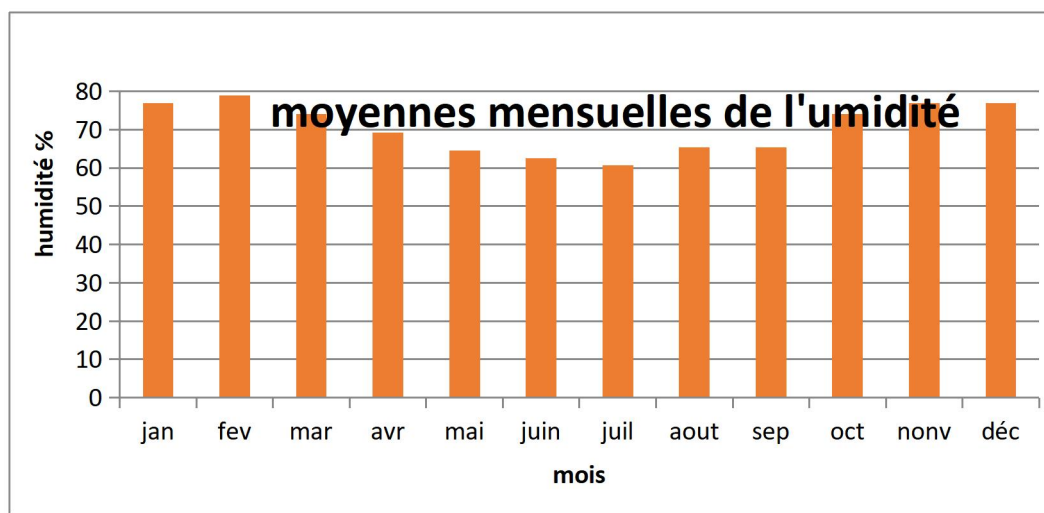


Figure 15: Moyennes mensuelles de l'humidité

2.7 L'indice d'aridité de DEMARTON :

Il est défini par la formule suivante :

$$I = 12 P / (T + 10)$$

Avec :

P : Pluviométrie moyenne mensuelle

T : Température moyenne mensuelle

I : Indice d'aridité

Tableau 13:Indice d'aridité

Mois	Jan	fév.	mar.	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
I (°C)	28.5	25.7	14.8	13	6.33	1.47	1.32	1.23	7.63	13.5	25.8	23.8

Source :ONM

Le tableau ci-dessus met en évidence deux catégories :

-Une saison humide et longue s'étale du mois d'Octobre au mois d'avril dont l'indice d'aridité atteint le maximum (28,5°C) au mois de janvier.

- Une saison sèche et courte s'étale de mai à Septembre dont la valeur minimale est celle du mois d'août (1,23°C).

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.8 Diagramme Ombrothermique :

En appliquant la formule $P = 2T$, le diagramme permet de déterminer la période sèche, où le mois sec est celui où le total moyen des précipitations est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés centigrades.

Quand la courbe de température est au-dessus de celle des précipitations, la zone délimitée représente la zone sèche.

Etabli pour la station de BENI SAF, il ressort une période sèche qui s'étale du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre.

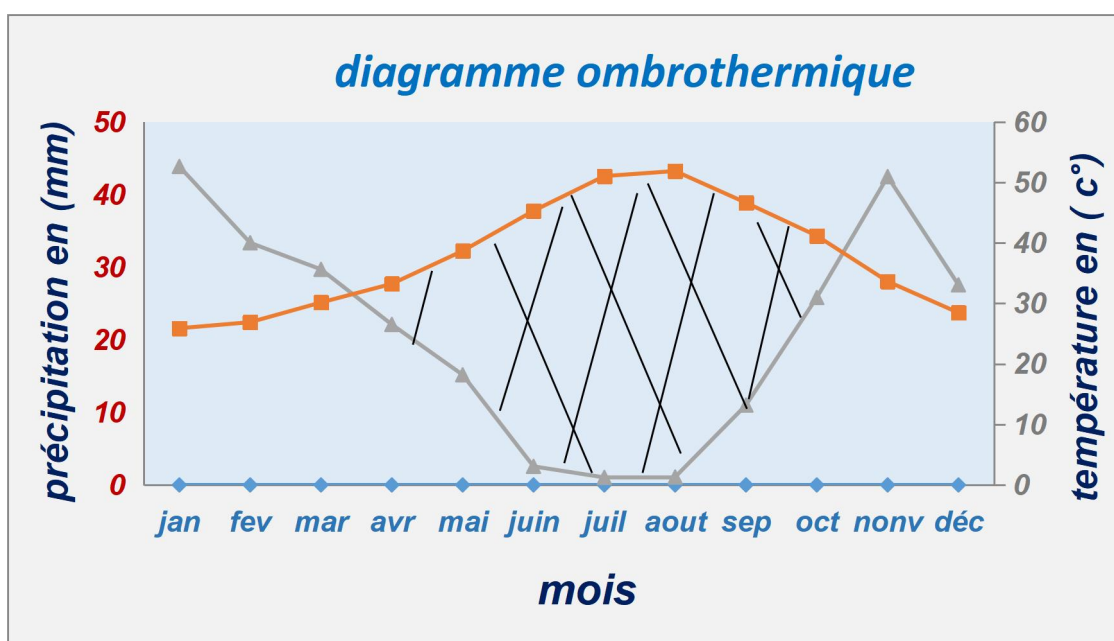


Figure 16: Diagramme ombrothermique

3 Population :

3.1 Démographie :

La commune de **H.Bouhadjar** a connu un accroissement de la population, d'après La Direction de la Programmation et Suivi Budgétaires (DPSB). Le taux d'accroissement était de **1,59 %**.

3.2 Evolution de l'accroissement de la population aux horizons du projet :

On évalue la population future de la ville de H.Bouhadjar aux horizons :

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

- Moyen terme (2035)

- Long terme (2052)

Par application de l'expression suivante :

Avec :

P : Population projetée

P₀ : Population à l'année de référence

X : Taux de croissance

n : Nombre d'années compris dans l'intervalle de temps considéré

On fixe ce taux d'accroissement égal (**X= 1, 59%**) pour différents horizons d'études.

P₀ =32800 () à la base des résultats **RGPH 2022**.

Tableau 14: Évolution de la population

Agglomération	RGBH 2008
ACL hammam Bouhadjar	31200
Aures el meida	1600
<u>Total</u>	<u>32800</u>

Les valeurs de la population ainsi calculées sont consignées dans le tableau ci-après :

Tableau 15: Evolution de la population future de la commune de H.Bouhadjar

Années	X	(1+X)	N	(1+X) ^N	Population
2022	0.0159	1.0159	-	-	32800
2025	0.0159	1,0159	3	1.048	34390
2030	0.0159	1,0159	8	1.134	37212
2035	0.0159	1,0159	13	1.227	40266
2040	0.0159	1,0159	18	1.328	43570
2045	0.0159	1,0159	23	1.437	47146
2050	0.0159	1,0159	28	1.555	51015
2052	0,0159	1,0159	30	1,605	52651

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

$P_0 = 32800$ à la base des résultats RGPH 2022

Tableau 16: Evolution de la population au cours de l'année.

Année	Population
2022	32800
2025	34390
2030	37212
2035	40266
2040	43570
2045	47146
2050	51015
2052	52651

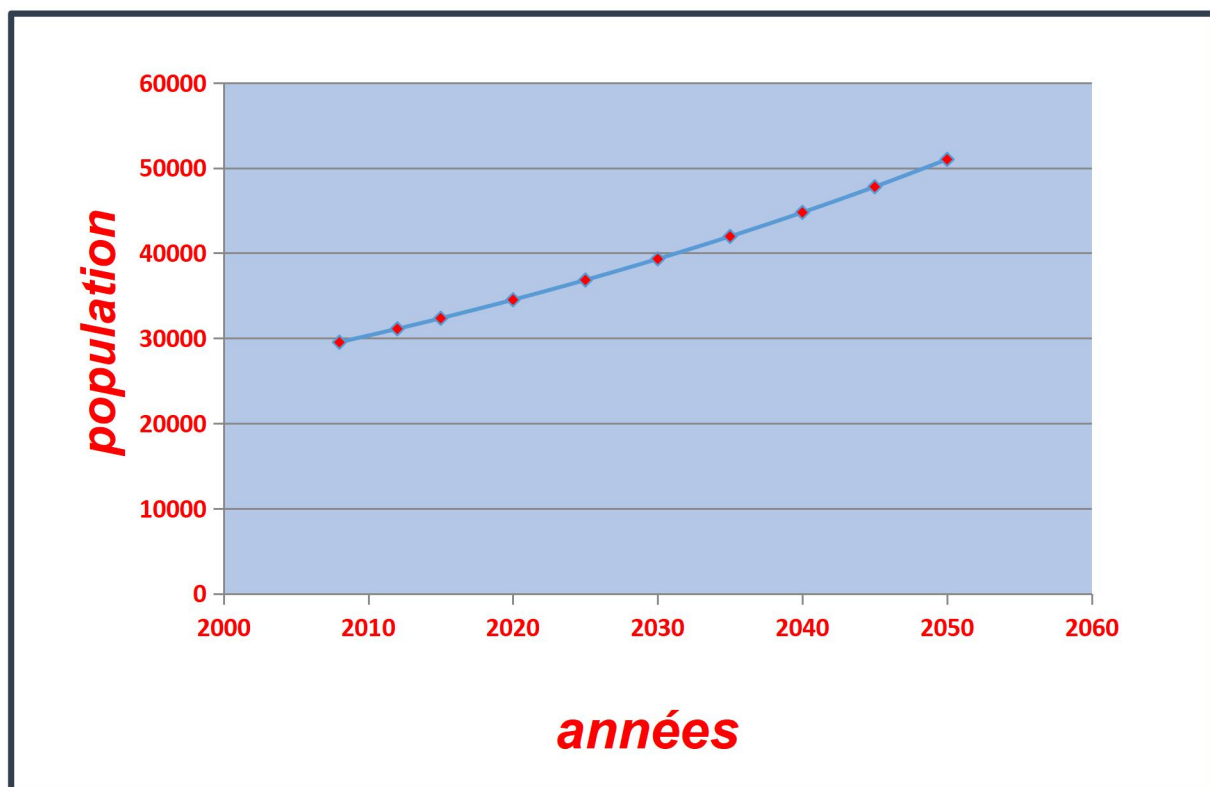


Figure 17: Evolution de la population

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

4 Caractéristiques du système d'assainissement existant :

4.1 Etat du réseau et taux de raccordement :

La ville de H.Bouhadjar possède un réseau d'assainissement de type unitaire où 98% de la population est raccordée au réseau d'évacuation

Le réseau possède trois rejets et le déversement se fait vers oued el malah.

Les différents diamètres posés sont : le Ø 300 ; Ø 400 ; Ø 500 ;

Ø 600 ; Ø 700 ; Ø 900 ; Ø 1000 pour different natures de matériaux.

4.2 Débits des eaux usées :

- Pour l'estimation du débit des eaux usées urbain, il faut prendre en considération le taux de raccordement qui représente le pourcentage des eaux usées raccordées au réseau d'assainissement d'une part et le taux de rejet des eaux de consommation d'autre part qui est de 80%.

- Pour l'estimation du débit des équipements on prend 20 % du débit des eaux usées urbain.

NB

Débit des équipements vari entre 10-20 % nous admettons un pourcentage de 20%

Rejet spécifique = 80% de la dotation moyenne journalière.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Tableau 17: Estimation des débits des eaux usées urbain de la ville de

H.Bouhadjar

Année	Population (Hab.)	Taux de raccordement	Population raccordée (hab,)	Dotation l/hab/j	Rejet spec (l/hab/j)	Débit E,U
						(m3/j)
2022	32800	1,59	32800	200	160	5248
2025	34390	1,59	34390	200	160	5502,33
2030	37212	1,59	37212	200	160	5953,9
2035	40266	1,59	40266	200	160	6442,53
2040	43570	1,59	43570	200	160	6971,26
2045	47146	1,59	47146	200	160	7543,38
2050	51015	1,59	51015	200	160	8162,45
2052	52651	1,59	52651	200	160	8424,16

Tableau 18: Estimation des débits des équipements de la ville de H.Bouhadjar.

Années	Population	débit eu (m ³ /j)	Q équipement (m ³ /j)
2022	32800	5248	1050
2025	34390	5502,33	1100,47
2030	37212	5953,9	1190,78
2035	40266	6442,53	1288,51
2040	43570	6971,26	1394,25
2045	47146	7543,38	1508,68
2050	51015	8162,45	1632,50
2052	52651	8424,16	1684,82

Le débit total des eaux usées de la ville de **H.Bouhadjar** est donné par la formule suivante

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{EU}} + Q_{\text{équi}}$$

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le débit de pointe est calculé par la formule suivante :

$$Q_p = C_p \times Q_{\text{Total}}$$

Avec C_p : coefficient de pointe = $1,5 + (2,5 / \sqrt{Q_T})$ Q_T en l/s

Tableau 19: Estimation des débits journaliers et les débits de pointe totales de la ville de H.Bouhadjar

Années	Population	Qt (m ³ /j)	Qt (l/s)	Cp	Qp (m ³ /j)	Qp (m ³ /h)
2022	32800	6298	72,89	1,79	11273,42	469,72
2025	34390	6602,8	76,42	1,79	11819,012	492,45
2030	37212	7144,68	82,34	1,78	12717,53	529,89
2035	40266	7731,04	89,47	1,76	13606,63	566,94
2040	43570	8365,51	96,82	1,75	14639,64	609,98
2045	47146	9052,06	104,76	1,74	15750,58	656,27
2050	51015	9794,95	113,36	1,73	16945,26	706,052
2052	52651	10108,90	117	1.73	17499,76	729.15

4.3 Détermination du nombre d'équivalents - habitants (E.H)

Sur la base des résultats obtenus des débits des eaux usées (Tableau N°19), la capacité en équivalent habitant de la future station d'épuration sera comme suit :

$$EH = \frac{\text{Charge de la station d'épuration}}{\text{Rejet spécifique}}$$

Avec :

Charge de la station = débit de rejet des eaux usées entrant dans la station d'épuration

Rejet spécifique = 80% de la dotation journalière

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Tableau 20: Détermination d'équivalent habitants

Années	Qt (M ³ /J)	Dotation journalier	Rejet Spec (L/Hab/J)	E, H
2022	6298	200	160	39363
2025	6602,8	200	160	41268
2030	7144,68	200	160	44654
2035	7731,04	200	160	48319
2040	8365,51	200	160	52284
2045	9052,06	200	160	56575
2050	9794.95	200	160	61218
2052	10108,90	200	160	63181

4.4 Localisation et caractéristiques du site

Les terrains proposés pour l'implantation de la future station d'épuration des eaux usées de la commune de hammam Bouhadjar, se trouve a l'ouest de la commune à proximité d'oued el malah.

Les coordonnées sont :

Pour le site N°1

$$X = 681,19 - 681,3$$

$$Y = 3915,84 - 3916$$

Pour le site N°2

$$X = 680,53 - 680,73$$

$$Y = 3916.19 - 3916$$

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

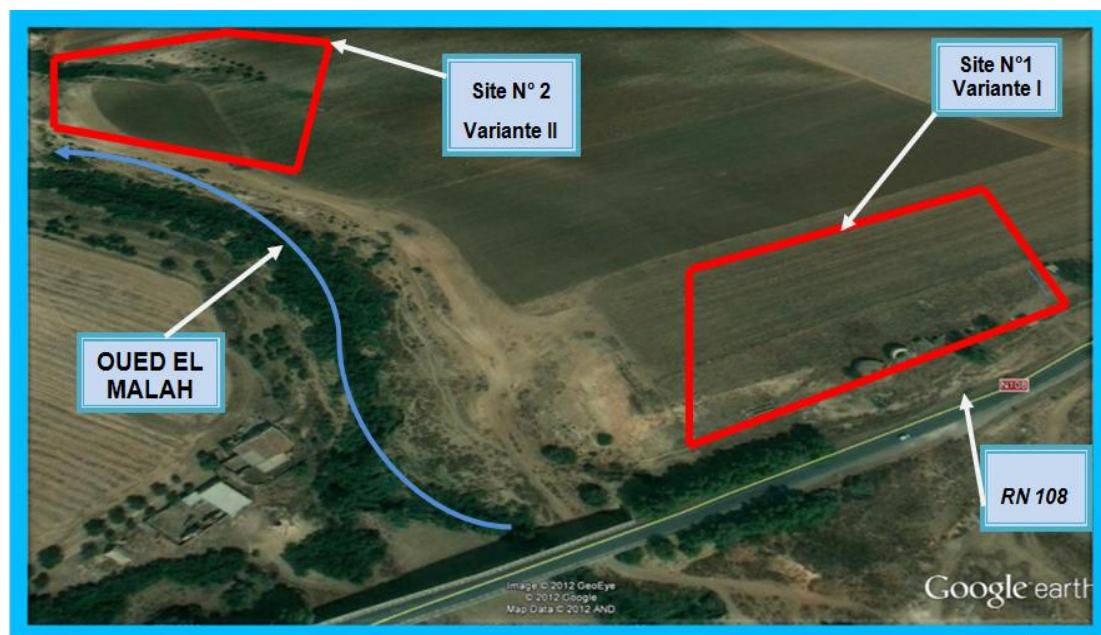
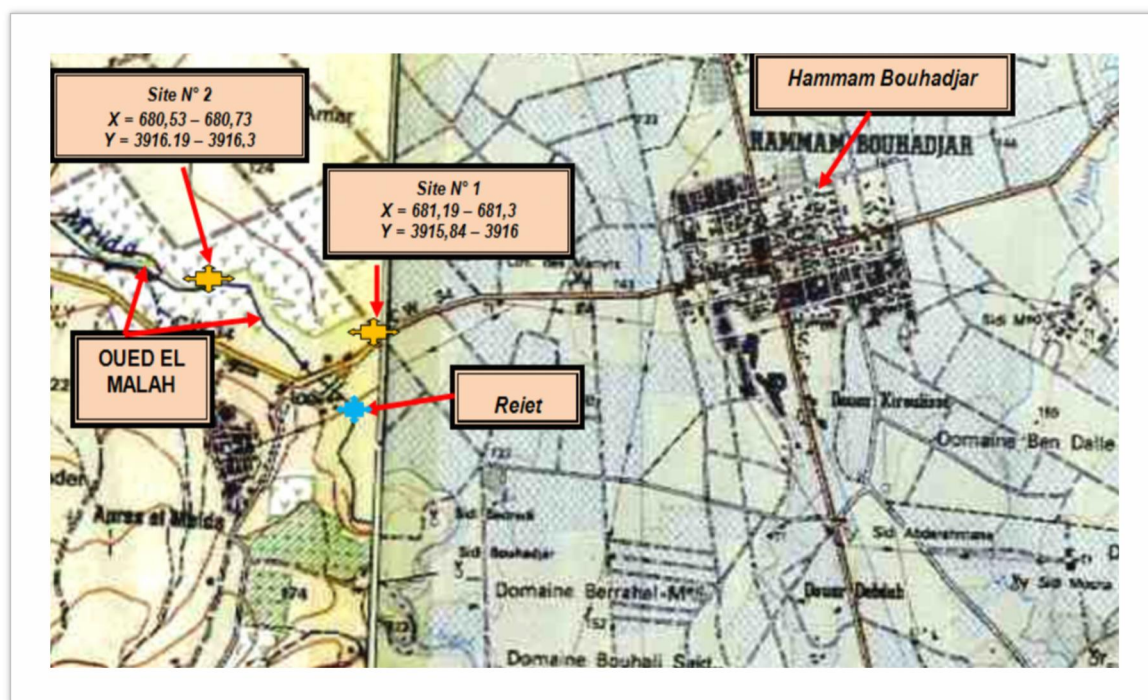


Figure 18: Image Satellite des deux sites préconisé pour l'implantation de la future STEP de la commune de HAMMAM BOHADJAR



Carte N°02 : Implantation de la future station d'épuration des eaux usées de la commune de HAMMAM BOHADJAR à l'échelle 1/25 000

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Site d'implantation de la future STEP



Photos 05 du site de la variante I



Photos 06 du site de la variante II

5 Enquête d'analyse de pollution de la ville hammam bouhadja :

5.1 Résultats des analyses :

Les résultats d'analyses enregistrés pour les rejets sont donnés dans le tableau suivant :

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

<u>Paramètres analysés</u>	Unité	<u>Résultats</u>		Moyenne	Norme
		Rejet N°01	Rejet N°02		
Température de l'eau	°C	25,4	24,3	24,8	30
PH	-	7,27	7,17	7,22	6,5 à 8,5
Turbidité	(N.T.U)	>100	>100	>100	-
Conductivité	µs/cm	2427,5	1806,8	2117,1	-
M.E.S 105°C	mg/l	453,5	651,8	552,6	35
M.E.S 600°C	mg/l	234,3	301,7	268	-
Matières décantables	ml/l	4,4	7,1	5,75	-
DCO	mgO ₂ /l	545,6	799,5	672,5	120
DBO5	mgO ₂ /l	190,4	302,3	246,3	35
Azote total	mg/l	189,1	70,29	129,69	-
Azote ammoniacal	mg/l	132,5	49,05	90,7	-
Nitrite	mg/l	0,12	0,17	0,14	-
Nitrate	mg/l	6,1	4,3	5,2	-
Sulfate	mg/l	49,7	71,5	60,6	-
Phosphates	mg/l	25,6	22,2	23,9	-
Chlorures	mg/l	199,41	201,26	200,33	-

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

<u>Paramètres analysés</u>	Unité	<u>Résultats</u>		Moyenne	Norme
		Rejet N°01	Rejet N°02		
Fer	mg/l	1,04	2,21	1,62	3
Cuivre	mg/l	0,006	0,007	0,006	0,5
Manganèse	mg/l	0,04	0,07	0,05	1
Cadmium	mg/l	Abs	Abs	abs	0,2
Chrome	mg/l	Abs	Abs	abs	0,5
Nickel	mg/l	0,657	0,45	0,55	0,5
Nickel	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	2
Mercure	mg/l	Abs	Abs	abs	0,01
Plomb	mg/l	Abs	0,0002	0,0001	0,5
Bactériologie					
Œufs D'helminthes	Œuf/l	6193,75	3831,25	5012,5	--
Coliformes Totaux *(10⁸)	/100ml	0,9	4	2,5	--
Coliformes Fécaux *(10⁸)	/100ml	0,774	1,938	1,36	--

5.2 Interprétation des résultats :

➤ PH :

La valeur moyenne du pH mesurée pour les deux rejets est de **7,22**, Cette valeur

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

s'inscrit dans la fourchette des valeurs généralement observées pour les eaux usées urbaines à caractère ménagère (**6,5 –8,5**). Ce qui montre la neutralité des eaux de rejet.

On peut constater que cette valeur est située dans la bonne gamme d'activité microbienne, qui favorise le traitement biologique.

➤ **Température :**

L'activité biologique augmente régulièrement avec la température, ce qui influe sur le rendement d'épuration.

La valeur moyenne de la température mesurée pour les deux rejets est de **24,8 ° C**, Cette valeur ne dépasse pas **30° C**, elle est conforme aux caractéristiques d'une eau usée urbaine et favorise la croissance des micro-organismes et permettant ainsi un bon rendement d'épuration

➤ **Conductivité :**

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement la salinité totale de l'eau de rejet, une conductivité électrique de l'eau supérieure à **1500 µS/cm**, entraîne une minéralisation excessive. Dans notre cas la valeur moyenne mesurée est de **2117,1 µS/cm**.

d-Matières en suspension (MES)

Les résultats d'analyses obtenues montrent que la teneur en MES à **105°C** et **600°C** est élevée avec une valeur moyenne de **552,6 mg/l** et **268 mg/l**, cette valeur confirme que les rejets sont très chargés en matières solides.

➤ **Matières décantables**

La valeur enregistrée est de **5,75 ml/l**, Ces matières décantables se trouvent sous forme des traces.

➤ **Turbidité**

Les résultats d'analyses indiquent que la turbidité atteindre un pic supérieur à **100 (N.T.U)**, ce pic montre que l'eau est trouble et confirme que les rejets sont chargés en matières solides.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

➤ Demande biologique en oxygène (DBO5)

La demande biologique en oxygène (DBO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer (par oxydation, et avec l'intervention de micro-organismes), les matières organiques seulement biodégradables d'une eau usée. Les valeurs analysées varient entre **190,4** et **302,3 mg/L** avec une moyenne de **246,3 mg/L**.

La concentration moyenne de la DBO₅ de l'effluent brut examiné se situe dans la fourchette de celle habituellement rencontrée dans une eau usée domestique (entre **200** et **400 mg/L**). Donc nous pouvons dire que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine à prédominance.

➤ Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en Oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une bonne oxydation des matières organiques et minérales présentes dans l'eau.

Les résultats obtenus pour nos échantillons analysés oscillent entre **545,6** et **799,5 mg/L** avec une moyenne de **672,5 mg/L**.

Ces valeurs reflètent celle d'une eau usée urbaine, qui est généralement inférieure à **750 mg/L**

➤ L'azote ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique et sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution.

Les résultats d'analyses montrent que, la teneur moyenne en azote ammoniacal dans les rejets est de **90,7 mg/l**, ceci montre que l'eau des rejets est riche en azote ammoniacale.

➤ Nitrates (NO₃)

Les teneurs en nitrates observées sont dans les normes pour les deux rejets : **4,3** et

NB- Le niveau maximum de nitrates suggère par **FAO** dans les lignes directrices de la qualité demandée pour les eaux destinées à l'irrigation **est de 45 mg/l** (Selon les

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

6,1 mg/l avec une moyenne de 5,2 mg/l,

➤ Nitrites (NO₂)

Les résultats obtenus pour nos échantillons analysés montrent que les valeurs varient de 0,12 à 0,17 mg/L avec une moyenne de 0,14 mg/L.

La teneur en nitrites est très faible, ce qui confirme aussi la présence de l'ammoniaque en grande quantité dans l'eau de rejet.

En temps sec, les nitrites sont absents dans l'eau de rejet (**la campagne de prélèvement a été effectuée en mois de juin**). Par ailleurs en temps pluvieux les valeurs en nitrites sont importantes.

En effet, les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'est donc pas conduite à son terme.

Commentaire :

La présence d'ammonium dans les eaux usées est à rapprocher des autres éléments azotés normalement présents dans l'eau usée.

Il s'agit essentiellement des nitrites et des nitrates.

- L'apparition des nitrates en temps pluvieux serait due essentiellement aux effets de lessivages des terres agricoles par les eaux pluviales pendant le ruissellement avant l'admission dans le collecteur du réseau d'assainissement,

- Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium (NH₄⁺) et les nitrates. Peu stable en rivière, on ne les rencontre que lorsqu'il existe un déséquilibre au niveau de l'oxygénation.

➤ Azote Total

L'analyse de nos échantillons fait apparaître que la valeur moyenne d'azote total mesurée égale 129,69 mg/l, Cette valeur montre que le rejet est chargé et confirme par la forte concentration en ammonium.

➤ Sulfate

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre **30 à 50 mg/L**, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à **300 mg/l**). La présence de sulfates en quantité supérieure à **300 mg/L** peut entraîner dans certaines conditions une attaque du béton et accélérer la corrosion du fer.

Dans notre cas, la valeur moyenne de nos échantillons analysés est de l'ordre de

N.B -

-Le niveau maximum de sulfate suggère par **FAO** dans les lignes directrices de la qualité demandée pour les eaux destinées à l'irrigation **est de 960 mg/l** (Selon les recommandations **FAO 29 rev1 1988**).

- La présence de sulfates est liée à la nature des terrains traversés. Elle peut également témoigner de rejets industriels._

60,6 mg/L, Cette valeur est dans la norme.

➤ **Phosphates**

Les valeurs retenues en phosphate de nos échantillons analysés oscillent entre **22,2** et **25,6 mg/L** avec une moyenne de **23,9 mg/L**.

Ceci montre que l'eau de rejet est riche en phosphates.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

N.B -

Le niveau maximum de phosphate suggère par **FAO** dans les lignes directrices de la qualité demandée pour les eaux destinées à l'irrigation **est de 6,2 mg/l** (Selon les recommandations FAO 29 rev1 1988).

Remarque :

- La concentration en phosphates (PO_4^{-3}), provenant essentiellement de **sources ponctuelles** (rejets urbains) diminue avec la dilution quand les débits augmentent.
- D'origine urbaine (composant des détergents) et agricole (lessivage d'engrais), les ortho phosphates sont comme les nitrates un nutriment majeur des végétaux et peuvent entraîner leur prolifération à partir de 0,2 mg/l. On considère généralement que les phosphates constituent l'élément limitant des phénomènes d'eutrophisation.

➤ **Chlorures**

Les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier pour les éléments inoxydables, pour lesquels les risques s'accroissent à partir de 50 mg/L. pour l'usage agricole, les teneurs élevées en chlorures peuvent limiter certaines cultures.

En concentration élevée, les chlorures peuvent même corroder l'acier inoxydable et sont très dangereux pour la végétation.

Les concentrations en Cl^- de nos échantillons analysés varient de **199,41 à 201,26 mg/L** avec une moyenne de **200,33 mg/L**.

Au vu de ces résultats, on peut dire que les teneurs en chlorures sont importantes à l'égard des valeurs usuellement observées pour les eaux usées urbaines.

➤ **Métaux lourds**

L'analyse chimique de nos échantillons fait apparaître que la totalité des produits toxiques, observés sont généralement dans les normes, il ne peut y avoir d'inhibition de l'épuration ou un effet toxique sur l'activité des micro-organismes épurateurs.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

➤ Analyses bactériologiques

Les eaux usées urbaines transportent de nombreux micro-organismes dont certains sont pathogènes : bactéries, Verus qui sont la principale source de bactéries pathogènes.

Les résultats d'analyses bactériologiques obtenues dans **100 ml** d'eau usée donnent les valeurs suivantes :

$2,5 \times 10^8$ pour coliformes totaux, et **$1,938 \times 10^8$** pour coliformes fécaux, Ces valeurs s'inscrivent dans la fourchette des valeurs généralement observées pour les eaux usées urbaines.

➤ Œufs D'helminthes

Les résultats d'analyses indiquent que les Œufs D'helminthes peuvent atteindre un pic de **5012,5 Œuf/l**, Ces valeurs s'inscrivent dans la fourchette des valeurs généralement observées pour les eaux usées urbaines.



Photo 07: (rejet N°01), HAMMAM BOUHADJAR

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE



Photo 08: Rejet N°02, AURES EL MEIDA

5.3 Biodégradabilité et nature de rejet :

Un effluent brut du type domestique présente les caractéristiques suivantes :

- DCO inférieur ou égal à **750 mg/l**
- Le rapport DCO/DBO₅ compris entre **2,5** et **3,5**

Les valeurs de DBO₅ et de DCO ainsi que le rapport DCO/DBO₅ sont consignées au tableau suivant :

Paramètres	Moyenne
DCO (mg/l)	672,5
DBO ₅ (mg/l)	246,3
(DCO/ DBO ₅)	2,73

Le tableau ci-dessus fait ressortir que le rapport (DCO/ DBO₅) moyen égale à **2,73** ce qui montre que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine chargée en **matières organiques biodégradables.**

5.4 Teneur nécessaire en substances nutritives

Pour que les micro-organismes aient un métabolisme normal, il est indispensable que certaines substances nutritives minérales soient présentées à coté des substances organiques biodégradables, ce sont essentiellement l'azote et le phosphore.

CHAPITRE 02 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Il est indispensable de vérifier les proportions N /DBO₅ et P /DBO₅ :

Si : - N/ DBO₅ ≥ 05%

- P/DBO₅ ≥ 0,6%

Pas d'apport de phosphore et d'azote.

Si : - N/ DBO₅ ≤ 05%

- P/DBO₅ ≤ 0,6%

Il est nécessaire de prévoir un poste d'apport de phosphore et d'azote.

- **Les valeurs des rapports DBO₅/N et DBO₅/P sont reportées au tableau suivant :**

Paramètres	Moyenne
DBO ₅	246,3
PO ₄	23,9
NH ₄	90,7
P → PO ₄	7,79
N → NH ₄	70,54
N / DBO ₅ (%)	28,42
P / DBO ₅ (%)	3,16

Dans le cas de la projection d'un système épuratoire biologique et au Vu des résultats obtenus, nous pouvons conclure que les proportions en azote et phosphore sont suffisantes pour l'enclenchement du processus épuratoire, ce qui assure aux bactéries épuratrices pour se développer en dégradant les matières organiques biodégradables

6 Conclusion :

D'après Les résultats d'analyses des eaux usées des deux rejets et d'après la fraction du DCO surDBO₅ qui était inférieur a 3 les eaux usées de Hammam Bouhdjar et Ouras El Maida sont chargées avec une pollution de caractère domestique (alimentation, hygiène, excréctions ...). Ces résultats nous confirment que les deux rejets nécessitent une épuration avant le rejeté dans le milieu récepteur.

Chapitre 03:
Dimensionnement
et Conception de La
Station D'épuration
Par la boue activée
et le MBBR

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Chapitre 03 : Dimensionnement et conception de la station d'épuration par la boue activée et le MBBR

1 Introduction :

Ce chapitre a été consacré pour le dimensionnement de différents ouvrages que comporte une station d'épuration de la boue activée(voir annexe 01) et le MBBR(voir annexe 02) en débutant par la ligne eau qui englobe les prétraitements ensuite le traitement biologique et enfin en arrivant au clarificateur et bassin de chloration ; et on a terminé par la filière boue qui englobe l'épaississeur , la fosse a boue ensuite le lit de séchage et la déshydratation mécanique en tenant compte de la population à l'horizon 2052"long terme".

2 Dimensionnement des ouvrages :

2.1 Paramètres de dimensionnement :

2.1.1 Estimation de la population :

D'après la direction de la programmation et suivi budgétaires DPSB, on a une population combinée de Hammam Bouhdjer 31200 habitants et de Auress El maida 1600 habitants dans l'année de référence 2022 et un taux d'accroissement démographique de 1.59 %.

L'évaluation de la population future de Hammam Bouhdjer aux horizons suivant :

-Moyen terme (2035)

-Long terme (2052)

Par l'application de l'expression suivante :

$$P = P_0 \times (1 + X)^n$$

$P = 52651$ habitants

Avec :

P : population projetée : 52651 habitants

P₀ : population à l'année de référence 2022 :32800 habitants

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

X : taux d'accroissement : 1.59 %

n : nombre d'année compris dans l'intervalle de temps considéré : 30ans

Le taux d'accroissement est fixé à une valeur de $X = 1.59\%$ pour différents horizons d'étude.

Tableau 21: l'évaluation de la population entre 2022 et 2052

Année	X	n	$P_0 \times (1 + X)^n$
2022	0.0159	/	32800
2035	0.0159	13	40266
2052	0.0159	30	52651

2.1.2 Estimation des débits de dimensionnements :

2.1.2.1 Débit des eaux usées :

a) Débit des eaux usées urbain :

Rejet spécifique = 80% de la dotation moyenne journalière.

$$Q_{eu} = P \times \text{Rejet spec}$$

$$Q_{eu} = 8424,08 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{eu} = 98 \text{ l/s}$$

Avec :

Q_{eu} : débit des eaux usées urbain : 8424,08 m³/j

D : dotation : 200 l/hab/j

P : population projetée : 52651 habitants

b) Débit des équipements :

Débit des équipements varie entre 10-20 % nous admettons un pourcentage de 20%.

$$Q_{ep} = 20\% \times Q_{eu}$$

$$Q_{ep} = 1684,82 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{ep} = 19,50 \text{ l/s}$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Avec :

Qep : débit des équipements : 1684,82 m³/j

Qeu : débit des eaux usées urbain : 8424,08 m³/j

c) **Débit moyen journalier :**

$$\mathbf{Q_{moyj} = Q_{eu} + Q_{ep}}$$

$Q_{moyj} = 10108,90\text{m}^3/\text{j}$
--

$Q_{moyj} = 117\text{l/s}$

Avec :

Qmoy j : débit moyen journalier : 10108,90 m³/j

Qeu : débit des eaux usées urbain : 8424,80 m³/j

Qep : débit des équipements : 1684,82m³/j

d) **Débit de pointe au temps sec :**

$$\mathbf{Q_{ps} = Q_{moy} \times C_p}$$

Qmoy > 2.8 l/s donc :

$$\mathbf{C_p = 1.5 + \left(\frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy}}} \right)}$$

$C_p=1.73$

$Q_{ps}=17499,76\text{m}^3/\text{j}$

$Q_{ps} = 202,54\text{ l/s}$

Avec :

Cp : coefficient de pointe : 1.73

Qmoyj : débit moyen journalier : 117l/s

Qps : débit de pointe au temps sec : 202,54 l/s

2.1.2.2 Débit des eaux pluviales :

Pour calculer le débit des eaux pluviales nous avons appliqué la méthode rationnelle suivante

$$\mathbf{Q_p = K \times C \times I \times A}$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Avec :

C : coefficient de ruissellement (C)=0.6

I : intensité pluviométrique (I)=117 l/S/h

A : superficie de tissu urbain (A)=53.56 ha

K : coefficient de conversion d'unités :

$$K = \frac{1}{A^6}$$

$$K=0.515$$

$$Q_p=1936.59\text{/s}$$

$$Q_p=1.94 \text{ m}^3/\text{s}$$

a) **Débit de point au temps de pluies :**

$$Q_{pp} = 2 \times Q_{ps}$$

$$Q_{pp} = 35000\text{m}^3/\text{j}$$

$$Q_{pp} = 1458,31 \text{ m}^3/\text{h}$$

Avec :

Q_{ps} : débit de pointe au temps sec : 17499,76m³/j

Q_{pp} : débit de point au temps de pluies : 1458,31 m³/h

3 Dimensionnement de la station d'épuration avec procédé boue activée :

3.1 Paramètres de dimensionnement

Les données de base nécessaires pour le dimensionnement de la STEP sont enregistrées dans les tableaux ci-dessous :

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Tableau 22: Ration théoriques à l'entrée arrêtés

Paramètres	Variation des ratios (g/Hab/j)	Ratios arrêtés (g/Hab/j)	Concentration en mg/l
DBO5	35-60	54	337
DCO	70-120	100	625
MES	60-90	60	375
N	10-15	15	94
P	2-6	5	31

Source :(DHW Ain Temouchent)

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Tableau 23: Les données principales pour le dimensionnement la station

HORIZONS			
Paramètres	unité	2022	2052
-capacité	Eq/hab	39363	63181
-dotation	L/hab/j	200	200
Charge hydraulique			
Journalière	m^3/j	6298	10108.90
Moyenne horaire (Qm) sur 24h	m^3/h	262,41	421,20
Coefficient de point	/	1.79	1.73
Pointe horaire en temps sec(Qps)	m^3/h	469.72	729,15
Pointe horaire en temps de pluie(Qpp= 2Qps)	m^3/h	939.38	1458.31
Charge polluante			
DBO5			
-charge spécifique	$g/hab/j$	54	54
-charge journalière	Kg/j	2125,60	3411.72
-charge correspondante	Mg/l	338	337
MES			
-charge spécifique	$g/hab/j$	60	60
-charge journalière	Kg/j	2362	3791
-charge correspondante	Mg/l	234	375
NTK			
-charge spécifique	$g/hab/j$	15	15
-charge journalière	Kg/j	590	948
-charge correspondante	Mg/l	94	94
PT			
-charge spécifique	$g/hab/j$	5	5
-charge journalière	Kg/j	197	314
-charge correspondante	Mg/l	31	31

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Le dimensionnement d'une STEP se répartie en deux grandes phases ligne d'eau et ligne boue. Comme il est montré dans la figure suivante:

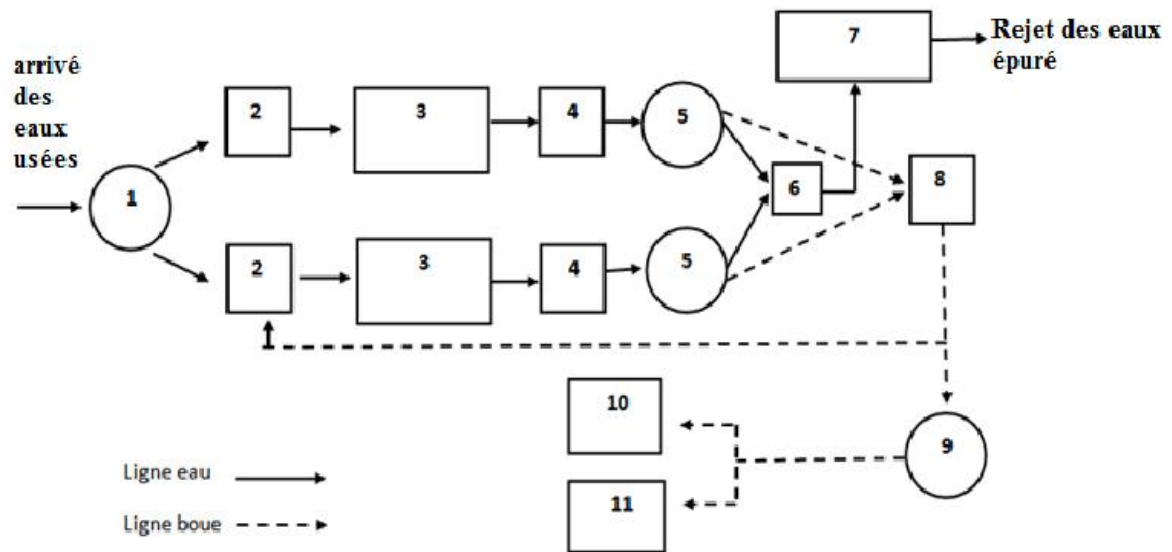


Figure 19: La chaîne de traitement avec procédé boue active

- 1 : Prétraitement.
- 2 : La zone de contact.
- 3 : Bassin biologique.
- 4 : Dégazeur.
- 5 : Clarificateur.
- 6 : Regard de collecte des eaux traitées.
- 7 : Bassin de désinfection.
- 8 : La fosse à boue.
- 9 : épaisseur.
- 10 : Les lits de séchage.
- 11 : Déshydratation mécanique

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

3.2 La LIGNE D'EAU :

3.2.1 Le prétraitement :

Les eaux brutes doivent subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement. Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité d'éléments dont leur nature constituerait une gêne pour les traitements ultérieurs.

La base de dimensionnement du prétraitement a été effectuée pour l'horizon 2052.

3.2.1.1 Ouvrage de prétraitement :

3.2.1.1.1 Fosse à bâtards :

a) La Surface :

$$S = \frac{Q_{pp}}{CH}$$

$S = 13.26\text{m}^2$

Avec :

Qpp : débit de pointe en temps de pluie : 1458.31 m³/h

CH : charge superficielle : 110 m³/m² * h

b) le volume :

$$V = \left(\frac{Q_{pp}}{3600} \right) \times T$$

$V = 16.20\text{m}^3$

Avec :

Qpp : débit de pointe en temps de pluie : 1458, 31 m³/h

T : temps de rétention : 40 s

c) La hauteur :

$$H = \frac{V}{S}$$

$H = 1.22 \text{ m}$

Avec :

V : volume : 16.20 m³

S : surface : 13.26 m²

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Nous adopterons une (01) Fosse à bâtards aura les dimensions planes suivantes :

d) La longueur : 3.8m

e) La largeur : 3.5m

3.2.1.2 Dégrilleur:

- Critères de conception:

Tableau 24: Les paramètres nécessaires pour le dimensionnement du dégrilleur

paramètre	Intervalle théorique admis	Valeur choisie
V : vitesse (m/s)	0.6-0.9	0.8
e : Espace libre entre les barreaux (mm)	Grossier : 30-100 Fin : inférieur ou égale : 10	Grossier : 40 Fin : 10
Pente par rapport à l'horizontal (°)	60-85	60°
E : Épaisseur des barreaux (mm)	8-10	10

3.2.1.2.1 Grille grossière:

✧ Les grilles mises en place sont de type mécanique droit, composé de barreaux droits ronds en inox inclinés à 60° sur l'horizontale.

La grille est dimensionnée avec une vitesse de passage de l'eau brute (v) au débit de pointe

a) Fraction de surface occupée par les barreaux θ :

$$\theta = \frac{E}{(E + e)}$$
$$\theta = 0.8$$

Avec :

E : Épaisseur des barreaux (mm) :40

e : Espace libre entre les barreaux (mm) :10

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

b) Surface totale du dégrilleur S :

$$S = \frac{Q_{pp}}{V \times \theta \times C}$$

$$S = 0.51\text{m}^2$$

Avec :

Q_{pp} : Débit de pointe en temps de pluie : 0.41 m³/s

V : Vitesse de passage à travers les grilles : 0.8 m/s

θ : Fraction de surface occupée par les barreaux : 0.8

C : Coefficient de colmatage de la grille : 0.5

On prend la hauteur mouillée (h max) : 0.8m

c) **largeur mouillée** : l = 1 m

d) **longueur L de la grille** : sera estimée par la relation :

$$L = S/l$$

$$L = 0.51/1$$

$$L = 0.51\text{m}$$

3.2.1.2.2 Grille fine:

a) **Fraction de surface occupée par les barreaux θ**:

$$\theta = \frac{E}{(E + e)}$$

$$\theta = 0.5\text{m}$$

Avec :

E : Épaisseur des barreaux (mm) : 10

e : Espace libre entre les barreaux (mm) : 10

b) **Surface totale du dégrilleur S**:

$$S = \frac{Q_{pp}}{V \times \theta \times C}$$

$$S = 2.03\text{m}^2$$

Avec :

Q_{pp} : Débit de pointe en temps de pluie : 0.41 m³/s

V : Vitesse de passage à travers les grilles : 0.8 m/s

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

θ : Fraction de surface occupée par les barreaux: 0.5

C : Coefficient de colmatage de la grille : 0.5

On prend la hauteur mouillée (h max) : 1.2m

c) La largeur mouillée: $l=1.38\text{m}$

d) La longueur L de la grille : sera estimée par la relation :

$$L = S/l$$

$$L = 2.03/1.38$$

$$L = 1.47\text{m}$$

3.2.1.3 Le Dessableur -Déshuileur:

Tableau 25: Valeurs caractéristiques pour le dimensionnement du Dessableur

paramètre	Intervalle	Valeur retenue
Vitesse ascensionnelle (m/h)	10-20	25
Temps de séjour (min)	10-20	10

a) Volume de canal V :

$$V = Q_{pp} \times t_s$$

$$V = 364.58\text{m}^3$$

Avec :

T_s : temps de séjour : 10 min

Q_{pp} : débit de point en temps de pluies : 1458, 31 m^3/h

b) Surface de canal S :

$$S = \frac{Q_{pp}}{V_{asc}}$$

$$S = 58.33\text{m}^2$$

Avec :

Q_{pp} : débit de point en temps de pluies : 1458.31 m^3/h

V_{asc} : vitesse ascensionnelle : 25 min

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

c) Hauteur du bassin :

$$H = V_{asc} \times t_s$$

$$H = 2.5m$$

Avec :

V_{asc} : vitesse ascensionnelle : 25 m/h

T_s : temps de séjour : 10 min

d) Largeur l :

$$l = \frac{S}{0.5}$$

$$l = 5m$$

e) Longueur L :

$$L = \frac{S}{l}$$

$$L = 11.67m$$

3.2.2 Traitement biologique:

Les effluents brutes après prétraitement arrivant dans une zone de contact après l'homogénéisation des boues de clarificateur et l'effluent brute, le mélange transféré dans une zone d'anoxie puis dans une zone d'aérobic.

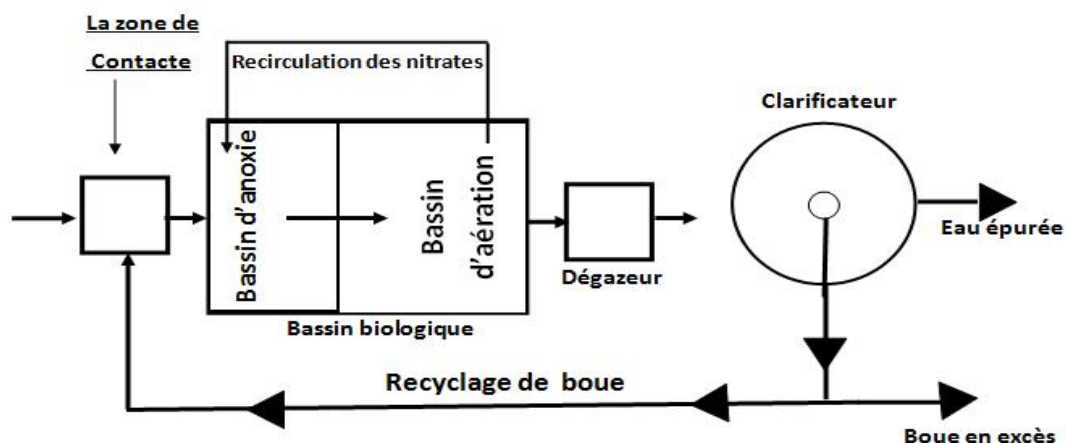


Figure 20: schémas représentatifs du traitement biologique

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

3.2.2.1 Zone de contact:

La zone de contact est un bassin de faible capacité situé à l'amont immédiat du bassin d'aération, dans lequel on réalise un mélange de boue recirculée et d'eau usée est dimensionnée sur la base d'un temps de séjour des effluents de 10min.

a) Calcul du débit de boues à recirculer Q_B :

$$[\text{DCO}]_{\text{sa}} = 30\% \times [\text{DCO}]_{\text{brute}} \times Q_{\text{pp}}$$

$$[\text{DCO}]_{\text{sa}} = 273,43 \text{ kg/h}$$

Avec :

$[\text{DCO}]_{\text{sa}}$: La recirculation des boues : 273.43kg/h

DCO : Charge spécifique : 100 g/hab/j

Q_{pp} : débit du point e temps de pluie:1458.31 m³/j

Charge journalier = 100 x 63181/1000 = 6318.1 kg/j

$[\text{DCO}]_{\text{brute}}$: Concentration en Kg/m³ : 0.63 Kg/m³

$$[\text{DCO}]_{\text{brute}} = \frac{\text{Charge journalier}}{Q_{\text{moyj}}}$$

$$[\text{DCO}]_{\text{brute}} = 0.63 \text{ Kg/m}^3$$

La recirculation doit apporter :

$$[\text{DCO}]_{\text{sa}} = 10 \times [\text{DCO}]_{\text{sa}}$$

$$[\text{DCO}]_{\text{sa}} = 273.34 \text{ kg MES/h}$$

b) Débit des boues a recirculer Q_b :

$$Q_b = \frac{[\text{DCO}]_{\text{sa}}}{X_t}$$

$$Q_b = 341.79 \text{ m}^3/\text{h}$$

Avec:

$[\text{DCO}]_{\text{sa}}$: La recirculation des boues :2734.34kg MES/h

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

X_t : Concentration en MES dans le réacteur : 8 Kg/m³

c) **Volume de la zone de contact (V_{zc}) :**

$$V_{zc} = (Q_p + Q_b) \times t_s$$

$$V_{zc} = 341.79 \text{ m}^3$$

Avec :

Q_{pp} : débit de pointe en temps de pluie : 1458,31 m³/h

Q_b : Débit des boues a recirculer : 341.79 m³/h

T_s : temps de contact : 10 min

d) **Surface de la zone de contact (S_{zc}):**

$$S_{zc} = \frac{V}{H}$$

$$S_{zc} = 75 \text{ m}^2$$

Avec :

V : Volume du bassin : 341,49 m³

H : Hauteur du bassin : 4 m

Nous adopterons deux (02) de bassin de contact de type carrée:

e) **Surface unitaire S_u:**

$$S_u = \frac{S}{2}$$

$$S_u = 37.50 \text{ m}^2$$

Longueur du bassin: 6.12m

Largeur du bassin: 6.12m

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

3.2.2.2 Zone anoxie :

Tableau 26: Temps de séjour hydraulique

Paramètre	Valeur obtenue	Valeur classique
Temps de séjour hydraulique dans la zone d'anoxie(h)	1	1 à 2 heures

a) Volume du bassin d'anoxie :

$$V = 2 \times t \times Q_{pp}$$

$$V = 2916.63 \text{ m}^3$$

Avec :

Q_{pp} : débit de pointe horaire en temps de pluie : 1458.31 m³/h

T : temps de séjour : 1 h

b) Surface du bassin d'anoxie :

$$S = \frac{V}{H}$$

$$S = 729.16 \text{ m}^2$$

Avec :

V : volume du bassin : 2916.63 m³

H : profondeur du bassin : 4 m

On adoptera deux bassins anoxie ayant chacun les dimensions Suivantes:

c) Surface unitaire Su:

$$S_u = \frac{S}{2}$$

$$S_u = 364.58 \text{ m}^2$$

Longueur du bassin: 29 m

Largeur du bassin: 12.57 m

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

3.2.2.3 Bassin d'aération :

Les bassins d'aération sont les réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue la transformation des matières organique par les micro-organismes aérobie.

Ils constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme boues activées.

Tableau 27: Les charger massique et charge volumique

System de traitement	Cv charge volumique Kg DBO5 /Kg MVS/j	Cm charge massique Kg DBO5/Kg MVS/j	Rendement %
Faible charge	0.3	0.1a 0.2	90
Trés Faible charge	<0.1	<0.2	95
Moyenne charge	0.55 a1.5	0.2 a 0.5	80
Forte charge	1.5	≥ 1	70 a 80

a) Volume du bassin d'aération Vba :

$$V_{ba} = \frac{[DBO5]}{C_m \times [MVS]}$$

$$V_{ba} = 11373m^3$$

Avec :

C_m : charge massique : 0.1 (Kg DBO/kg MVS.j)

[DBO5]: Masse de DBO apporté par jour : 3411,75(Kg /j)

[MES]:Concentration de MES dans le bassin d'aération : 5(g/l)

[MVS]:Concentration de MVS dans le bassin d'aération : 3 (g/l)

$$\frac{X[MVS]}{x[MES]} = 60\%$$

Donc : $X[MVS] = X_a = 0.6 \times 5$

$$X[MVS]= 3 \text{ g/l}$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

b) La surface du bassin S :

$$S = \frac{V}{H}$$

$$S = 2843.12\text{m}^2$$

Avec :

V : volume du bassin d'aération : 11373 m³

H : profondeur du bassin : 4m

c) Zone aérée :

a. Volume de la zone aérée :

$$V = V_{\text{aération}} - V_{\text{anoxie}}$$

$$V = 8456\text{m}^3$$

b. Surface de la zone aérée :

$$S = \frac{V}{H}$$

$$S = 2113.97\text{m}^2$$

Avec:

V: Volume de la zone aérée : 8456m³

H: profondeur du bassin : 4m

On aura deux (02) zones aérées ayant les dimensions :

c. Surface unitaire Su:

$$S_u = \frac{S}{2}$$

$$S_u = 1056.99\text{m}^2$$

-Longueur du bassin: 54.16 m

-Largeur du bassin: 19.52m

d) Besoin en oxygène du bassin d'aération :

La quantité d'oxygène est donnée par la relation:

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

$$Q_{o2} = a. \Delta L + b. X_t$$

Avec :

Q_{o2} : besoin en oxygène kgO₂/j

X_a=3 g/l

a =0.6 kg O₂/kg MVS

b=0.06 kg O₂/ kg MVS

a. ΔL=1895.42 kg/j

b. X_t: 1522.06 kg/j

$$Q_{o2} = 3417 \text{ kg o}_2/\text{j}$$

e) Oxygène en pointe nécessaire / heure :

La quantité journalière d'oxygène doit être fournie en 14 heures par jours l'apport horaire d'oxygène est de:

$$Q_{o2} = \frac{Q_{o2}}{14}$$

$$Q_{o2} = 244.07 \text{ kg o}_2/\text{h}$$

f) la quantité d'eau d'oxygène à prévoir

$$Q_{o2} \text{ prévoir} = \frac{Q_{o2}}{C_t}$$

$$Q_{o2} \text{ prévoir} = 348.57 \text{ kg o}_2/\text{h}$$

Avec:

Q_{o2}: Oxygène en pointe nécessaire / heure: 244.07kg o₂/h

C_t: coefficient de transfère: 0.7

3.2.2.4 Production des boues :

Evaluation de la production de boues est indispensable pour dimensionner la filière de traitement des boues (Épaississeur, Lits de séchage ou déshydratation mécanique).

$$\Delta X_t = \Delta X_1 + \Delta X_2$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

$\Delta X1$: Boues biologiques

$\Delta X2$: Boues physico-chimiques

3.2.2.4.1 Calcul $\Delta X1$ boues biologiques :

Pour le calcul des boues biologiques on a utilisé la formule suivante :

La quantité des boues produites est donnée par la relation suivante :

$$\Delta X1 = am \cdot Le + b \cdot Xt + f \cdot Xd + Xmin - Xeff$$

Avec :

am : coefficient de rendement cellulaire = 0.655 Kg MVS/ Kg DBO5

Le : DBO 5 éliminé : 3411.75 Kg DBO5 /j

b : coefficient de dégradation endogène : 0.04

Vba : volume du bassin d'aération : 8456 m³

Xmvs : matière volatile en suspension : 5 g/l

Xa : 60% × Xmvs: 3g/l

Xt : quantité de MVS contenue dans le bassin d'aération = Xa.Vba=26368

f : facteur de la quantité organique non biodégradable = 0.3

Xd : fraction organique non biodégradable = 2654

Xeff : quantité de MES qui sort avec l'effluent = 30 g/l

Xmin : fraction minérale dans les MES = 0.4 MES

$$am \cdot Le = 2234.70 \text{ kg/j}$$

$$b \cdot Xt = 1014.71 \text{ kg/j}$$

$$f \cdot Xd = 796.07 \text{ kg/j}$$

$$Xmin = 1769.05 \text{ kg/j}$$

$$Xeff = 303.27 \text{ kg/j}$$

D'où :

$\Delta X1 = 3482 \text{ kg/j}$

3.2.2.4.2 Calcul $\Delta X2$ boues physico-chimiques :

La base de dimensionnement de cette S.T.E.P a été fixée pour une capacité de 63000

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

équivalent habitant, soit un volume journalier de 10108.9 m³/j

$$\Delta X_2 = \text{FePo}_4 + \text{Fe(OH)}_3$$

a) Les ratios théoriques :

Les charges unitaires estimées de 54 grammes/habitant/jour

En DBO₅, 100 grammes/habitant/jour

En DCO, 70 grammes/habitant/jour

En MES, 10 grammes/habitant/jour

En NTK, et 5 grammes/habitant/jour en Phosphore

b) Phosphore total en entrée :

$$\text{Ph totale} = \text{capacité} \times \left(\frac{5}{1000} \right)$$

$\text{Ph}_{\text{totale}} = 315.90 \text{ kg Pt/j}$
--

Avec:

Capacité de la STP: 63181 EQH

D'après les ratios théoriques: 5 g/EQH/J

c) Phosphore éliminé avec les matières volatiles des boues biologiques :

$$\text{Ph éliminé} = 2\% \times 0.6 \times \Delta X_1$$

$$\text{Ph}_{\text{éliminé}} = 41.78 \text{ kg/j}$$

Avec:

ΔX_1 : quantité des boues biologiques: 3482 kg/j

d) Phosphore à précipiter :

$$\text{Php} = \text{phosphore entrée} - \text{phosphore éliminé}$$

$\text{Php} = 274.12 \text{ kg Pt/j}$

Avec:

phosphore entrée : 315.90 kg Pt /j

phosphore éliminé: 41.78kg Pt/j

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

e) Calcul de Fe nécessaire pour P entrant :

$$\text{Fe} = 1.2 \times \text{Ph totale} \times \left(\frac{56}{31}\right)$$

$$\text{Fe} = 682.80 \text{ kg/j}$$

Avec:

Phosphore total en entrée: 315.90kg/j

f) Phosphore éliminé à 88,38 % qui forme du FePo4 :

$$\text{Ph éliminée à } 88.38\% = 221.16 \times \left(\frac{151}{31}\right)$$

$$\text{Ph éliminée à } 88.38\% = 1335.23 \text{ kg /j}$$

Avec:

Poids moléculaire =151(g)

Phosphore à précipiter =274.12 (kg/j)

87,82% c'est le Rendement de la déphosphatation : $\left(\frac{\text{Ph}_p}{\text{Ph}_t}\right) \times 100$

$$\text{Le Rendement de la déphosphatation} = 86.77\%$$

g) Calcul de Fe dans FePo4 :

$$\text{Fe(FePo}_4) = \text{Ph}_p \times \left(\frac{56}{31}\right)$$

$$\text{Fe(FePo}_4) = 495.16 \text{ kg/j}$$

h) Calcul de Fe restant qui va se combiner en Fe(OH)₃

$$\text{Fe(OH)}_3 = \text{Fe} - \text{FePo}_4$$

$$\text{Fe(OH)}_3 = 189.61 \text{ kg/j}$$

Avec :

Calcul de Fe nécessaire pour P entrant : 684.80kg/j

Calcul de Fe dans FePo4 :495.19 kg/j

i) Fe (OH) 3 former :

$$\text{Fe(OH)}_3 \text{ former} = \text{Fe(OH)}_3 \times \left(\frac{107}{56}\right)$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

$$\text{Fe(OH)}_3 \text{ former} = 362.26 \text{ kg/j}$$

Avec:

Fe restant qui va se combiner en $\text{Fe(OH)}_3 = 189.61 \text{ kg/j}$

-Dont 25% partent dans l'effluent, soit 292.82 Kg/j qui forment des boues:

$$75\% \times \text{Fe(OH)}_3 \text{ former} = 271.17 \text{ kg/j}$$

D'où:

$$\Delta X_2 = 1607 \text{ kg/j}$$

-Production totales des boues:

$$\Delta X_T = \Delta X_1 + \Delta X_2$$

$$\Delta X_T = 5089 \text{ kg/j}$$

3.2.2.5 Age des boues :

Celui-ci est considéré comme l'un des facteurs fondamentaux pour le calcul, le contrôle et le fonctionnement des boues activées, il est égal à la quantité de MVS contenu dans l'aérateur sur la quantité de boues activées produites par jour.

$$A_g = \frac{X_a \cdot V_a}{\Delta X_t}$$

$$A_g = 5 \text{ j}$$

Avec:

MVS= 3(g/l)

V_{ba}: Volume du bassin d'aération (la zone aérée): 8456m³

ΔX_T: La production totale des boues: 5089kg/j

3.2.2.6 Recirculation des boues :

Le taux de recirculation est obtenu par la formule suivante:

$$R = \frac{\left(\frac{V}{Q \cdot \theta} - 1 \right)}{\left(1 - \frac{X_r}{X_t} \right)}$$

$$R = 1.39 = 139\%$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Avec:

V: Volume du réacteur: 8456 m³

Q_{eu}: débit des eaux usées: 10108.90 m³/j

Θ: Age des boues: 5 j

X_r: Concentration en MES dans le réacteur: 8 kg/m³

X_t: Concentration en MES dans le clarificateur: 5 kg/m³

a. Débit de recirculation des boues :

$$Q_r = R \times Q_j$$

$$Q_r = 14021.05 \text{ m}^3/\text{j}$$

Avec:

R: taux de recirculation: 1.39

Q_{eu}: des eaux usées: 10108.90 m³/j

3.2.2.7 Bassin de dégazage :

Le Dégazeur est un ouvrage fortement conseillé pour permettre une élimination des bulles contenues dans le mélange eau/boue.

Cet ouvrage présente plusieurs paramètres clés. Tout d'abord une charge hydraulique superficielle fixée généralement à 60 m/h puis un temps de séjour compris entre 3 et 5 minutes.

a) Surface de Dégazeur S :

$$S_{deg} = \frac{Q_t}{CH}$$

$$Q_t = Q_{pp} + Q_r$$

$$Q_t = 2042.52 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donc:

$$S_{deg} = 34.04 \text{ m}^2$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Avec:

Qt: Débit de pointe en temps de pluie + Débit de recirculation : 2042.52 m³/h

Qpp: Débit de pointe au temps de pluie: 1458.31 m³/h

QR: Débit de recirculation des boues: 584.21m³/h

Ch: charge hydraulique en: 60 m³/m²/h

b) Volume de Dégazeur :

$$V = S \times H$$

$V = 102.13 \text{ m}^3$

Avec :

S : surface de Dégazeur : 34.04m²

He : hauteur d'eau : 3m

-On adoptera deux bassins dégazage à la forme carrée selon les dimensionnements suivants:

c) Surface unitaire :

$$Su = \frac{S}{2}$$

$Su = 17.02\text{m}^2$

d) Longueur du bassin : 4.13m

e) Largeur du bassin : 4.13m

3.2.3 Décanteur secondaire :

Nous adapterons une vitesse ascensionnelle de 0.54 (m/h) au débit de point temps sec

a) Surface du décanteur S :

$$S = \frac{Q_{\max}}{V_{\text{asc}}}$$

$S = 1215.25\text{m}^2$

Avec:

Qps : débit de point en temps sec : 729.15 m³/h

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Vasc : charge hydraulique : $0.6\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

b) Volume de décanteur V :

$$V = S \times H$$

$$V = 3645.75\text{m}^3$$

Avec:

S: la surface de décanteur: 1215.25m^2

H: la profondeur de décanteur: 3m

Nous adopterons un deux (02) clarificateurs type Sucé:

c) Surface unitaire :

$$Su = \frac{S}{2}$$

$$Su = 607.63 \text{ m}^2$$

d) Diamètre :

$$D = \sqrt{\left(\frac{4 \times Su}{\pi}\right)}$$

$$D = 27.82 \text{ m}$$

e) Temps de séjour :

$$Ts = \frac{V}{Q_{\max}}$$

$$Ts = 5 \text{ h}$$

3.2.4 Bassin de chloration :

Le bassin de désinfection est de type longitudinal muni de chicanes dont les caractéristiques sont les suivantes:

a) Volume du bassin V :

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

$$V = \left(\frac{Q_{ps}}{24 \times 60} \right) \times t_s$$

$$V = 365 \text{ m}^3$$

Avec:

Qps: débit de pointe horaire en temps sec: $17499.7 \text{ m}^3/\text{j}$

Ts: temps de séjour de l'eau dans le bassin de désinfection qui est en général de l'ordre de 30 minutes

b) Surface de bassin S :

$$S = \frac{V}{H}$$

$$S = 146 \text{ m}^2$$

Avec:

V: volume du bassin: 365 m^3

H: hauteur du bassin: 2.5 m

c) Longueur du bassin : 19 m

d) Largeur du bassin : 7.7 m

e) Distance entre les chicanes : 1 m

3.2.5 Canal venturi :

D'après le tableau du catalogue du fournisseur de canaux de venturi en fonction du débit Maximum à traiter: $Q_{ps}=729.15 \text{ m}^3/\text{h}$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

TYPE		I	II	III	IV	V	VI	VII							
A	Droit amont à respecter/contraction latérale	945	1300	1900	2800	4200	5500	7300							
B	Largeur inférieur	90	130	190	280	420	550	730							
C	Largeur des traverses	25	30	40	50	80	100	140							
	Nombre de traverses	3	4	4	4	4	4	4							
D	Longueur droite dans le canal /contraction latéral	455	575	725	880	1080	1100	1460							
E	Épaisseur du canal	4	4	5	5	7	8	10							
*F	Position du point de mesure par rapport à la contraction latérale	560	700	885	1120	1400	1850	2400							
M	Point de mesure (à l'amont du venturi)	105	125	160	240	320	750	940							
H	Hauteur inférieur	200	250	310	380	460	600	800							
L	Longueur hors tout	750	1000	1350	1800	2500	3150	4200							
P	Largeur raidisseurs et brides	30	30	35	50	50	50	55							
**R	Renfort latéral Nbre et larg	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant							
Q	Débit minimum	l/s	M ³ /h	l/s	M ³ /h	l/s	M ³ /h	l/s	M ³ /h	l/s	M ³ /h	l/s	M ³ /h	l/s	M ³ /h
		0.06	0.22	0.12	0.43	0.25	0.90	0.5	1.80	1	3.60	2	7.20	4	14.40
Q	Débit maximum	6	22	12	43	25	90	50	180	100	360	200	720	400	1440

Figure 21: Catalogue de fournisseur des canaux venturi en fonction des débits maximaux.

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Type canal	Longueur intérieur en mm	Largeur intérieur en mm	Hauteur intérieur en mm
I	950	90	200
II	1300	130	250
III	1900	190	310
IV	2800	280	380
V	4200	420	460
VI	5500(en 2*2750)	550	600
VII	7300(en 2*3650)	730	800

Débit de pointe horaire des eaux usées: 729.15 m³/h

D'après le tableau ci-dessus tiré de catalogue de fournisseur de canaux venturi en fonction du débit maximum à traiter et d'après le débit de point donc on **prévoit un canal venturi type VII VI** et cette valeur se trouve dans la fourchette (200- 720) m³/h qui a des dimensions suivant :

Longueur intérieur: 5500 mm

Largeur intérieur: 550 mm

Hauteur intérieur: 600 mm

3.3 La linge boues :

3.3.1 Le traitement des boues résiduares :

3.3.1.1 Épaississement :

a) Surface S :

$$S = \frac{\Delta XT}{Cs}$$

$$S = 203.57 \text{ m}^2$$

Avec:

ΔXT : la production totale des boues: 508kg/j

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Cs: la charge spécifique: 25 kg. Ms/m²/j

b) Volume V :

$$V = S \times H_{cyl}$$

$$V = 814.21m^3$$

Avec:

S: la surface=203.55m²

H cyl: la hauteur cylindrique: 4m

c) Diamètre :

$$D = \sqrt{\left(\frac{4 \times S}{\pi}\right)}$$

$$D=16.10m$$

Avec:

S: la surface=203.55 m²

Calcul du débit des boues à la sortie de l'épaississeur:

$$Q_b = \frac{\Delta X T}{C}$$

$$Q_b = 169.63 m^3/j$$

Avec :

Concentration de l'ordre: 60 g/l

$\Delta X T$: La production totale des boues: 5089 kg/j

3.3.1.2 La fosse à boue :

La fosse à boues est un ouvrage en béton armé recevant les boues des 02 clarificateurs menue vers la zone de contact (recirculation) et vers l'épaississeur (Extraction des boues en excès).

a) Débit de la fosse à boue Q_f :

$$Q_f = Q_e + Q_r$$

$$Q_f = 14190.68m^3/j$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Avec:

Qe: La quantité de boues à extraire: $169.63\text{m}^3/\text{j}$

Qr: Débit de recirculation des boues: $14021.05\text{m}^3/\text{j}$

b) Volume de la fosse a boue V :

$$V = Qf \times Ts$$

$$V=147.82\text{m}^3$$

Avec:

Qf: Débit de la fosse a boue: $14190.68\text{m}^3/\text{j}$

Ts: Temps de séjour: 15 min

c) Surface de la fosse à boue S :

$$S = \frac{V}{h}$$

$$S=29.56\text{m}^2$$

Avec:

V: Volume de la fosse a boue: 147.82m^3

H: hauteur de la fosse a boue: 5 m

Le bassin est de type carré:

d) Longueur : 5.44m

e) Largeur : 5.44m

3.3.1.3 Déshydratation mécanique par filtre à bande :

C'est une technique de plus en plus utilisée qui permet une mécanisation poussée des opérations successives. Elle met en œuvre essentiellement le filtre presse qui est constitué par un grand nombre d'éléments filtrants en forme de plaque juxtaposées, recouverts par une toile filtrante métallique en acier ou en tissu synthétique.

Nous retiendrons une solution filtre à bandes.

-Siccité après déshydratation: 18% à 23%

-Débit de boue à la sortie de l'épaississeur: $169.63\text{m}^3/\text{j}^*$

-Quantité de boue à traiter par jour: 5089 kg/j

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

- Durée de fonctionnement retenu: 12 heures pendant 7j/7
- Capacité d'alimentation hydraulique: $169.63/12 = 14.14(\text{m}^3/\text{h})$
- Capacité d'alimentation massique: $5089/12 = 424.07(\text{kg Ms /j})$
- La quantité de boues extraites de déshydratation est égale à :

$$Q_b = \frac{\text{capacité d'alimentation massique}}{200}$$

$$Q_b = 2.12 \text{m}^3/\text{h}$$

- Nombre de filtres à bandes: 2 filtres
 - La capacité de filtration est de: 270 kg MS/h/m
- Largeur de la bande: Quantité de boue à traiter par heure / (capacité de filtration x largeur de filtre bande) = 1.57 m
- NB:** Nous préconisons l'utilisation deux (02) filtres à bande d'une largeur de 1 m

3.3.1.3.1 Lits de séchage de secours :

Les lits de séchage sont en général constitués de deux couches, l'une de sable se trouvant en dessus et l'autre en gravier située en dessous.

Le dimensionnement des lits de séchage s'effectue généralement sur la base de trois critères:

10 EQH.... 1 m²

Pour 63181EQHX lits = $63181/10 = 6318 \text{ m}^2$

On propose 20 lits

a) Superficie d'un lit de séchage S :

$$S = \frac{6318}{20}$$

$$S = 315.90 \text{m}^2$$

Chaque lit aura les dimensions suivantes :

$$\begin{aligned} L &= 29 \text{m} \\ l &= 10.89 \text{m} \\ H &= 4 \text{m} \end{aligned}$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

NB : Si la déshydratation mécanique tombé en panne on utilise que cinq 05 lits de séchage de secours sont utilisés

- Aire de stockage

L'évacuation est assurée par un mini chargeur fournis

La quantité a la sortie de déshydratation est égale=Durée de fonctionnement retenue x débit des boues =25.44 m³/j

Temps de séjour = 10 jours

-Calcul du volume

Volume =La quantité a la sortie de déshydratation×Temps de séjour= 254.44 m³

Hauteur de boue égale à 1.2 m

Donc: **la surface** =254.44 /1,2 = 212.03 m²

Donc :

La longueur =17m

La largeur =12.47m

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Tableau 28: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP avec procédé la boue active

Ouvrage	Surface (m ²)	Surface unitaire (m ²)	Volume (m ³)	Hauteur /profondeur (m)	la longueur(m)	La largeur (m)	Diamètre (D)(m)
Fosse a bâtards	13.2	/	16.20	1.22	3.8	3.5	/
Cana venturi	3.025	/	/	0.6	5.5	0.5	/
Dégrilleur grossier	0.51	/	/	0.8	0.51	1	/
Dégrilleur fin	2.03	/	/	1.2	1.47	1.38	/
Dessableur /déshuileur	58.33	/	364.52	2.50	11.67	5	/
Bassin de contact	75	37.50	341.79	4	6.12	6.12	/
Zone anoxie	729.16	364.48	2916.63	4	29	12.57	/
Zone aéré	2113.67	1056.99	8456	4	54.16	19.52	/
Décanteur secondaire	1215.25	607.63	365	3	/	/	27.82
Bassin de chloration	146	/	365	2.5	19	7.7	/
Bassin de dégazage	34.04	17.02	102.13	3	4.13	4.13	/
Epaississeur	203.55	/	814.21	4	/	/	16.10
La fosse a boue	29.56	/	147.82	5	7.38	7.38	/
Lit séchage	315	/	/	4	5.44	5.4	/
Aire de stockage	212.03	/	254.44	1.2	17	12.47	/

Surface totale =5150.35m²

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

4 Dimensionnement de la station d'épuration avec procede du MBBR (moving bed biofilm reactor):

Tableau 29: Ration théoriques à l'entrée arrêtés

Paramètres	Ratio Théorique Arrêté à l'entré de la step(entré)	normes de rejets à la sortie de la STEP(sortie)
-----	(mg/l)	(mg/l)
DBO ₅	<300	<30
DCO	<600	<90
MES	<300	<40
TSK	<40	<16

4.1 Le prétraitement:

Dans la partie de prétraitement, les ouvrages et le dimensionnement du MBBR sont les mêmes dans le procédé de Boue activée.

4.2 Le traitement biologique (secondaire):

On doit tout d'abord vérifier si on va utiliser une pré-anoxique dénitrification ou une poste-anoxique.

En calculant le rapport carbone /nitrogène et le taux d'élimination d'azote :

Si $C/N \geq 4$ et $T < 75\%$ → utilisation d'une pré-anoxique dénitrification

Si $C/N < 4$ et $T > 75\%$ → utilisation d'une poste-anoxique dénitrification

C/N	/	8.3
T	%	50%

D'après les calculs, une pré-dénitrification est envisagée pour cette chaine de traitement.

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

4.2.1 Bassin de dénitrification:

Le procédé biologique le plus couramment appliqué pour l'élimination des nitrates met en œuvre des bactéries hétérotrophes, à qui il faut donc fournir un aliment carboné (le plus souvent de l'éthanol) .celui-ci est utilisé grâce à l'oxygène pris aux nitrates, lesquels sont ainsi convertis en azotes. Ces bactéries étant facultativement aérobies, il faut que le milieu soit dépourvu d'oxygène dissous pour que les nitrates soient décomposés.

D'autre part, une source de phosphore est indispensable, comme en nitrification. On doit tout d'abord définir le type de la station d'épuration si elle est à faible charge, moyenne ou forte charge pour avoir le taux de charge éliminé par unité de surface. Le type de la station est défini en fonction du taux d'élimination de la DBO5 en se référant au tableau suivant :

Type	Taux d'élimination DBO%	SALR (g/m ² /j)
Faible	90-95	7.5
Moyenne	85-90	15
Forte	75-80	25

Ci-dessous les valeurs typiques de taux de charge pour le pré-anoxique et le post dénitrification :

Types de traitement	Taux d'élimination %	SALR (g/m ² /j)
Pré-anoxique	70	0.90
Post-anoxique	90	2.00

a) Surface du média requise :

$$S_{\text{média requise}} = \frac{\text{charge de NO}_3^-}{\text{SALR}}$$

$$S_{\text{média requise}} = 280803\text{m}^2$$

Avec :

Charge de NO₃⁻ : 252723g/j

SALR (dénitrification) : charge spécifique par unité de surface : 0.90 g/m²/j

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

b) Volume du média :

$$V \text{ média} = \frac{S \text{ média requise}}{S \text{ spécifique du média}}$$

$$V \text{ média} = 468 \text{ m}^3$$

Avec :

S média requise : 280803m²

S spécifique du média : 600m²/m³

c) Volume du bassin:

$$V_{\text{bassin}} = \frac{V \text{ média}}{T \text{ remplissage}}$$

$$V_{\text{bassin}} = 1040 \text{ m}^3$$

Avec :

V média : volume du média : 468m³

Tremplissage : taux de remplissage : 45 %

d) Volume d'eau:

$$V_{\text{eau}} = V_{\text{bassin}} - (V_{\text{média}} \times (1 - P_{\text{vide}}))$$

$$V_{\text{eau}} = 853 \text{ m}^3$$

Avec:

V bassin : volume du bassin : 1040m³

V média : volume du média : 468m³

P vide : pourcentage vide : 60 %

Hauteur d'eau choisie dénitrification: 4m

e) La largeur :

$$l = \sqrt{\frac{V_{\text{eau}}}{(L \times H_{\text{e choisie}})}}$$

$$l = 13 \text{ m}$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Avec:

Veau : volume d'eau : 853m^3

L: la longueur choisie 1.50m

He choisie : la hauteur d'eau choisie : 3.5m

f) **La longueur:**

$$L = l \times L$$

$L = 19\text{m}$

Avec :

l: la largeur : 13m

L: la longueur choisie : 1.5 m

On prend la hauteur : 4 m

g) **Temps de rétention** :(débit journalier moyenne)

$$\text{Tr (Qjm)} = \left(\frac{V \text{ eau}}{Q_{jm}} \right)$$

$\text{Tr(Qjm)} = 2\text{h}$

Avec :

Veau: volume d'eau : 853m^3

Qjm: Débit moyen en heure : $421.20\text{m}^3/\text{h}$

h) **Temps de rétention** :(débit de point en temps sec)

$$\text{Tr (Qpts)} = \left(\frac{V \text{ eau}}{Q_{pts}} \right) \times 24$$

$\text{Tr(Qpts)} = 1.2\text{h}$

Avec :

Veau : volume d'eau : 853m^3

Qpts: débit du point en temps sec en heure : $729.15\text{m}^3/\text{h}$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

4.2.2 Bassin biologique MBBR:

La technologie MBBR est une technologie avancée à boues activées qui met en œuvre des supports bactériens appelés média MBBR, des immeubles à bactéries en quelque sorte. Ces « immeubles » se déplacent dans l'eau à épurer, pour mettre en contact le plus grand nombre de bactéries avec la plus grande quantité de pollution. Tout cela se résume avec l'acronyme MBBR: « Moving Bed Biofilm Reactor » soit en Français « réacteur à lit fluidisé ». On doit tout d'abord définir le type de la station d'épuration si elle est à faible charge, moyenne ou forte charge pour avoir le taux de charge éliminé par unité de surface. Le type de la station est défini en fonction du taux d'élimination de la DBO5.

a) Surface du média requis:

$$S_{\text{média requis}} = \frac{\text{DBO}_{\text{entrée}}}{\text{SALR}}$$

$$S_{\text{média requis}} = 454903\text{m}^2$$

Avec:

DBO entrée : 3411725g/j

SALR (faible charge): 7.5g/m²/j

b) Volume du média :

$$V_{\text{média}} = \frac{S_{\text{média requis}}}{S_{\text{spécifique du média}}}$$

$$V_{\text{média}} = 758\text{m}^3$$

Avec :

Surface du média requis : 454903m²

Surface spécifique du média : 600m²/m³

c) Volume du bassin :

$$V_{\text{bassin}} = \frac{V_{\text{média}}}{T_{\text{remplissage}}}$$

$$V_{\text{bassin}} = 1684.8\text{m}^3$$

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Avec :

Vmédia : volume du média : 758m³

Tremplissage : taux de remplissage : 45 %

d) **Volume d'eau:**

$$\mathbf{V_{eau} = V_{bassin} - (V_{média} \times (1 - P_{vide}))}$$

$$\mathbf{V_{eau} = 1382m^3}$$

Avec:

Vbassin : volume du bassin : 1684.8m³

Vmédia : volume du média : 758m³

Pvide : pourcentage vide : 60 %

Hauteur d'eau choisie dénitrification:3m

e) **La largeur :**

$$\mathbf{l = \sqrt{\frac{V_{eau}}{(L \times H_{e \text{ choisie}})}}$$

$$\mathbf{l = 18m}$$

Avec:

Veau : volume d'eau : 1382m³

L: la longueur choisie 1.50m

He choisie: la hauteur d'eau choisie : 3m

f) **La longueur:**

$$\mathbf{L = l \times L}$$

$$\mathbf{L = 26m}$$

Avec :

l: la largeur : 18 m

L: la longueur choisie : 1.5 m

On prend la hauteur : 4 m

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

g) Temps de rétention :(débit journalier moyenne)

$$\text{Tr (Qjm)} = \left(\frac{\text{V eau}}{\text{Qjm}} \right)$$

$$\text{Tr(Qjm)} = 2\text{h}$$

Avec :

Veau: volume d'eau : 1382m³

Qjm: Débit moyen en heure:421.20 m³/h

h) Temps de rétention :(débit de point en temps sec)

$$\text{Tr (Qpts)} = \left(\frac{\text{V eau}}{\text{Qpts}} \right) \times 24$$

$$\text{Tr(Qpts)} = 1.1\text{h}$$

Avec :

Veau : volume d'eau : 1382 m³

Qpts: débit du point en temps sec en heure :729.15m³/h

4.2.2.1 Calcul du besoin d'air :

a) Oxygène requis :

$$\text{oxygène requis} = \frac{\text{DBO}}{\text{rendemnt de diffuseurs}}$$

$$\text{oxygène requis} = 34117.5\text{kg/j}$$

Avec:

DBO:3411.75kg/j

Rendement de diffuseurs : 10%

b) **Débit d'air pour MBBR:**

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

$$Q \text{ d'air MBBR} = \frac{\text{Oxygène requis}}{\text{Coefficient de colmatage}} \\ \frac{\text{Rendement de transfert}}{\text{Taux d'oxygène}} \frac{\text{Densité d'air}}{\text{Rendement des diffuseurs}}$$

$$Q \text{ d'air MBBR} = 9324 \text{ m}^3/\text{h}$$

Avec:

Oxygène requis: 34117.5kg/j

Coefficient de colmatage: 75%

Rendement de transfert: 80%

Taux d'oxygène: 21%

Densité d'air: 1.21kg/m³

Rendement des diffuseurs: 10%

c) **Débit d'air total:**

$$\text{Débit d'air total} = \text{Débit d'air MBBR} + (\text{débit d'air MBBR} \times \text{marge de sécurité})$$

$$\text{Débit d'air total} = 10257 \text{ m}^3/\text{h}$$

Avec:

Débit d'air MBBR: 9324m³/h

Marge de sécurité : 10%

4.2.2.2 Calculs des niveaux :

Côte projet : 0m

Hauteur GC : 4m

Côte radier dénitrification : -2m

Hauteur d'eau : 3.5m

Niveau d'eau bassin dénitrification : 1.5m

Côte piézométrique = niveau d'eau du bassin dénitrification +

Hauteur de chute égal à : hauteur choisi MBBR – hauteur choisi dénitrification
=0,5m

Vitesse d'approche : 0,6m/s

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

Pertes de charges passage égal à : $1 * ((\text{vitesse d'approche}^2) / (2 * 9,81)) = 0.02\text{m}$

Niveau d'eau bassin MBBR : 1m

Hauteur d'eau MBBR : 3m

Côte radier MBBR : -2m

4.2.3 Clarificateur lamellaire :

a) Volume de clarificateur :

$$V = Q_{jm} \times T_s$$

$$V = 1264\text{m}^3$$

Avec :

Q_{jm} : débit journalier moyen : 421.20 m³/h

T_s : temps de séjour : 3h

On prend la hauteur : 2.9m

b) Surface de clarificateur :

$$S = \frac{V}{H}$$

$$S = 436\text{m}^2$$

Avec :

V: volume de clarificateur: 1264m³

H: la hauteur: 2.9m

c) La longueur : 20(m)

d) La largeur :

$$l = \frac{S}{L}$$

$$l = 22\text{m}$$

Avec :

CHAPITRE 03 : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE LA STATION D'ÉPURATION PAR LA BOUE ACTIVÉE ET LE MBBR

S : surface de clarificateur : 436m²

L: la longueur : 20m

4.2.4 Bassin e chloration :

a) **Le volume V :**

$$V = Q_{jm} \times T_s$$

$$V = 210.6\text{m}^3$$

Avec :

Q_{jm} : débit journalier moyenne : 421.20m³/h

T_s : temps de séjour : 0.5h

b) **La surface :**

$$S = \frac{V}{H}$$

$$S = 84.24\text{m}^2$$

Avec :

V : volume du bassin : 210.6m³

H : la hauteur : 2.5m

c) **La largeur :** 10m

d) **La longueur :**

$$L = \frac{S}{l}$$

$$L = 8.4\text{m}$$

Avec :

S : la surface du bassin : 84.24m²

L : la largeur : 10m

Tableau 30: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP

Ouvrage	Surface (m²)	Volume (m³)	Hauteur /profondeur (m)	la longueur (m)	La largeur (m)	Diamètre (D)(m)
Fosse a bâtards	13.2	16.20	1.22	3.5	3.5	/
Canal venturi	3.025	/	0.6	5.5	0.5	/
Dégrilleur grossier	0.51	/	0.8	0.51	1	/
Dégrilleur fin	2.03	/	1.2	1.47	1.38	/
Dessableur /déshuileur	58.33	364.52	2.50	11.67	5	/
Bassin de Dénitrification	247	1040	4	19	13	/
Bassin biologique MBBR	468	1684.8	4	26	18	/
clarificateur lamellaire	436	1264	2.9	20	22	/
Bassin de chloration	84.24	211	2.50	8.4	10	/
Épaississeur	203.55	814.21	4	/	/	16.10
La fosse a boue	29.56	147.82	5	7.38	7.38	/
Lit séchage	315	/	4	5.44	5.4	/

Surface totale =1860.44 m²

Chapitre 04: Etude comparative

CHAPITRE 04 : ÉTUDE COMPARATIVE

Chapitre 04 : Etude Comparative

1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à l'interprétation des résultats obtenus. Notre travail que nous avons mené consiste à une comparaison entre deux « la boue active à faible charge » et le « MBBR »

La première est une technique d'épuration biologique des eaux usées utilisant des micro-organismes pour dégrader les matières organiques, et l'autre est un procédé de traitement biologique des eaux usées dans lequel le bio-film se développe sur des supports en suspension.

2 Interpretation des resultats:

Les tableaux ci-dessous présente les résultats de dimensionnement ent trouvé

CHAPITRE 04 : ÉTUDE COMPARATIVE

**Tableau 31: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP avec procédé
la boue active**

Ouvrage	Surface (m ²)	Surface unitaire (m ²)	Volume (m ³)	Hauteur /profondeur (m)	la longueur(m)	La largeur (m)	Diamètre (D)(m)
Fosse a bâtards	13.2	/	16.20	1.22	3.8	3.5	/
Cana venturi	3.025	/	/	0.6	5.5	0.5	/
Dégrilleur grossier	0.51	/	/	0.8	0.51	1	/
Dégrilleur fin	2.03	/	/	1.2	1.47	1.38	/
Dessableur /déshuileur	58.33	/	364.52	2.50	11.67	5	/
Bassin de contact	75	37.50	341.79	4	6.12	6.12	/
Zone anoxie	729.16	364.48	2916.63	4	29	12.57	/
Zone aéré	2113.67	1056.99	8456	4	54.16	19.52	/
Décanteur secondaire	1215.25	607.63	365	3	/	/	27.82
Bassin de chloration	146	/	365	2.5	19	7.7	/
Bassin de dégazage	34.04	17.02	102.13	3	4.13	4.13	/
Epaississeur	203.55	/	814.21	4	/	/	16.10
La fosse a boue	29.56	/	147.82	5	7.38	7.38	/
Lit séchage	315	/	/	4	5.44	5.4	/
Aire de stockage	212.03	/	254.44	1.2	17	12.47	/

Surface totale =5150.35m²

CHAPITRE 04 : ÉTUDE COMPARATIVE

Tableau 32: Résumé du dimensionnement des ouvrages de la STEP

Ouvrage	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Hauteur /profondeur (m)	la longueur (m)	La largeur (m)	Diamètre (D)(m)
Fosse a bâtards	13.2	16.20	1.22	3.5	3.5	/
Canal venturi	3.025	/	0.6	5.5	0.5	/
Dégrilleur grossier	0.51	/	0.8	0.51	1	
Dégrilleur fin	2.03	/	1.2	1.47	1.38	/
Dessableur /déshuileur	58.33	364.52	2.50	11.67	5	/
Bassin de Dénitrification	247	1040	4	19	13	/
Bassin biologique MBBR	468	1684.8	4	26	18	/
clarificateur lamellaire	436	1264	2.9	20	22	/
Bassin de chloration	84.24	211	2.50	8.4	10	/
Epaississeur	203.55	814.21	4	/	/	16.10
La fosse a boue	29.56	147.82	5	7.38	7.38	/
Lit séchage	315	/	4	5.44	5.4	/

Surface totale =1860.44 m²

CHAPITRE 04 : ÉTUDE COMPARATIVE

Les tableaux ci-dessous concluent que la surface des ouvrages de la boue activée est plus grande que celle du procédé MBBR.

Les deux procédés ont comme point commun les mêmes ouvrages de prétraitement, par contre ils se diffèrent dans les ouvrages de traitement secondaire.

3 Rendement épuratoire :

Le rendement global de la station est fonction :

- Du rendement du réacteur :

$$R\% = \left[\frac{(L_0 - L_f)}{L_0} \right] \times 100$$

Paramètres	Variation des Ratios Théoriques	Ratio Théorique Arrêté à l'entrée de la step(entré)	normes de rejets à la sortie de la STEP(sortie)	Rendement épuratoire
-----	(g/hab/j)	(g/hab/j)	(mg/l)	%
DBO ₅	35-60	54	25	92
DCO	70-120	100	125	80
MES	60-90	60	35	90
NTK	10-15	15	15	84

R%boue activée =87%

Paramètres	Ratio Théorique Arrêté à l'entrée de la step(entré)	normes de rejets à la sortie de la STEP(sortie)	Rendement épuratoire
-----	(mg/l)	(mg/l)	%
DBO ₅	<300	<30	85-95
DCO	<500	<100	80-90
MES	<350	<35	70-90
NH ₄ ⁺	<50	<10	75-90
NTK	<60	<25	75-90
Phosphore totale	<8	<4	30-50

R%MBBR =95%

CHAPITRE 04 : ÉTUDE COMPARATIVE

le procédé MBBR est très performant ,notamment pour les eaux à forte charge organique ou les stations compactes comme celle de Hammam Bouhdjer . il peut atteindre jusqu'à 95% de rendement sur le DBO₅ .

4 Estimation de coût :

-pour un équivalent d'habitant 63000 EQH

Système d'épuration	Devis (DA)
Boue activée	1528025909.00
MBBR	1116011750.00

Source:(DHW Ain Temouchent)

❖ **Avantage de la boue activée :**

- Une exploitation simplifiée de l'installation résistant bien aux coups de pollution grâce à l'importance des volumes mis en jeu.
- Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles.
- Boues légèrement stabilisées en quantité ne nécessitant pas de traitement complémentaire.
- Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, N) par nitrification.

❖ **Inconvénient de la boue activée :**

- Coût d'exploitation élevé.
- Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière.

❖ **Avantage de MBBR :** Les avantages de MBBR sont nombreux, et les principaux sont :

-La compacité : car plus on concentre les bactéries, plus le volume total de l'ouvrage est petit. En moyenne, la technologie MBBR est 3 fois plus compacte que la technologie des boues activées.

-La forte tolérance aux variations de charge : les cultures fixées sont plus résistantes sous forme de biofilm, et résistent mieux aux a –coups de charge hydrauliques et organiques. Accrochées sur leurs supports, elles ne sont pas « emportées » lors des orages.

CHAPITRE 04 : ÉTUDE COMPARATIVE

-Simplicité d'exploitation : la technologie MBBR s'opère tout comme une station d'épuration de type boues activés.

Ce système possède les caractéristiques et les avantages suivantes :

- 1-Grande flexibilité d'opération d'entretien en comparaison avec les autres systèmes.
- 2-Simplicité dans la construction et l'équipement.
- 3-Facilité d'opération d'entretien.
- 4-Faible coût d'opération d'entretien en comparaison avec les autres systèmes.
- 5-Excellente décantations des boues dû aux conditions de repos sans entrer défluent.
- 6-Grande stabilité du procès biologique motivé pour le système de contrôle et pour l'alternance d'étage sur la microbiologie associé au système.
- 7- Haut rendement d'élimination de SS DBO5, N, P. Le système bas requérant d'espace

❖ Inconvénient de MBBR :

- La charge dans le réacteur est dans un état fluidisé par l'effet de levage de l'aération et du débit d'eau.

Dans la conception technique actuelle, un grand nombre d'expériences doivent être réalisées pour optimiser la structure et les caractéristiques hydrauliques du réacteur, réduire la consommation d'énergie et améliorer encore les avantages économiques du MBBR.

- L'effluent du réacteur est souvent fixé avec des plaques grillagées ou des grilles pour éviter la perte de garnissage, mais il est facile de provoquer un blocage.

Dans les projets pratiques, des grilles mobiles peuvent être installées pour un nettoyage manuel régulier, et des dispositifs de rinçage à l'air peuvent également être installés pour éviter le colmatage.

5 Synthèses :

	MBBR	BOUE ACTIVEE
La Surface totale (m²)	1860.44	5150.53
Le Rendement épuratoire (%)	95	87
Le cout	Moins élevé	Élevé

6 Conclusion :

D'après le dimensionnement de la future station d'épuration de HAMAM BOUHDJER avec les deux procédés « Boue activée et MBBR », nous concluons que le procédé sur le plan technoéconomique est le « MBBR », car il est compact par rapport à « la boue activée » est donc ne nécessite pas beaucoup d'espace pour l'implantation des ouvrages ainsi que la réaction et la décantation ayant lieu dans le même bassin (conteneur MBBR). De plus son coût est moins élevé que celui de la boue active.

CONCLUSION GENERALE

notre mémoire de fin d'études nous a permis d'analyser et de comparer deux procédés de traitement des eaux usées : le procédé à boues activées et le procédé MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor).

À l'issue de l'étude comparative entre les deux procédés à culture libre – boues activées et MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) – il ressort que le procédé MBBR présente des avantages significatifs sur plusieurs plans. En termes d'emprise au sol, le MBBR nécessite une surface de 1860,44 m², soit près d'un tiers de celle requise par le procédé à boues activées (5150,35 m²), ce qui en fait une solution plus compacte, particulièrement adaptée aux sites à espace limité.

Par ailleurs, le rendement épuratoire du MBBR est supérieur, atteignant 95 %, contre 87 % pour le système à boues activées.

Enfin, sur le plan économique, le coût global du procédé MBBR est inférieur, tant en termes d'investissement initial que de coûts d'exploitation et d'entretien.

Ces résultats confirment que le MBBR constitue une solution plus efficace, économique et optimisée en surface, justifiant son choix pour la future station d'épuration de Hammam Bouhdjer.

BIBLIOGRAPHIE

7 Bibliographie

- [1] D. B. Djamila, Epuration et Réutilisation des eaux résiduaires,,
Oran Mohamed BOUDIAF: Université des Sciences et de la Technologie
d'Oran Mohamed BOUDIAF, 2020/2021.
- [2] H. Y. T. Mahmoud, :ETUDE CONCEPTION ET REALISATION
D'UN SYSTEME DE RECYCLAGE DES EAUX USE DANS LE SECTEUR DE
L'INDUSTRIEL,
, Tlemcen: Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 2019/2020.
- [3] B. M. /. E. /. K. Azzeddine, :Analyse des eaux usées de la zone 27 (raffinerie d'Arzew-
Oran),
Faculté des Hydrocarbures,Energies Renouvelables et Science de
la Terre et de l'Univers Département de Production des Hydrocarbures, 2020/2021.
- [4] M. M.S., Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées
traitées par
des procédés mixtes cas de la step de la ville de tizi-ouzou, Ttizi-Ouzou,:
Université Mouloud Mammeri,Ttizi-Ouzou,, 2012.
- [5] B. T. Labbaci Haytem, «Analyse des anomalies et redimensionnement de la STEP,
MFE En vue de l'obtention du diplôme de Master,» université badji mokhtar annaba,
Wilaya de SKIKDA, 2018/2019.
- [6] B. Y. -B. Nadira:, Etude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station
d'épuration
de Sidi Merouane (Mila), mila: entre Universitaire Abdelhafid Boussouf -Mila
Institut des Sciences et de Technologie,, 2019/2020.
- [7] «Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Montiel A ;
RIOU G ;
Simon P. Réglementation et traitement des eaux destinées à la Consommation,» [En
ligne].
- [8] M. Miloud:, Conception et dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées
du complexe Rhourde Nous, 2015.
- [9] 2. journal Officiel de la République Algérienne,
«journal Officiel de la République Algérienne,2006,» 2006.
- [10] Mr.-Toubal, Cours-Qualité-et-traitement-des-eaux.

BIBLIOGRAPHIE

- [11] M. B. Hassiba, «Etude physico-chimique des eaux usées traitées de la STEP de Draa El Mizan pour des fins de valorisation agricole,» 2020.
- [12] M. HAMMOUDI, Conception et dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées urbaine par boues activées dans la nouvelle ville de Bouinan, 2022.
- [13] M. S. A. O. Hakima, :Evaluation de l'efficacité de l'épuration des eaux usées de la station d'épuration de la ville de Blida- Beni Mered,, UNIVERSITE Saad DAHLAB-BLIDA1 Faculté de Technologie Département des Sciences de l'Eau et Environnement,, 2021/2022.
- [14] A. BETTACH, Traitement des eaux usées domestiques par biodénitrification , maroc: Université Chouaib Doukkali , 2013.
- [15] R. Yasmina:, Diagnostic et évaluation des performances épuratoires la station d'épuration de Timgad (wilaya de Batna), Biskra: Université Mohamed khider , 2019/2020.
- [16] H. Dhaouadi, Traitement des Eaux Usées Urbaines ,Les procédés biologiques d'épuration, Tunis: Université Virtuelle , 2008.
- [17] https://www.academia.edu/19799407/MBBR_Review_PAPER_FINAL. [En ligne].
- [18] <https://www.suezwaterhandbook.fr/technologies-degremont-R/traitement-des-eaux-usees/procedes-biologiques/mbbr-Moving-Bed-Biofilm-Reactor-Meteor-MBBR>.
- [19] <https://sigmadafclarifiers.com/fr/biorreactor-de-lecho-movil-mbbr/>. [En ligne].
- [20] <https://www.1h2o3.com/mbbr-box/technologie-mbbr/>. [En ligne].
- [21] https://www.fndae.fr/documentation/PDF/fndae_38_chap_01_02.pdf. [En ligne].
- [22] <https://fr.scribd.com/document/346357801/Lagunage-aere-ISMA>. [En ligne].
- [23] C. Z. d. l. r. n. d. l'estuaire, 2010.
- [24] https://www.academia.edu/65527299/Traitement_des_Eaux_Us%C3%A9es_Urbaines_Les_proc%C3%A9d%C3%A9s_biologiques_d_%C3%A9puration. [En ligne].
- [25] D. Dyhia, Calcul des procédés du traitement de la station d'épuration du groupement Filfila, bouira: université akli mohand oulhadj, 2017/2018.
- [26] T. B. Siham, Élimination des colorants des eaux usées par des procédés, 2019/2020.
- [27] B. Sarra:, Performances épuratoires d'une station d'épuration fonctionnant par le procédé d'oxydation alternée : Etude expérimentale sur la station d'épuration des eaux usées de Ain Tolba - Wilaya de Ain Temouchent, TLEMCEN: ,Université ABOU BEKR BELKAID - TLEMCEN,, 2016/2017.
- [28] M. B. A. N. E. H. Mille BOUBEKRI SIHEM, Dimensionnement et conception d'une station d'épuration avec deux procédés : Boue activée et SBR Cas de la future station

BIBLIOGRAPHIE

- d'épuration d'Ain El Beida dans la commune de Hammam Bouhadjar, ain temouchent.
- [29] Z. R. Rejesk, «Analyse de l'eau :Aspect réglementaire et Technique .Ed CRDP d'Aquitaine,» 2002.
- [30] B. Y. -B. Nadira, Etude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration de Sidi Merouane (Mila), mila: Universitaire Abdelhafid Boussouf , 2019/2020.

ANNEXES

ANNEXES 01

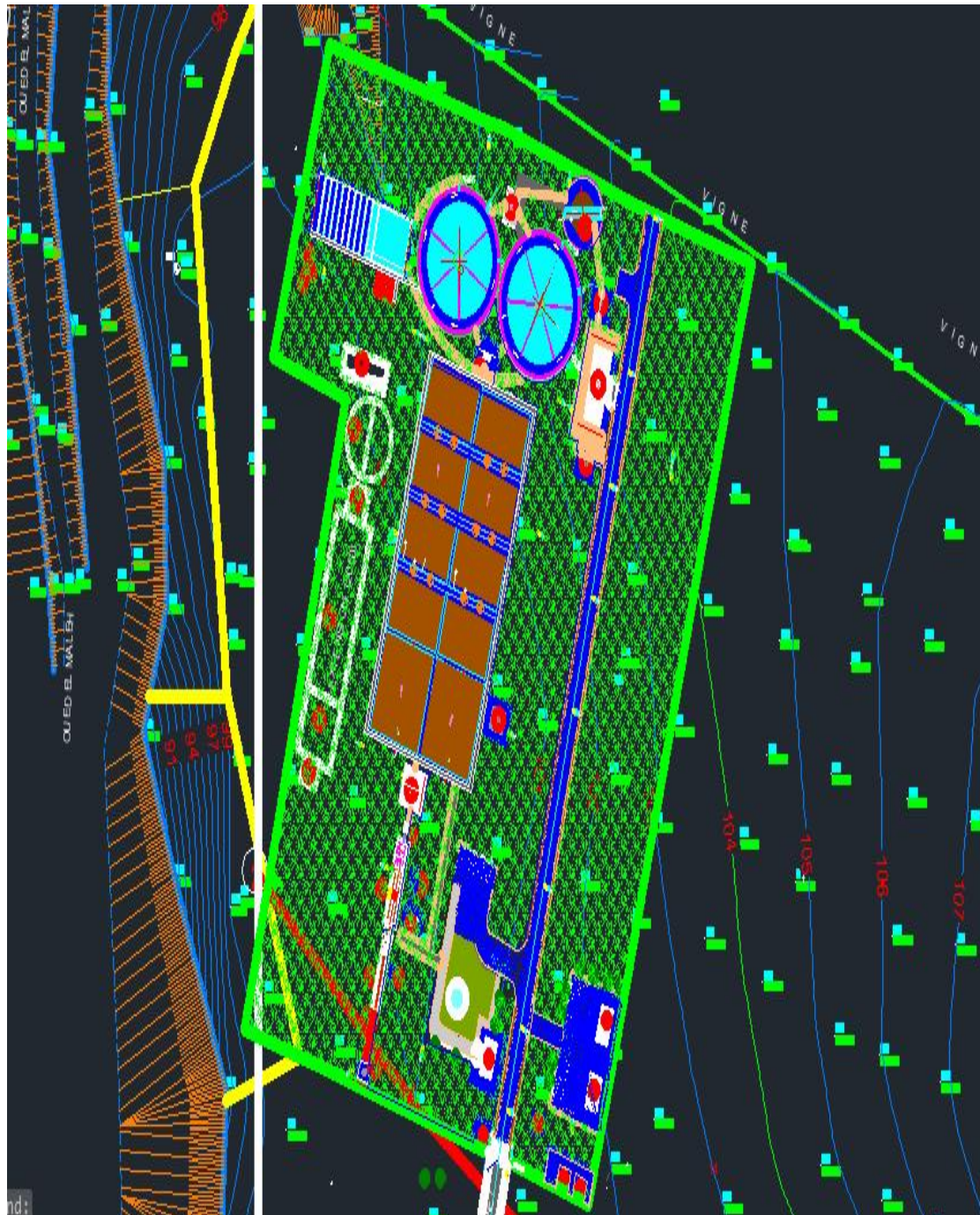


Figure 22: Plan de la station d'épuration boue activée avec l'AUTOCAD

ANNEXES 02

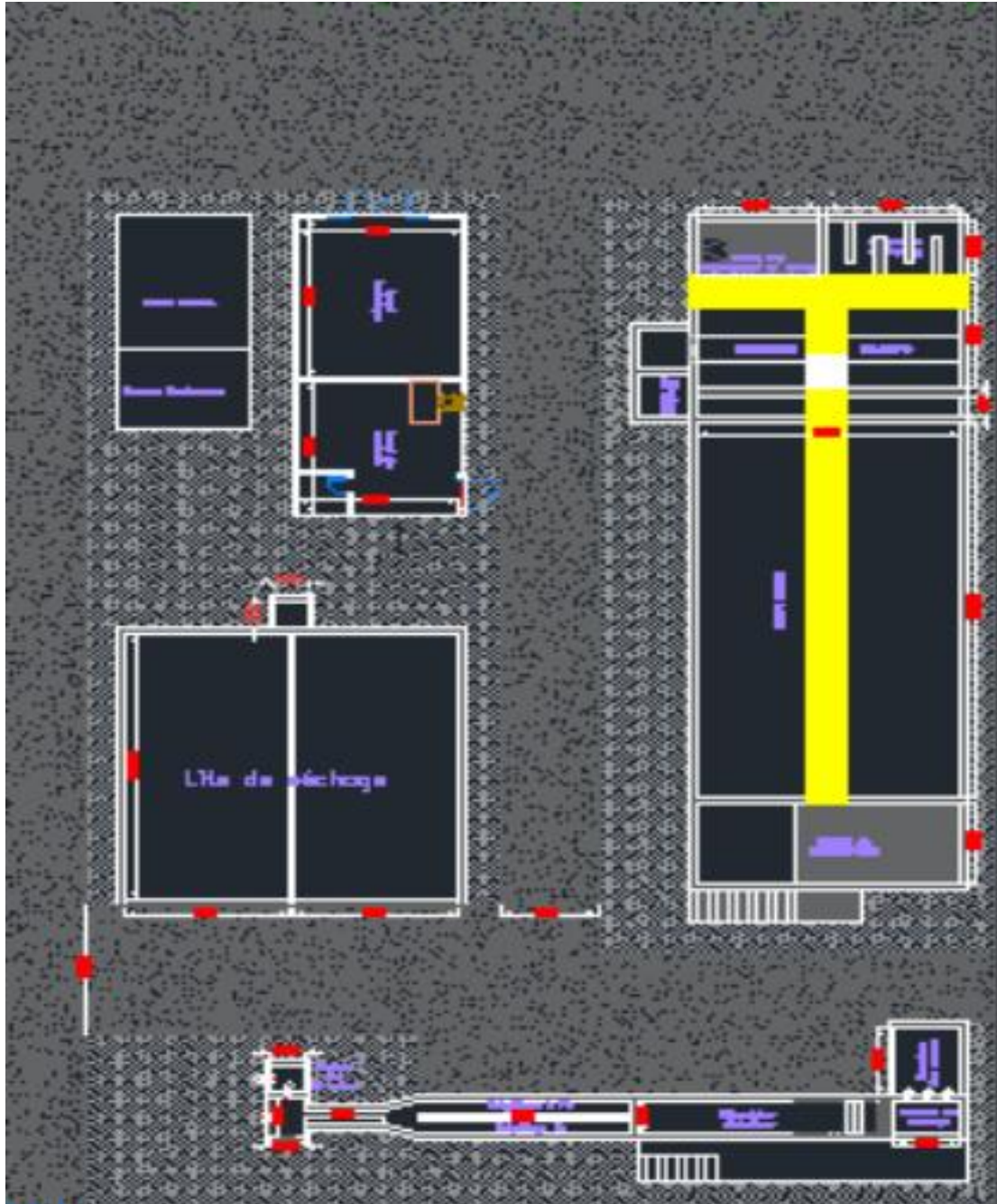


Figure 23: Plan de la station d'épuration MBBR avec l'AUTOCA

