



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLE

THEME :

**Dimensionnement de la station d'épuration des villes de
MESSAAD et SELMANA pour la réutilisation des eaux usées
dans le domaine agricole (W.Djelfa)**

Présenté par :

LEBBAZ Mohamed Riad

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DJELLAB Mohamed	Professeur	Président
LEULMI MEDJDOUB Sonia	M.C.B	Examineur
BETATACHE Hayat	M.C.A	Examineur
KOLIAI Djaffar	M.A.A	Examineur
SAIL Nadhira	M.C.B	Promoteur

Session : Octobre 2023



Toute ma gratitude, grâce et remerciement vont à Dieu le tout puissant qui m'a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce modeste travail.

*Au terme de ce travail je tiens à exprimer mes profonds respects et mes sincères remerciements à ma promotrice **Mme SAIL Nadhira**, d'avoir bien voulu accepter de diriger ce modeste travail avec autant d'attention et de patience, ainsi pour ses conseils et ses orientations.*

Je remercie tous les membres du jury qui vont certainement enrichir cette recherche et la rendre plus performante.

*A tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail, ici l'expression de ma sympathie. Sans oublier bien sûr mes collègues
Toute ma gratitude va à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ma chère mère,

A mon cher père et Je leur souhaite la longévité pour leur compréhension, leur aide et leur soutien moral et financier

A mes frères.

A mes sœurs.

A toute la famille.

A tous mes amis, en particulier

A ceux qui m'ont soutenu pendant toute la durée de mes études.

MOHAMED ROUAD

ملخص

في الجزائر، تتزايد كمية المياه العادمة التي يتم تصريفها في الأنهار والبحار والمحيطات دون معالجة، وكان لهذا الوضع السلبي تداعيات خطيرة على صحة المواطنين، مما ساهم في تفاقم التلوث البيئي. يتكون عملنا من تحجيم الهياكل الهيدروليكية المختلفة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في وادي مسعد من أجل الحفاظ على البيئة وحماية الصحة العامة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في القطاع الزراعي. تم تصميم أبعاد المحطة لأفقيين. الأول يتعلق بمعالجة مياه الصرف الصحي بحلول عام 2040، بقدرة معالجة تصل إلى 240,705 نسمة. والثاني هو توسيع المحطة لزيادة قدرة معالجة مياه الصرف الصحي إلى 352.900 ساكن بحلول عام 2053.

Résumé

En Algérie, le volume des eaux usées déversées dans les rivières, les mers et les océans sans traitement est en augmentation, et cette situation négative a eu de graves répercussions sur la santé des citoyens, contribuant à l'aggravation de la pollution environnementale. Notre travail consiste à dimensionner les différents ouvrages hydrauliques d'une station d'épuration des eaux usées dans la vallée de MESSAAD afin de préserver l'environnement, de protéger la santé publique et de réutiliser ces eaux usées traitées dans le secteur agricole. Le dimensionnement de la station a été conçu pour deux horizons. Le premier implique le traitement des eaux usées pour l'horizon 2040, avec une capacité de traitement de 240 705 habitants. Le deuxième consiste à agrandir la station afin d'augmenter la capacité de traitement des eaux usées à 352 900 habitants d'ici 2053.

Abstract

In Algeria, the volume of wastewater discharged into rivers, seas and oceans without treatment is increasing, and this negative situation has had serious repercussions on the health of citizens, contributing to the worsening of environmental pollution. Our work consists of sizing the various hydraulic structures of a wastewater treatment plant in the MESSAAD valley in order to preserve the environment, protect public health and reuse this treated wastewater in the agricultural sector. The dimensioning of the station was designed for two horizons. The first involves the treatment of wastewater by 2040, with a treatment capacity of 240,705 inhabitants. The second is to expand the plant to increase wastewater treatment capacity to 352,900 residents by 2053.

Sommaire

Introduction générale1

Chapitre I présentation de la zone d'étude

Introduction :.....1

I. Eléments d'identification de la zone d'étude :.....1

1.1. Situation géographique :1

1-2.Caractéristiques naturelles de MESSAAD et SELMANA :2

1-2-1Climat :.....2

1.2.2 Le relief :.....3

A. Les pentes :3

1-3.Les caractéristiques édaphiques4

1-3-1.La lithologie :4

1-3-2.L'érosion :5

1.4. Les équipements publics :5

1.4.1. Commercial :5

1.4.2. Education6

1.4.3. Centres de santé :.....6

1.4.4. Les Infrastructures Sportives :.....7

1.4.5. Affaires Religieuse : (Mosques)7

1.5. Situation démographique :.....7

1.6. Situation hydraulique :8

1.6.1. Les potentialités hydriques :.....8

1.6.2. Les ressources en eaux :.....8

1.6.3. Taux de raccordement Aep et assainement :9

Le choix d'un emplacement de site doit être soumis à certaines conditions :.....10

Conclusion :11

Chapitre II Origine et composition des eaux usées

Introduction :.....12

1. Origine des eaux usées :12

1-1.Les eaux usées domestiques :12

1-2.Les eaux usées industrielles :12

1-3.Les eaux pluviales :13

1-4.Les eaux agricoles :13

2. composition des eaux usées :.....13

2-1. Les matières en suspension (MES) :	13
2-2. Les matières volatiles en suspension (MVS) :	14
2-3. Les matières minérales en suspension (MMS) :	14
2-4. Couleur et odeur :	14
2-5. Température :	14
2-6. PH :	15
2-7. Conductivité :	15
2-8. La turbidité :	15
2-9. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :	15
2-10. La demande chimique en oxygène (DCO) :	15
2-11. Les matières en suspension totale (MEST) :	15
2-12. Le COT (ou Carbone Organique Total) :	16
2-13. L'azote total Kjeldahl	16
2-14. azote global	16
2-15. phosphore total	16
2-16. biologiques	16
3. les conséquences de la pollution d'eau	16
4. Objectif de réalisation d'une STEP	16
Conclusion :	17

Chapitre III Les procédés d'épuration des eaux usées

Introduction :	18
Les procédés d'épuration des eaux usées :	18
1- prétraitement :	19
2- Le traitement primaire :	21
2-1. Coagulation :	21
2-2. Flocculation :	21
2-3. Décantation :	22
3 -Le traitement secondaire (Le traitement biologique) :	22
4-Traitements tertiaires (complémentaires) :	26
5. Traitement des boues :	28
Conclusion :	28

Chapitre IV Dimensionnement de la station d'épuration

Introduction :	30
1. L'évolution de la croissance démographique dans la région et Equipements Existants :	30
1-1. Evolution de l'accroissement de la population :	30

1-2.débit des équipements :	32
1-3.débit total en eau potable :	33
2. Evaluation des rejets :	33
2-1.débit moyen horaire :	34
2-2. le débit de pointe :	35
2-3.en temps de pluie :	35
2-4.Le débit diurne :	36
3. Evaluation des charges polluantes :	36
3-1.La charge moyenne journalière en DBO5 (L0)	36
3-2.La charge moyenne journalière en DCO :	36
3-3.La charge moyenne journalière en MES :	37
3-4.La charge moyenne journalière en Azote :	37
3-5.La charge moyenne journalière en phosphore :	37
4. Méthodes de traitement des eaux usées :	37
4-1.à forte charge :	37
4-2. à moyenne charge :	38
4-3. à faible charge :	39
2. Dimensionnement des ouvrages de la Station d'épuration :	40
2-1. Prétraitements :	40
2-1-1. Calcul du dégrilleur :	40
2-1-2.Déssableur-déshuileur	45
2-2.Traitement primaire	49
2-2-1.Dimensionnement de décanteur primaire :	49
2-3.Les traitements secondaires :	51
2-3-1.Dimensionnement du bassin d'aération :	51
2-3-2.Qualité de l'effluent :	53
2-3-3. Calcul du clarificateur :	58
2-4.Traitement tertiaire (désinfection) :	61
2-4-1.Dimensionnement d'un filtre à sable :	62
2-5.Traitement des boues :	67
2-5-1.Dimensionnement de l'épaississeur :	67
2-5-2.Stabilisation des boues :	68
2-5-3.Lits de séchage :	71
Conclusion :	74

Chapitre V Calcul hydraulique

Introduction :	73
1. Dimensionnement des déversoirs d'orages :	73
1-1.Le débit déversé par le déversoir d'orage :	74
1-2.La hauteur d'entrée :	74
1-3.La hauteur de sortie :.....	74
1-4.La lame d'eau déversée :.....	74
1-5.largeur du seuil déversant :	74
2. Dimensionnement de la conduite de fuite :	75
3. Dimensionnement de la conduite By-pass :	76
4. Profil hydraulique :	77
4-1.Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages :.....	77
4-2.Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages de la station d'épuration :	77
4-2-1.Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :.....	78
4-2-2.Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrage ainsi que les pertes de charge :	79
4-3.Calcul des côtes piézométriques des différents ouvrages :.....	81
4-3-1Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les côtes piézométriques : ..	82
Conclusion :	84

Chapitre VI Gestion et exploitation de la station

Introduction :	85
1. La gestion de la station d'épuration :	85
2. Les objectif de la gestion de la STEP.....	85
3. Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration :	85
4. Le chef d'exploitation de la station d'épuration :	86
5. L'entretien et le suivi des équipements de la station d'épuration :	86
5-1.Dégrilleur :	86
5-2.Dessableur-déshuileur :	86
5-3.Décanteur primaire :.....	87
5-4.bassin biologique (boues activées) :	87
5-5.décanteur secondaire (clarificateur) :.....	87
5-6.Désinfection des eaux épurées :	88
5-7.Epaississeur :.....	88
5-8.Lits de séchage :	88

6. Les risques :	89
6-1.Infection :	89
6-2.Produit dangereux :	89
6-3.Dangers mécaniques :	90
Conclusion :	90
Conclusion générale.....	
Références bibliographiques.....	
Annexe.....	

Liste des tableaux

Tableau I-1: Moyennes mensuelles et annuelle des Précipitations période : 2012-2021 (MESSAAD et SELMANA)	2
Tableau I-2 : Moyennes mensuelles et annuelle des Températures Période : 2012-2021(MESSAAD et SELMANA)	2
Tableau I-3 : Moyennes mensuelles et annuelle de la vitesse des vents m/s période : 2012-2021(MESSAAD et SELMANA).....	3
Tableau I-4 : Les pentes des communes (MESSAAD et SELMANA).....	3
Tableau I-5 : La lithologie des communes (MESSAAD et SELMANA)	4
Tableau I-6 : L'érosion des communes (MESSAAD et SELMANA)	5
Tableau I-7 : les équipements commercial des communes (MESSAAD et SELMANA)	5
Tableau I-8 : Enseignement Primaire des communes (MESSAAD et SELMANA)	6
Tableau I-9 : Enseignement Moyen des communes (MESSAAD et SELMANA)	6
Tableau I-10 : Enseignement Secondaire des communes (MESSAAD et SELMANA)	6
Tableau I-11 : Les Centres de santé des communes (MESSAAD et SELMANA)	6
Tableau I-12 : Les Infrastructures Sportives des communes (MESSAAD et SELMANA) ...	7
Tableau I-13 : le nombre et la capacité des mosquées des communes (MESSAAD et SELMANA)	7
Tableau I-14 : Evolution de la population des communes (MESSAAD et SELMANA)	8
Tableau I-15 : Les potentialités hydriques des communes (MESSAAD et SELMANA)	8
Tableau I-16 : Les ressources en eaux des communes (MESSAAD et SELMANA)	8
Tableau I-17 : Le Taux de raccordement Aep et assainement des communes (MESSAAD et SELMANA).....	9
Tableau III.1 : Les avantages et inconvénients de la procédé extensifs d'épuration (Le lagunage et L'épandage)	23
Tableau III.2 : Les avantages et inconvénients de la procédé intensifs à culture fixée.....	25
Tableau III.3 : Les avantages et inconvénients de la procédé intensifs à culture libre (boues activées)	26
Tableau IV -1 : Evolution de la population future du groupement.....	31
Tableau IV -2 : besoins de la population.....	32
Tableau IV -3 : besoins des équipements.....	32
Tableau IV -4 : Besoin total en eau potable.....	33
Tableau IV -5 : Evolution des rejets total.....	33

Tableau IV -6 : La capacité en équivalent habitant de la future station d'épuration.....	34
Tableau IV -7 : Les concentrations des polluantes.....	36
Tableau IV-8 : Récapitulatif des données de la station d'épuration.....	39
Tableau IV-9 : Espacement et épaisseur des barreaux. (DEGREMONT, 2005).....	41
Tableau IV-10 : Les données de dimensionnement du dégrillage grossier.....	41
Tableau IV-11 : Les données de dimensionnement du dégrillage fin.....	41
Tableau IV-12 : les résultats de dimensionnement de dégrilleur.....	43
Tableau IV-13 : Les données de dimensionnement du bassin de dessableur-déshuileur	44
Tableau IV-14 : Dimensionnement du dessableur-déshuileur	46
Tableau IV-15 : les valeurs de la vitesse limite en fonction de k.....	47
Tableau IV-16 : Les temps de séjours	48
Tableau IV-17 : dimensions du décanteur primaire.....	49
Tableau IV-18 : Les Temps de séjours	51
Tableau IV-19 : Les Temps de séjours	58
Tableau IV-20 : Les concentrations des polluantes	58
Tableau IV-21 : Récapitulatif de dimensionnement de traitement secondaire.....	58
Tableau IV-22 : Propriétés du lit de filtration.....	61
Tableau IV-23 : Caractéristique des fluides du rétro-lavag (SEBAA, 2019).....	61
Tableau IV-24 : Résultats de calcul d'un filtre à sable pour les deux horizons	63
Tableau IV-25 : Concentration des polluantes	64
Tableau IV-26 : Résultats de calcul du bassin de désinfection pour L'horizons 2053.....	65
Tableau IV-27 : Récapitulatif de traitement des boues	70
Tableau V.1 : les dimensionnent de déversoir d'orage pour les deux horizons.....	75
Tableau V.2 : Côte du terrain naturel des points d'implantation des ouvrages.....	78
Tableau V.3 : Longueur de chaque tronçon.....	79
Tableau V.4 : les diamètres des conduites et les pertes de charge pour les deux horizons....	80
Tableau V.5 : les diamètres des conduites et les pertes de charge pour les deux horizons.....	83
Tableau VI -1 : Les rôles des personnes dans la STEP.....	85

Listes des figures

Figure 01: situation géographique et administrative de MESSAAD et SELMANA.....	1
Figure 02: Implantation de la station d'épuration.....	10

LISTE DES PLANCHES

Planche n°1 : Vue en plan de la station d'épuration des villes (MESSAAD et SELMANA)

Planche n°2 : Profil en long de la station d'épuration des villes (MESSAAD et SELMANA)

Planche n°3 : Ouvrages de la station d'épuration des villes (MESSAAD et SELMANA)

Introduction générale

La gestion durable et l'utilisation optimale des ressources en eau sont des priorités dans les zones arides, où l'eau est un facteur important pour la production végétale et un besoin lié à la croissance de la population et du niveau de vie, on retrouve généralement les déficits les plus importants liés à la gestion des ressources en eau dans les centres peu peuplés. Ceci est principalement dû à leur particularité en tant que zones sensibles, leur éloignement, leurs ressources économiques limitées et, dans certains cas, le manque de personnel qualifié.

L'épuration des eaux usées et son utilisation pour l'irrigation est une option attrayante, en particulier dans les régions arides et semi-arides, car il représente une source renouvelable et fiable d'eau et d'engrais supplémentaires. Dans le secteur agricole, l'utilisation de l'eau non conventionnelle est une ressource supplémentaire pour l'irrigation ; tout comme les eaux usées traitées sont une source d'éléments fertilisants et économisent de l'engrais (Ahmed Benmalek et al, 2022)

La pollution de l'eau est la modification préjudiciable de la composition de l'eau due à l'ajout de substances susceptibles d'altérer la qualité de l'eau, son aspect esthétique et d'affecter la consommation d'eau.

Les eaux usées sont toutes les eaux provenant des activités domestiques, agricoles et industrielles qui contiennent des substances toxiques et atteignent les canalisations d'égouts. Les eaux usées comprennent également les eaux pluviales et leur charge polluante . (M'ZYENE et OUALI, 2019)

De nombreuses études indiquent que l'utilisation des eaux usées peut entraîner de nombreux risques pour la santé publique et l'environnement, à savoir :

Les maladies infectieuses, pollution chimique ; la pollution biologique ; le rejet d'eaux usées peut également entraîner une modification brutale de l'équilibre du milieu aquatique environnant, une modification de l'écosystème, une contamination des terres agricoles voisines et des pertes de récoltes.

La réutilisation saine et sûre des eaux usées contribue à la protection des ressources en eau et à l'amélioration de la qualité de l'eau, ainsi qu'à la réduction de l'utilisation d'eau douce pour l'irrigation et à d'autres fins.

La vallée de MESSAAD est une région semi-aride célèbre pour ses nombreuses fermes qui produisent de nombreux types de céréales, de légumes et de fruits. Cependant, ces régions souffrent d'une pénurie aiguë d'eau, surtout après que le forage chaotique et déraisonnable de puits a entraîné une diminution de la nappe phréatique, ainsi qu'un manque de pluie. D'autre part l'oued de MESSAAD est pollué en raison du rejet des eaux usées dans son lit, sans traitement.

L'objectif principal de notre travail est le dimensionnement d'une station d'épuration dans la vallée de MESSAAD ; pour protéger l'environnement et la santé humaine des effets de la pollution d'une part, et pour réutiliser l'eau épuré en irrigation pour lutter contre les pénuries d'eau et préserver l'eau potable.



**Chapitre I présentation de la zone
d'étude**

Introduction :

La présentation d'une zone d'étude est une étape importante dans tout projet de recherche ou d'analyse géographique. Il permet de fournir un aperçu de la région, y compris ses caractéristiques physiques, ses limites géographiques, sa population, son économie et sa culture.

I. Eléments d'identification de la zone d'étude

1.1. Situation géographique :

Selon le découpage en zone homogène effectué pour la wilaya de Djelfa, les communes de MESSAAD et SELMANA est située dans la zone homogène des hautes plaines semi-arides à topologie agro- pastorale. Les communes de SALMANA et MASSAAD se situent à l'est de la daira de MESSAAD , qui est à son tour situé à l'extrême nord- est de la wilaya de Djelfa ; la Superficie de MESSAAD est de : 147.76 km² ;Et la Superficie de SELMANA est de :1 894.00 km². Ensemble, ils représentent 21 % de la superficie totale de la daira de MESSAAD . À l'aide du programme ArcGis, nous avons créé cette carte

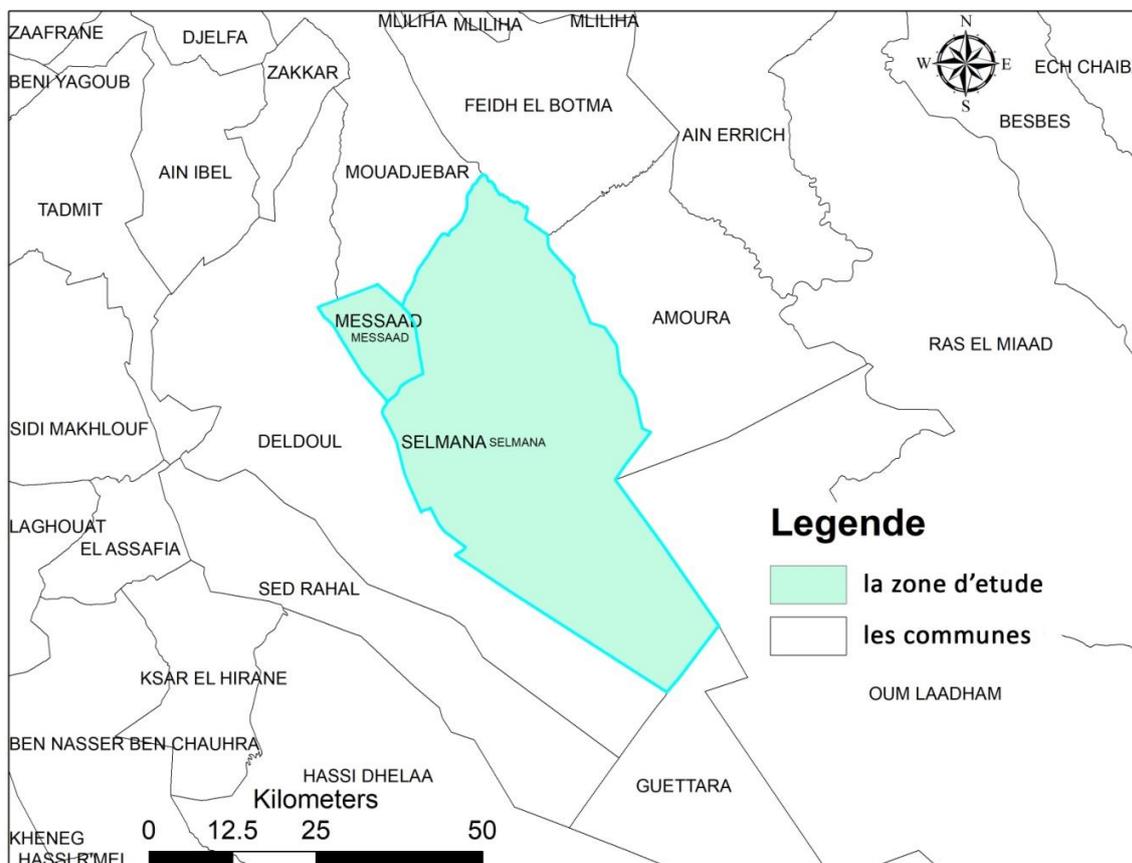


Figure 01: situation géographique et administrative de MESSAAD et SELMANA

1-2. Caractéristiques naturelles de MESSAAD et SELMANA

1-2-1. Le climat

A . La pluviométrie :

Tableau I-1: Moyennes mensuelles et annuelle des Précipitations période : 2012-2021
(MESSAAD et SELMANA) (Station météorologique Djelfa)

Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	Moy-An (mm/an)
P (mm)	6.4	12.7	22	6.1	4.1	9.8	15	3.8	51.6	7	3.7	8.3	150.5

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

La commune est située dans l'étage bioclimatique aride. La moyenne pluviométrique annuelle est de **150.5 mm**. Les pluies se concentrent surtout en hivers et marquent une régression en été (juillet).

Au-delà des moyennes enregistrées, leur distribution annuelle à travers les saisons sont assez irrégulières, entraînant ainsi un impact défavorable sur le développement et la croissance des cultures.

B. Températures :

Tableau I-2 : Moyennes mensuelles et annuelle des Températures Période : 2012-2021
(MESSAAD et SELMANA) (Station météorologique Djelfa)

Station	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Moyenne Annuelle
Tmax (°C)	32.02	25.63	18.42	13.82	12.77	15.07	19.14	24.38	29.03	35.17	39.36	38.24	12.77
Tmin (°C)	18.22	12.89	6.36	3.03	2.10	3.14	6.15	9.90	14.15	19.47	22.17	22.05	2.10
Tmoy (°C)	25.12	19.26	12.39	8.42	7.44	9.11	12.65	17.14	21.59	27.32	30.76	30.14	14.87

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

La température minimale est enregistrée durant le mois de janvier avec **2.101°C**. La température maximale pointe au mois de juillet avec **39.36°C** caractéristique d'un climat continental. La moyenne annuelle est de **14.873°C**.

C. Le vent:

Tableau I-3 : Moyennes mensuelles et annuelle de la vitesse des vents m/s période : 2012-2021 (MESSAAD et SELMANA)
(Station météorologique Djelfa)

Station	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Moyenne Annuelle
Vents (m/s)	4.132	3.348	3.337	2.916	3.578	3.836	4.753	4.753	4.629	4.839	3.802	3.717	3.970

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

Les vents dominants sont de secteur Nord, ils sont importants. Leur vitesse moyenne est de **3.97 m/s**.

1.2.2 Le relief

A. Les pentes :

Tableau I-4 : Les pentes des communes (MESSAAD et SELMANA)

LES COMMUNES	Pentes	0-3%	3 -12%	12.5 – 25%	> 25%	Total (ha)
MESSAAD	Superficie	12119,92	2573,51	146,80	445,37	15285,61
	%	79,29	16,84	0,96	2,91	100
SELMANA	Superficie	129744,34	31405,27	9090,58	6241,71	176481,90
	%	73,52	17,80	5,15	3,54	100

(Source : HCDS-BNEDER, 2004)

B. L'altitude :

Deux classes modérées d'altitude se distinguent au niveau de la commune, Celle inférieure à 600 m qui représente 49,05% des terres et celles comprises entre 600 et 800 m qui constituent 50.95% des terres.

1-3.Les caractéristiques édaphiques

1-3-1. La lithologie : Le tableau suivant montre les superficies des différentes formations lithologiques de la zone d'étude.

Tableau I-5 : La lithologie des deux régions (MESSAAD et SELMANA)

MESSAAD	
Substrat	Sup. (ha)
1Rc	689,18
2rc	14596,43
Total	15285,61
SELMANA	
Substrat	Sup. (ha)
1Rc	6730,12
2rc	182288,17
oa+Rc	533,86
Rm	4557,09
Total	194109,24

(Source : HCDS-BNEDER, 2004)

1-3-2. L'érosion:

Tableau I-6 : L'érosion dans la zone d'étude (MESSAAD et SELMANA)

MESSAAD	
Type	Sup. (ha)
S	15285,60
Total	15285,60
SELMANA	
Type	Sup. (ha)
I	1889,96
MS	4521,03
S	186686,32
TI	1011,83
Total	194109,14

(Source : HCDS-BNEDER, 2004)

1.4. Les équipements publics

1.4.1. Commercial :

Tableau I-7 : les équipements commercial des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	Marchés couverts (a)	Nombre de marchés de proximité(b)	Marchés quotidiens (a+b)	Superette	Marchés hebdomadaires	Marchés à bestiaux
<i>MESSAAD</i>	1	1	2	6	1	1
<i>SELMANA</i>	0	0	0	0	0	0

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.4.2. Education

1.4.2.1. Enseignement Primaire :

Tableau I-8 : Enseignement Primaire des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	Nbr Ecoles	Capacité des écoles
<i>MESSAAD</i>	46	15080
<i>SELMANA</i>	9	2240

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.4.2.2. Enseignement Moyen :

Tableau I-9 : Enseignement Moyen des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	Nbr Ecoles	Capacité des écoles
<i>MESSAAD</i>	10	7200
<i>SELMANA</i>	2	720

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.4.2.3. Enseignement Secondaire :

Tableau I-10 : Enseignement Secondaire des communes (MESSAAD ET SELMANA)

Communes	Nbr Ecoles	Capacité des écoles
<i>MESSAAD</i>	6	5300
<i>SELMANA</i>	1	800

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.4.3. Centres de santé :

Tableau I-11 : Les Centres de santé des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	les hopitaux	Polycliniques	Nbr de salles de soins	UMC	UDS	Laboratoire d'analyses médicales
<i>MESSAAD</i>	1	3	6	0	6	3
<i>SELMANA</i>	0	1	6	1	1	1

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.4.4. Les Infrastructures Sportives :

Tableau I-12 : Les Infrastructures Sportives des communes (MESSAAD ET SELMANA)

Communes	Stades Communaux	Piscines Semi-olympique	Complexe Sportifs CSP	Terrains Sportifs combinés
<i>MESSAAD</i>	1	1	1	6
<i>SELMANA</i>	1	0	1	0

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.4.5. Affaires Religieuse : (Mosquées)

Tableau I-13 : le nombre et la capacité des mosquées des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	Nbr	CAPACITE
<i>MESSAAD</i>	34	25 524
<i>SELMANA</i>	4	1 825

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.5. Situation démographique :

Le dernier recensement pour l'année 2020 a fourni le chiffre de 150811 habitants Pour MESSAAD et de 30675 pour SELMANA. Pour le calcul de la population pour l'horizon visé, on utilise la formule du taux d'accroissement exponentiel :

$$P_n = P_0 (1 + T)^n$$

P_n : population future

P₀ : population de l'année de référence (2022) ;

n : nombre de l'année ;

T : taux d'accroissement (MESSAAD = 2.8 % et SELMANA = 3.3%)

Tableau I-14 : Evolution de la population des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	Population		
	2008	2015	2022
MESSAAD	102 454	124303	150811
SELMANA	19 471	24439	30675

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.6. Situation hydraulique

1.6.1. Les potentialités hydriques :

Tableau I-15 : Les potentialités hydriques des communes (MESSAAD et SELMANA)

Commune	Volume précipité(Hm ³)	Volume Ruisselé(Hm ³)	Volume Infiltré (Hm ³)	Vr+Vi (Hm ³)	Volume Prélevé (Hm ³)
MESSAAD	21	0,42	0,63	1,05	4,6
SELMANA	262	5,24	7,86	13,1	2,04

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

Le volume d'eau potentiel issu des volumes ruisselés et ceux infiltrés représentent 14.15 millions de mètre cubes alors que les volumes mobilisés de surface et souterraine ne représentent que 6.64 millions de mètre cubes.

1.6.2. Les ressources en eaux :

Tableau I-16 : Les ressources en eaux des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	Nombre global de forages	AEP		Irrigation		Réservoirs et château d'eaux existantes	Capacité de stockage m ³
		Nombre de forages	Débit (l/s)	Nombre de forages	Débit (l/s)		
MESSAAD	439	13	219	426	493	8	15 500
SELMANA	310	6	106	585	675	4	1 050

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.6.3. Taux de raccordement AEP et assainissement :

Tableau I-17 : Le Taux de raccordement AEP et assainissement des communes (MESSAAD et SELMANA)

Communes	Adduction en Eau Potable (AEP)				Assainissement		
	Réseau (km)	Nombre de foyers raccordés	Dotation (l/j/hab)	Taux de raccordement (%)	Réseau (km)	Nombre de foyers raccordés	Taux de raccordement (%)
<i>MESSAAD</i>	173,78	18 926	85	90	174,78	18 926	90
<i>SELMANA</i>	44,35	283	222	90	46,89	283	90

(Source : Monographie de Djelfa, 2022)

1.7. Implantation de la station d'épuration:

Le choix d'un emplacement de site doit être soumis à certaines conditions :

- éviter les zones inondables.
- éviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses.
- penser aux extensions ou aux aménagements futurs.
- réaliser des études géotechniques.



Figure 02: Implantation de la station d'épuration.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu que la zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, avec des saisons chaudes et sèches alternant avec des saisons froides et humides, des précipitations irrégulières avec une moyenne annuelle relativement faible et un déficit du bilan hydrique durant toute l'année.

Il est à noter que la zone d'étude est caractérisée par une croissance démographique significative, suivie de changements significatifs dans l'équipement et la construction des logements, qui ne font qu'augmenter les flux d'eaux usées dans Oued MESSAAD.

Le rejet d'eaux usées contenant des polluants peut entraîner des problèmes de santé publique et altérer le fonctionnement du milieu naturel. Afin de pallier à ces problèmes, l'installation d'une station d'épuration semble nécessaire.

A blue scroll graphic with a gradient from light to dark blue. The scroll is unrolled in the middle, showing the chapter title. The top and bottom edges are rolled up, and the left edge has a vertical strip that also appears to be part of the scroll's binding.

Chapitre II Origine et composition des eaux usées

Introduction :

Les eaux usées sont des eaux utilisées dans les établissements domestiques, industriels et autres qui sont contaminées par des matières solides, des produits chimiques et des micro-organismes. Les origines des eaux usées remontent à l'histoire de la civilisation, car les êtres humains ont toujours produit des déchets liquides. Dans ce chapitre, nous examinerons les Origine et composition des eaux usées Et aussi les Conséquences de la pollution et Objectif de réalisation d'une STEP.

1. Origine des eaux usées :

- les eaux domestiques
- les eaux industrielles
- les eaux pluviales
- les eaux agricoles

1-1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées résidentielles, sont générées par l'utilisation quotidienne de l'eau dans les foyers. Cela comprend l'eau utilisée pour les activités domestiques telles que le bain, la douche, le lavage des vêtements, le nettoyage, la vaisselle, les toilettes et la préparation des aliments.

Ces eaux contiennent une grande quantité de contaminants, notamment des matières organiques, des nutriments, des bactéries, des virus et des produits chimiques provenant des produits de nettoyage ménagers. Ces contaminants peuvent être nocifs pour la santé humaine et l'environnement s'il n'est pas traité.

1-2. Les eaux usées industrielles :

Sont les eaux qui proviennent des activités industrielles telles que la production, la transformation, le nettoyage et le refroidissement des installations. Ces eaux peuvent contenir des produits chimiques, des métaux lourds, des matières organiques, des solvants et d'autres contaminants qui peuvent être nocifs pour l'environnement et la santé humaine

Le traitement de Ces eaux est souvent plus complexe que celui des eaux usées domestiques, car les contaminants peuvent varier considérablement en fonction du type d'industrie. Le traitement des eaux usées industrielles peut être effectué par des stations d'épuration ou des installations de traitement spécifiques à chaque industrie.

1-3. Les eaux pluviales :

Les eaux pluviales peuvent être une source importante de pollution des voies navigables car elles coulent sur le sol et ramassent des débris et des polluants sur des surfaces aussi diverses que les routes, les bâtiments, les jardins, les champs agricoles et les usines. Lorsqu'il pleut, l'eau de pluie s'écoule sur ces surfaces et transporte de nombreux polluants tels que le pétrole, les débris et les produits chimiques.

L'eau de pluie contaminée, une fois qu'elle pénètre dans les cours d'eau, peut provoquer une grave pollution des cours d'eau.

1-4. Les eaux agricoles :

L'eau agricole peut être une source de pollution. Lorsque l'eau agricole est utilisée pour l'irrigation, les stations d'irrigation et de pulvérisation, des produits chimiques tels que des pesticides et des engrais agricoles peuvent être ajoutés à cette eau. Lorsque ces produits chimiques pénètrent dans les cours d'eau, ils peuvent polluer l'eau et affecter la faune et la vie humaine. Les déchets des animaux de ferme peuvent également pénétrer dans les cours d'eau.

2. composition des eaux usées :

La caractérisation des eaux usées est délicate car elle dépend de la multiplicité des pollutions. nous traitons généralement des mélanges des produits organiques et minéraux, qui peuvent exister sous trois formes :

Physique (matières en suspension), Chimique (matières organiques dissoutes) et biologique. Donc leur représentation se fait par un certain nombre de paramètres:

- pH.
- température.
- salinité (mesurée par la conductivité) ; Conductivité
- oxygène dissous
- MES (MVS et MMS) ; DBO5 ; DCO ; MEST et Le COT
- Couleur et odeur
- azote et phosphore
- Les micro-organismes

2-1. Les matières en suspension (MES) :

Les MES sont des particules solides ou semi-solides en suspension dans l'eau, qui peuvent provenir de sources naturelles ou humaines. Les sources naturelles de MES comprennent l'érosion des sols, les débris végétaux et les sédiments de fond de rivière. Les sources

humaines de MES comprennent les eaux usées, les activités de construction, les activités agricoles, les tempêtes de poussière et les émissions industrielles.

Les MES sont souvent mesurées en termes de quantité de matière sèche en suspension par unité de volume d'eau, généralement en milligrammes par litre (mg/L). Les MES peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité de l'eau, car ils peuvent réduire la clarté de l'eau, obstruer les canalisations d'eau et les installations de traitement, et affecter la qualité de l'habitat des organismes aquatiques. Les MES peuvent également contenir des contaminants tels que des métaux lourds et des produits chimiques toxiques.

Le traitement des eaux usées peut inclure des étapes de traitement pour éliminer les MES, telles que la décantation, la filtration et la sédimentation.

2-2. Les matières volatiles en suspension (MVS) :

Les matières volatiles en suspension dans l'eau usée (MVS) sont des particules organiques présentes dans les eaux usées ; elle sont composées principalement de composés organiques tels que des graisses, des huiles, des protéines, des glucides et des acides aminés. Elles sont mesurées par calcination à 650°C d'un échantillon dont on connaît déjà la teneur en MES. (MELEK et ABDOULMOUMOUNI, 2019)

2-3. Les matières minérales en suspension (MMS) :

Elles représentent le résidu de la calcination, et correspondent à la présence de sel et de silice :

$$MMS = MES - MVS$$

2-4. Couleur et odeur :

Les eaux usées urbaines peuvent avoir différentes couleurs et sont en fonction de leur composition, de la quantité de substances présentes et de la présence de micro-organismes dans l'eau.

Quant à l'odeur, les eaux usées peuvent avoir une odeur nauséabonde et désagréable en raison de la présence de matières organiques en décomposition qui produisent des gaz tels que le soufre d'hydrogène, l'ammoniac et le méthane.

2-5. Température :

La température est un paramètre crucial pour assurer le bon fonctionnement des systèmes d'épuration, car elle peut affecter divers aspects tels que la solubilité des sels et des gaz. La température des eaux usées urbaines peut varier en fonction de nombreux facteurs tels que la saison, la température ambiante, la quantité d'eau utilisée et la distance parcourue par l'eau dans les canalisations.

2-6.PH :

Dans les eaux usées urbaines, un pH élevé peut favoriser la croissance de bactéries et de micro-organismes, ce qui peut entraver le traitement de l'eau et augmenter le coût du traitement. D'un autre côté, un pH trop faible peut causer des dommages aux tuyaux et aux équipements de traitement des eaux usées.

2-7.Conductivité :

La conductivité électrique (CE) est une mesure de la capacité d'une substance à conduire l'électricité. Dans le contexte des eaux usées urbaines, la CE est une mesure importante de la quantité de sels dissous et d'autres substances minérales dans l'eau.

2-8.La turbidité :

La turbidité est une mesure de la quantité de matières en suspension dans l'eau, telles que des particules minérales, organiques ou biologiques. Dans le contexte des eaux usées urbaines, la turbidité est un paramètre important car elle peut affecter la qualité de l'eau, la santé des écosystèmes aquatiques et l'efficacité des traitements des eaux usées.

2-9.La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La DBO5 est mesurée en laboratoire en exposant des échantillons d'eau à l'air pendant 5 jours à 20°C en présence de bactéries aérobies dégradant la matière organique. La quantité d'oxygène consommée pendant cette période est mesurée et exprimée en (mg/L).

Plus la DBO5 est élevée, plus la concentration de matière organique dans l'eau est élevée, ce qui réduit la quantité d'oxygène disponible pour la vie aquatique. Par conséquent, une DBO5 élevée peut indiquer que l'eau est contaminée par des matières organiques, telles que des eaux usées, des engrais, des pesticides ou des déchets organiques.

2-10.La demande chimique en oxygène (DCO) :

La (DCO) est La quantité d'oxygène requise pour la réaction chimique d'oxydation de la matière organique dans l'eau. Il est utilisé pour évaluer la contamination de l'eau par les déchets organiques. La DCO est généralement exprimée en (mg/L)

2-11.Les matières en suspension totale (MEST) :

Les (MEST) sont des particules solides ou liquides en suspension dans l'eau. Elles comprennent des matières organiques et inorganiques telles que des sédiments, des particules de sol, des algues, des bactéries et des matières en suspension dans l'eau, telles que des produits chimiques et des débris de construction. Les MEST sont souvent mesurées en utilisant des techniques de filtration pour isoler les particules solides en suspension dans l'eau.

2-12. Le COT (ou Carbone Organique Total) :

Le COT représente la mesure de la totalité du carbone organique contenu dans un échantillon, qu'il soit d'origine naturelle ou anthropique. Il est important pour évaluer la qualité de l'eau et la teneur en matière organique du sol, des sédiments et des déchets organiques.

2-13. L'azote total Kjeldahl :

Le NTK (azote total Kjeldahl) mesure la quantité d'azote organique et ammoniacal présente dans un échantillon, permettant ainsi d'évaluer la pollution azotée.

2-14. azote global

NGL (Nitrogène Global) mesure la quantité d'azote présente dans un échantillon, y compris les formes oxydées telles que le nitreux et le nitrate.

2-15. phosphore total

Le PT (phosphore total) permet de mesurer globalement les dérivés du phosphore, y compris les composés organiques phosphorés et les phosphates.

2-16. Les micro-organismes

Les micro-organismes pathogènes présents dans les eaux usées peuvent être divisés en quatre groupes principaux

- Les bactéries pathogènes
- Les virus
- les parasites
- les champignons

3. les conséquences de la pollution d'eau

La pollution de l'eau a de nombreuses conséquences négatives sur l'environnement, la santé publique et l'économie. Voici quelques exemples de ces conséquences :

A. Réduction de la qualité de l'eau :

la pollution de l'eau peut rendre l'eau impropre à la consommation, à la baignade ou à d'autres activités récréatives. Elle peut également réduire la qualité de l'eau nécessaire aux écosystèmes aquatiques.

B. Dommages à la faune et à la flore aquatiques :

la pollution de l'eau peut affecter les poissons, les crustacés, les mollusques et d'autres animaux aquatiques, causant leur mort ou leur déplacement. Elle peut également tuer les plantes aquatiques, perturbant ainsi l'écosystème.

C. Risques pour la santé publique :

l'eau contaminée peut provoquer des maladies comme la gastro-entérite, la typhoïde, la dysenterie, l'hépatite A et d'autres maladies graves. Les personnes qui boivent de l'eau contaminée sont particulièrement vulnérables.

D. Coûts économiques :

la pollution de l'eau peut entraîner des coûts élevés pour les industries qui doivent purifier l'eau pour les usages industriels. Elle peut également réduire la pêche et d'autres activités économiques liées à l'eau, réduisant ainsi les revenus des communautés locales.

E. Réduction de la biodiversité :

la pollution de l'eau peut réduire la diversité des espèces dans les écosystèmes aquatiques, réduisant ainsi la diversité biologique.

F. Changement climatique :

la pollution de l'eau peut contribuer au changement climatique en augmentant les émissions de gaz à effet de serre, ce qui affecte l'ensemble de la planète.

(<https://www.who.int>)

4. Objectif de réalisation d'une STEP

-L'épuration des eaux usées est essentiel pour préserver la qualité de l'eau et préserver la santé publique.

-Les stations d'épuration peuvent également récupérer des matières organiques et des nutriments pour les utiliser comme source d'énergie ou d'engrais.

-Les boues produites par le traitement des eaux usées peuvent être utilisées comme fertilisant pour les sols agricoles, ou comme source d'énergie pour la production de biogaz.

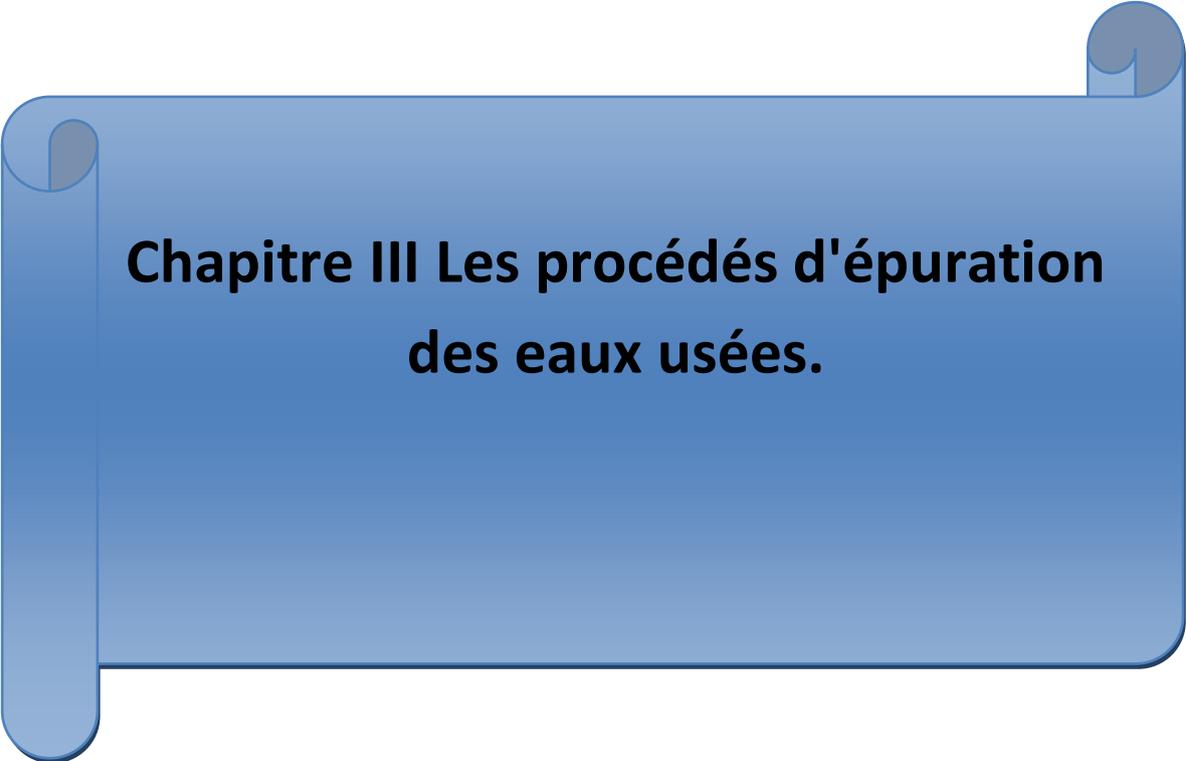
-Réutilisation des eaux épurées pour agriculture.

-protéger et sauvegarder les ressources hydriques et l'environnement contre les sources de pollution de l'eau. (<https://www.inrae.fr/actualites/>)

Conclusion :

L'épuration des eaux usées est nécessaire, elle permet d'éliminer les contaminants et les polluants avant d'être rejetée dans l'environnement ou réutilisée à des fins spécifiques.

Connaître les composants et les origines de ces eaux usées détermine les méthodes de traitement nécessaires.



Chapitre III Les procédés d'épuration des eaux usées.

Introduction :

L'épuration des eaux usées est essentielle au maintien de la propreté et de la qualité des masses d'eau environnementales et à la sauvegarde de la santé et de la sécurité publiques. Les eaux usées présentent des défis environnementaux et sanitaires en raison des niveaux variables de polluants qu'elles contiennent, allant des matières organiques aux métaux lourds, aux micro-organismes et aux produits chimiques toxiques. Les méthodes et procédures d'épuration des eaux usées sont conçues pour éliminer ces polluants et convertir les eaux usées en eau propre et sûre pour élimination ou réutilisation de manière durable.

Les procédés d'épuration des eaux usées :

Le processus d'épuration des eaux usées par boues activée se compose de plusieurs étapes, en commençant par le prétraitement, qui élimine les particules plus grosses de l'eau, en passant par le criblage (pour les gros solides), puis par la flottation/sédimentation (pour le sable et les graisses) pour aider à protéger l'équipement de traitement ultérieur ;

Vient ensuite un traitement dit primaire, c'est-à-dire une décantation plus longue pour éliminer une partie des MES ;

Un traitement biologique est ensuite utilisé pour éliminer la matière organique. Elle est généralement suivie d'une étape de clarification qui est toujours l'étape de décantation

Le traitement tertiaire est un ensemble de processus complémentaires dans lesquels l'intervention

Soit pour:

- Améliorer la qualité de l'eau rejetée quand cette dernière ne répond pas aux normes de rejet,
- soit produire de l'eau réutilisable

Il y a aussi le lagunage ; qui est un processus naturel de traitement des eaux usées utilisant des étangs peu profonds et des réactions biologiques pour éliminer les polluants et les matières organiques de l'eau. Ce procédé améliore la qualité de l'eau grâce aux processus d'aération, de sédimentation et de biodégradation. Dans l'ensemble, il est utilisé pour sauver l'environnement et réduire l'impact des eaux usées sur l'environnement. (Mara et Pearson, 1998).

1- prétraitement :

C'est le processus initial dans l'épuration des eaux usées, où les matières solides et les grosses impuretés sont éliminées de l'eau avant qu'elle n'entre dans les étapes de traitement plus spécialisées. Cela englobe plusieurs opérations telles que l'extraction des matières volumineuses et des obstacles, la régulation du débit pour atténuer les variations soudaines du flux d'eau, ainsi que l'élimination des sables, des huiles et autres impuretés en utilisant des processus mécaniques. Ces opérations contribuent à protéger les équipements utilisés dans les étapes ultérieures et à améliorer les performances des étapes de traitement suivantes :

(Burton et Stensel, 2003).

A - Dégrillage :

La notion de « dégrillage » incarne un procédé clé dans le cadre d'épuration des eaux usées. Son objectif fondamental est d'éliminer sélectivement les particules solides de taille considérable avant de passer à l'étape ultérieure d'assainissement. Cette méthode implique essentiellement la conduction de l'eau à travers une base matricielle constituée de fils métalliques entrelacés, voire à travers un système de filtration présentant une porosité spécifique. Ces dispositifs assurent la pénétration hydraulique tout en freinant l'avancement des grandes entités solides, orchestrant ainsi des stratégies de séparation basées sur la discrimination de taille.

Le processus de dégrillage est divisé en trois classifications en fonction de l'espace entre les barreaux de la grille :

- Pré-dégrillage : distance de 30 à 100 mm entre les barreaux.
- Dégrillage moyen : distance de 10 à 25 mm entre les barreaux.
- Dégrillage fin : distance de 3 à 10 mm entre les barreaux

On distingue des grilles manuelles et mécaniques :

A.1 Grilles manuelles :

Ces dispositifs sont constitués de barreaux droits de section circulaire ou rectangulaire, parfois mobiles ou pivotants pour faciliter le nettoyage du canal. Ces grilles sont généralement réservées aux installations d'épuration très petites en raison du surcoût opérationnel engendré par le nettoyage quotidien .

A.2 Grilles mécaniques :

Les grilles mécaniques sont des systèmes automatisés qui utilisent des dispositifs mécaniques pour capturer et éliminer les grosses particules solides de l'eau. Ils peuvent consister en des barrières grillagées, des écrans rotatifs ou des écrans mobiles. Ces appareils sont conçus pour fonctionner de manière autonome sans nécessiter d'intervention humaine régulière. Les grilles mécaniques sont généralement utilisées dans les grandes installations de transformation.

B- Le tamisage :

Lors du processus d'épuration, il est recommandé de filtrer les eaux usées industrielles contenant des matières en suspension (abattoirs, conserveries, etc.) avant traitement ou rejet dans le réseau de canalisations.

Le tamisage est utilisé pour plusieurs raisons, notamment :

- Recyclage des déchets réutilisables
- Protéger les canalisations ou les pompes (éviter les blocages)

C- Dessablage :

Le dessablage implique l'élimination du sable (concerne les particules minérales d'un diamètre supérieur à environ 0,2 mm) présent dans les eaux usées brutes afin de : éviter une sédimentation ultérieure, qui peut conduire à un blocage des canalisations ; réduire la production de boues et éviter toute interférence avec d'autres étapes de traitement ; protéger les pièces mécaniques en mouvement rapide

D- Le dégraissage- déshuilage :

Il s'agit d'une opération visant à éliminer les graisses et les huiles présentes dans les eaux usées (stations-service, abattoirs, industrie agroalimentaire, etc.). Les propriétés de ces

matériaux sont très différentes et leurs quantités sont estimées par mesure des « matières extractibles par solvant »

Les huiles et les graisses présentent certains inconvénients lors de la transformation, tels que :

- Diminution de la capacité d'oxygénation des unités de traitement biologique
- Mauvaise décantation des boues dans le clarificateur
- canalisations et pompes bouchés.
- Acidification du milieu dans le digesteur anaérobie

(GUENDOUZ et MEKKI 2018)

2- Le traitement primaire :

Il repose essentiellement sur le principe de séparation des phases solide et liquide.

Le traitement primaire élimine 30 à 35 DBO₅, 40 à 60 % de MES.

Des coagulants et des flocculant peuvent être ajoutés aux eaux usées pour favoriser la décantation des particules en suspension, auquel cas le traitement primaire (physicochimique) peut éliminer 75 % de la DBO et de la DCO et 90 % des MES.

2-1.Coagulation :

La Coagulation est la déstabilisation des particules colloïdales par ajout d'agents chimiques (sels minéraux) appelés coagulants. L'effet de coagulation des sels minéraux s'explique uniquement par une diminution du potentiel zêta, due au compactage de la double couche ionique et à l'adsorption préférentielle des cations à l'interface solide-liquide, assurant ainsi l'élimination des charges répulsives, c'est-à-dire pour dire leur potentiel.

2-2.Floculation :

Le but de la floculation est de favoriser le contact entre les particules instables grâce à un mélange lent. Ces particules s'agglutinent pour former des floes qui peuvent être facilement éliminés grâce au processus de décantation et de filtration.

2-3. Décantation :

La décantation est une méthode largement utilisée dans toutes les installations de traitement et de purification de l'eau, dans le but d'éliminer les particules en suspension par gravité.

les matières solides présentes dans la structure ont tendance à se déposer vers la base, que l'on appelle « boues primaires ». L'extraction de ces boues s'effectue grâce à un système de raclage.

3 -Le traitement secondaire (Le traitement biologique) :

Il permet de transformer des éléments présents sous forme soluble ou colloïdale en éléments floculant et de former des agrégats séparables à nouveau de la phase liquide.

La génération de nouvelles matières organiques est un résultat indirect du traitement biologique et ces matières doivent être éliminées avant que les eaux usées n'atteignent l'environnement de collecte. Parmi les différents organismes responsables de phénomènes biologiques, les bactéries sont les plus importantes et les plus nombreuses.

Les principales techniques de l'épuration biologique sont :

Les procédés extensifs :

-Le lagunage

-L'épandage

Les procédés intensifs :

-les boues activées

-les lits bactériens

-les disques biologiques

A. Les procédés extensifs ou naturels**A-1. Le lagunage :**

Le « lagunage » est un procédé d'épuration des eaux usées qui utilise un bassin lagunaire (appelé aussi lit de lagon ou lagune) pour traiter naturellement les eaux usées. Ce procédé est utilisé pour le Toutes les sources d'eau usées.

Elle est réalisée dans des zones ensoleillées, dans des bassins peu profonds.

Pour éviter les odeurs et la prolifération d'insectes, une décantation préalable des eaux usées est nécessaire. Cela évite que le bassin ne se bouche rapidement.

A-2. L'épandage :

Il s'agit du procédé le plus ancien dans lequel les eaux usées sont rejetées directement sur un sol perméable, où les granulats deviennent un support pour les micro-organismes ; ces derniers servent à dégrader la matière organique.

Ce processus peut être dangereux car l'eau peut s'infiltrer dans le sol.

Tableau III.1 : Les avantages et inconvénients de la procédé extensifs d'épuration (Le lagunage et L'épandage)

	Avantages	Inconvénients
Lagunage	-Coût d'exploitation faible - ne consomme ni énergie ni produits chimiques - l'entretien n'est pas coûteux -Simplicité de fonctionnement.	- Temps de séjour relativement long compare aux procédés intensifs - Nettoyage, tonte, curage sont nécessaires
L'épandage	-facile à mettre en œuvre -peu d'entretien -la recharge des nappes -enrichissement du sol par les éléments nutritifs	-Risque de contamination des nappes phréatiques -nécessite un sol adapté -Risque de colmatage en cas de mauvais entretien

B. Les procédés biologiques intensifs:

Ils permettent la réduction de la pollution dissoute par l'action d'une masse bactérienne soit :

- 1) fixée sur un support (culture fixée)
- 2) en suspension (culture libre)

B-1. Les procédés à culture fixée**B-1-1. Les lits bactériens :**

Les lits bactériens sont des ouvrages en béton, de forme généralement cylindrique, garnit d'un matériau inerte sur lequel fait ruisseler l'effluent à traiter toujours pré-décanté.

L'aération du lit bactérien se fait par sous-tirage naturel, si cela s'avère insuffisant, on procède alors à une injection éventuelle d'air comprimé (sous pression).

Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux.

B-1-2. Le disque biologique

Dans le disque biologique, les eaux usées préalablement décantées sont introduites dans un bassin dans lequel le disque est partiellement immergé. Ils tournent dans le sens de l'écoulement, regroupés par axes espacés de 2 à 4 cm sur chaque axe.

La rotation permet donc le contact entre les micro-organismes immobilisés sur le plateau et les eaux usées, qui aèrent alors la biomasse.

L'effluent est déversé en premier pour éviter tout colmatage du matériau support. Les boues séparées sont ensuite séparées des eaux traitées par décantation dans un clarificateur.

Tableau III.2 : Les avantages et inconvénients de la procédé intensifs à culture fixée

	Avantages	Inconvénients
Le lit bactérien	<ul style="list-style-type: none"> - fonctionnement simple - Economie d'énergie - faible consommation d'énergie - Exploitation facile. 	<ul style="list-style-type: none"> - nécessité de pré-traitements efficaces . - sensibilité au colmatage - Investissements coûteux
Le disque biologique	<ul style="list-style-type: none"> - Procédé économique - Exploitation facile 	<ul style="list-style-type: none"> -utilisé pour les petites stations -Ne convient pas au traitement à forte charge -Sensible aux huiles et graisse

B-2. Procédés à culture libre

B-1. Les boues activées :

Il s'agit actuellement du procédé d'épuration des eaux usées urbaines le plus utilisé.

L'épuration biologique des eaux usées par le procédé « boues activées » utilise principalement l'activité métabolique des cultures bactériennes en suspension à l'état aérobie dans la piscine. Eau à purifier.

La différence est que les boues activées sont recyclées du bassin de décantation secondaire vers le bassin d'aération. Ce cycle a deux conséquences :

- La concentration de boues activées dans le bassin d'aération peut être augmentée par rapport au cas sans circulation. Par conséquent, le même nombre d'organismes actifs peut être hébergé dans un volume plus petit.

- Le temps de séjour des organismes actifs dans le système est supérieur au temps de séjour de l'eau. Le contrôle du temps de séjour des boues activées permet de contrôler la capacité de nitrification des boues et le degré d'oxydation de la matière organique solide.

Tableau III.3 : Les avantages et inconvénients de la procède intensifs à culture libre (boues activées)

	Avantages	Inconvénients
Forte charge	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité élevée - Temps de rétention court : « une réduction de la période de séjour des eaux usées dans le système de traitement ». 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts d'exploitation plus élevés - Consommation énergétique importante. - Exigence de suivi et de maintenance rigoureux
Moyenne charge	<ul style="list-style-type: none"> -Le bassin Prend un espace moyen - Réduction des coûts de traitement des boues 	<ul style="list-style-type: none"> - Besoin en expertise -Décantabilité des boues pas toujours aisées à maîtriser.
Faible charge	<ul style="list-style-type: none"> -L'exploitation est très simple. -Réduction de l'espace requis . - Meilleure qualité de l'effluent traité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts initiaux plus élevés . - Sensibilité aux fluctuations de température - Le temps de séjour dans le bassin.

4-Traitements tertiaires (complémentaires) :

Le traitement tertiaire est la troisième étape du processus d'épuration des eaux usées et est généralement utilisé pour améliorer la qualité de l'eau à un niveau très élevé avant qu'elle ne soit rejetée dans l'environnement ou utilisée à des fins spécifiques. Le but de ces traitements est d'éliminer les contaminants résiduels qui n'ont pas été complètement éliminés lors des étapes précédentes de traitement des eaux usées. Voici quelques traitements de troisième niveau couramment utilisés :

A-Filtrage avancé :

La filtration avancée implique le passage de l'eau à travers divers types de filtres, tels que des filtres à sable ou des membranes d'ultrafiltration. Ces filtres éliminent les particules fines, les matières organiques dissoutes, les micro-organismes et même certains contaminants chimiques.

B-Désinfection avancée :

Le but de la désinfection en profondeur est d'éliminer les agents pathogènes résiduels qui être présents dans l'eau après un traitement primaire et secondaire. Les méthodes courantes de désinfection avancée incluent l'utilisation de l'ozone, de la lumière ultraviolette (UV) ou de produits chimiques tels que le chlore ou le dioxyde de chlore.

C- Élimination des nutriments :

Le traitement tertiaire peut également inclure l'élimination des éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, qui peuvent provoquer une prolifération d'algues et une contamination de l'eau. Les méthodes d'élimination des nutriments comprennent la dénitrification, l'élimination biologique et chimique du phosphore et l'adsorption sur des matériaux tels que le fer ou l'aluminium.

D- Désinfection par la lumière ultraviolette (UV) :

Désinfection à la lumière ultraviolette (UV) : L'exposition de l'eau à la lumière ultraviolette détruit l'ADN des micro-organismes pathogènes, les rendant inactifs et inoffensifs. C'est une méthode efficace de désinfection de l'eau.

E-Adsorption sur charbon actif :

Elle utilisé pour adsorber les composés organiques, les produits chimiques et les polluants spécifiques présents dans l'eau. Il est largement utilisé pour éliminer les contaminants tels que les composés organiques volatils (COV) et les produits pharmaceutiques.

Dans certains cas, le traitement tertiaire purifie l'eau à un niveau tel qu'elle peut être réutilisée à des fins non potables, telles que l'irrigation, le refroidissement industriel ou même la recharge des eaux souterraines.

5. Traitement des boues :

partie intégrante du processus de traitement des eaux usées. Les boues sont les résidus solides formés lors d'épuration et peuvent contenir des matières organiques, des polluants, des micro-organismes et d'autres substances. Le but du traitement des boues est de réduire leur volume, de les stabiliser et, dans certains cas, de les rendre sûres pour une élimination ou une réutilisation appropriée. Voici les principales étapes du traitement des boues :

A. Épaississement des boues :

Cette étape consiste à augmenter la concentration des boues en réduisant leur teneur en eau. Cela se fait généralement à l'aide d'un épaisseur gravitaire ou d'une unité de flottation, ce qui permet de réduire le volume de boues à traiter.

B. Stabilisation des boues :

Les boues peuvent être stabilisées biologiquement ou chimiquement pour réduire leur odeur et leur potentiel de fermentation. La bio stabilisation peut se produire par digestion anaérobie (production de biogaz) ou digestion aérobie (aération).

C. Désinfection des boues :

Dans certains cas, il est nécessaire de désinfecter les boues pour tuer les micro-organismes pathogènes éventuellement présents. Cela se fait généralement en chauffant (pasteurisation) ou en ajoutant des produits chimiques désinfectants.

D. Déshydratation des boues :

Le but de la déshydratation est de réduire davantage la teneur en humidité des boues concentrées, réduisant ainsi les coûts de transport et d'élimination. Les méthodes courantes comprennent la centrifugation, le filtre-pressé, la déshydratation des lits de boues et l'utilisation de polymères flocculant pour faciliter le processus.

Conclusion :

En résumé, nous pouvons dire que les procédés de traitement des eaux usées jouent un rôle essentiel dans la protection de notre environnement et de notre santé. Ils traitent les eaux usées domestiques et industrielles pour les rendre propres et sûres avant de les rejeter dans l'environnement ou de les réutiliser. Ces processus varient des méthodes biologiques aux techniques chimiques avancées, en passant par la filtration et la désinfection.

La priorité absolue est la poursuite des investissements dans la recherche et le développement de technologies de traitement des eaux usées plus efficaces, durables et respectueuses de l'environnement. Une gestion responsable des ressources en eau est essentielle pour l'avenir de la planète, nécessitant la mise en œuvre de systèmes d'épuration innovants et adaptés aux besoins d'une population mondiale croissante.



Chapitre IV Dimensionnement de la station d'épuration

Introduction :

Afin de mener une étude approfondie d'un projet de construction d'une station d'épuration ou de proposer un plan de traitement des eaux usées, il est nécessaire d'obtenir à l'avance certaines données de base nécessaires à sa conception et à son dimensionnement. Nous citons:

- le nombre d'équivalent habitant (EH)
- débit total journalier (m^3 /j)
- débit moyen horaire (m^3 /h)
- Débit de pointe par temps sec Q_{pts} (m^3 /h)
- Débit de pointe par temps de pluie Q_{ptp} (m^3 /h)
- charges polluantes (DBO5 et MES) (kg/j).

1. Calcul de Base :**1-1. L'évolution de la croissance démographique dans la région et Equipements Existants****1-1-1. Evolution de l'accroissement de la population :**

On évalue la population future du groupement aux horizons : 2040 et 2053

$$P = P_0 (1 + t)^n$$

P : Population projetée

P_0 : Population à l'année de référence

t : Taux de croissance

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

D'après la monographie de Djelfa ; le taux d'accroissement annuel moyen de MESSAAD est de 2.8 % et SELMANA de 3.3% Source : Monographie de Djelfa, 2022)

Le tableau suivant représente l'évolution de la population du groupe à différents horizons :

Tableau IV-1 : Evolution de la population future du groupement

Communes	Population		
	2022	2040	2053
MESSAAD	150811	247919	354993
SELMANA	30675	55029	83926

Calcul du débit de consommation en eau potable pour la population urbaine :

Ce débit est donné par la formule suivante :

$$Q_c = N_{\text{hab}} * D$$

Avec :

N_{hab} : nombre d'habitants.

D : dotation

Selon la Monographie de la Wilaya de Djelfa, la dotation domestique pour MESSAAD est de 85 l/j/habitant.

La dotation domestique pour SELMANA est de 222 l/j/habitant

Les besoins domestiques :

MESSAAD :

$$Q_{mj1} = 12818.935 \text{ m}^3/\text{j}$$

SELMANA :

$$Q_{mj2} = 6809.85 \text{ m}^3/\text{j}$$

Besoins domestique total :

$$Q_{mj} = 19628.785 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau IV-2 : besoins de la population

Horizons	Population (hab)	Besoins de la population (m3 /j)
2022	181486	19628.785
2040	302948	33289.553
2053	438919	48805.977

1-1-2.débit des équipements :

Tableau IV-3 : besoins des équipements

Equipements	Effectifs Ni	Dotation (l/j/unité)	Besoin journalier (m3/j)
55 Ecoles primaires	17320 élèves	20	346.4
12 CEM	7920 élèves	20	158.4
7 lycées	6100 élèves	20	122
Centre de formation et d'alphabétisation	13500 m2	10	180
38 Mosquées	27349 fidèles	5	136.745
Centres de santé	25000	10	250
2 terrains de sport	16 829 m2	5	84,145
Gendarmerie ET Commissariat de police	12 800 m2	5	64
6 Hôtel et dortoir	12 550 m2	10	125.5
Protection civile	3000 m2	10	30
Commercial	12750	10	127.5
Equipements Administratifs	7000 m2	5	35

(Source : DRE)

1-1-3.débit total en eau potable :

D'après les résultats des calculs, les besoins actuels en eau des équipements représentent 8.46 % des besoins domestiques.

Tableau IV-4 : Besoin total en eau potable

Horizons	Population (hab)	Besoins de la population (m3 /j)	Besoins des équipements (m3 /j)	Total (m3 /j)
2022	181486	19628.785	1659.69	21288.475
2040	302948	33289.553	2816.296	36105.849
2053	438919	48805.977	4128.986	52934.963

1-2. Evaluation des rejets :

Le débit moyen journalier de rejet se calcule comme suit :

$$Q_{moy,j} = QEP \cdot Cr$$

Avec :

QEP : consommation en potable.

Cr: coefficient de rejet (Cr = 0.8)

Tableau IV-5 : Evolution du volume total des rejets

Horizons	Besoins de la population (m3 /j)	Besoins des équipements (m3 /j)	Taux de rejet (%)	Rejet de la population (m3 /j)	Rejet des équipements (m3 /j)	Rejet total (m3 /j)
2022	19628.785	1659.69	80	15703.028	1327.752	17030.780
2040	33289.553	2816.296	80	26631.642	2253.037	28884.679
2053	48805.977	4128.986	80	39044.782	3303.189	42347.970

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

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

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

Rejet spécifique = 80% de la dotation journalière

Tableau IV-6 : La capacité en équivalent habitant de la future station d'épuration

Horizons	Capacité (EH)		Total EH
	Population	Equipements	
2022	130859	11065	141924
2040	221930	18775	240705
2053	325373	27527	352900

1-2-1.débit moyen horaire :

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{moy,j}}{24}$$

$$Q_{moy,h} = \frac{28884.679}{24} = 1203.5 \text{ m}^3 / \text{h} \quad \text{pour l'horizon 2040}$$

$$Q_{moy,h} = \frac{42347.970}{24} = 1764.5 \text{ m}^3 / \text{h} \quad \text{pour l'horizon 2053}$$

1-2-2. le débit de pointe :

En temps sec :

On le calcule par la relation suivante :

$$Q_{pte,s} = K_p \times Q_{moy, j}$$

$Q_{moy,j}$: débit moyenne journalière

K_p : facteur de pointe

Avec:

$$K_p = 1.5 + 2.5/\sqrt{Q_{moy,j}} \dots\dots\dots \text{Si } Q_{moy,j} \geq 2,8 \text{ l/s.}$$

$K_p = 3$ Si $Q_{moy,j} < 2,8$ l/s.

Dans notre cas :

$Q_{moy,j} = 334.31$ l/s pour l'horizon 2040

$Q_{moy,j} = 490.14$ l/s pour l'horizon 2053

ET

$K_p = 1.64$ pour l'horizon 2040

$K_p = 1.61$ pour l'horizon 2053

Donc :

$Q_{pte, s} = 1.64 * 28884.679 = 47370.87$ m³ /j = 1973.79 m³ /h pour l'horizon 2040

$Q_{pte, s} = 1.61 * 42347.970 = 68180.23$ m³ /j = 2840.843 m³ /h pour l'horizon 2053

1-2-3.en temps de pluie :

Nous prenons une dilution de (2÷ 5)

$$Q_{tp} = (2 \div 5) Q_{moy, j}$$

On prend une dilution de 3

$Q_{tp} = 3 * 1973.79 = 5921.37$ m³ /h pour l'horizon 2040

$Q_{tp} = 3 * 2840.843 = 8522.53$ m³ /h pour l'horizon 2053

1-2-4.Le débit diurne :

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée.

$$Q_d = \frac{Q_{moy,j}}{16}$$

$Q_d = 28884.679/16 = 1805.29$ m³ /h pour l'horizon 2040

$Q_d = 42347.970/16 = 2646.75$ m³ /h pour l'horizon 2053

1-3. Evaluation des charges polluantes

Les concentrations des polluants :

Tableau IV-7 : Les concentrations des polluants

Les polluants	Concentration (mg/l)
DBO5	337.5
DCO	750
MES	437.5
Azote	81.25
Phosphore	2.5

(Source : DRE)

1-3.Les charges polluantes :

La charge de différents polluants est donnée par la relation suivante :

La charge en matière polluante = $C * Q_j$ (kg/j)

C : La concentration de La matière polluante dans l'eau à épurée en (mg/L)

Q_j : Le débit total journalier entré à la STEP

1-3-1.La charge moyenne journalière en DBO5 (L0)

$$L_0 = C_{DBO5} \times Q_j \quad \text{Avec } C_{DBO5} = 337.5 \text{ mg/L}$$

La charge moyenne journalière en DBO5 à l'horizon 2040 est :

$$Q_j = 28884679 \text{ l/j}$$

$$L_0 = 337.5 \times 10^{-6} \times 28884679 = 9748.58 \text{ Kg}$$

La charge moyenne journalière en DBO5 à l'horizon 2053 est :

$$Q_j = 42347970 \text{ l/j}$$

$$L_0 = 337.5 \times 10^{-6} \times 42347970 = 14292.44 \text{ Kg}$$

1-3-2.La charge moyenne journalière en DCO :

$$DCO_0 = C_{DCO} \times Q_j \quad \text{Avec } C_{DCO} = 750 \text{ mg/l}$$

La charge moyenne journalière en DCO à l'horizon 2040 est :

$$Q_j = 28884679 \text{ l/j}$$

$$DCO_0 = 750 \times 10^{-6} \times 28884679 = 21663.51 \text{ Kg}$$

La charge moyenne journalière en DCO à l'horizon 2053 est :

$$Q_j = 42347970 \text{ l/j}$$

$$DCO_0 = 750 \times 10^{-6} \times 42347970 = 31760.98 \text{ Kg}$$

1-3-3. La charge moyenne journalière en MES :

$$MES_0 = C_{MES} \times Q_j \quad \text{Avec } C_{MES} = 437.5 \text{ mg/l}$$

La charge moyenne journalière en MES à l'horizon 2040 est :

$$Q_j = 28884679 \text{ l/j}$$

$$MES_0 = 437.5 \times 10^{-6} \times 28884679 = 12637.05 \text{ Kg}$$

La charge moyenne journalière en MES à l'horizon 2053 est :

$$Q_j = 42347970 \text{ l/j}$$

$$MES_0 = 437.5 \times 10^{-6} \times 42347970 = 18527.24 \text{ Kg}$$

1-3-4. La charge moyenne journalière en Azote :

$$N = C_N \times Q_j \quad \text{Avec } C_N = 81.25 \text{ mg/l}$$

La charge moyenne journalière en Azote à l'horizon 2040 est :

$$Q_j = 28884679 \text{ l/j}$$

$$N = 81.25 \times 10^{-6} \times 28884679 = 2346.88 \text{ Kg}$$

La charge moyenne journalière en Azote à l'horizon 2053 est :

$$Q_j = 42347970 \text{ l/j}$$

$$N = 81.25 \times 10^{-6} \times 42347970 = 3440.77 \text{ Kg}$$

1-3-5. La charge moyenne journalière en phosphore :

$$P = C_P \times Q_j \quad \text{Avec } C_P = 25 \text{ mg/l}$$

La charge moyenne journalière en phosphore à l'horizon 2040 est :

$$Q_j = 28884679 \text{ l/j}$$

$$P = 25 \times 10^{-6} \times 28884679 = 722.12 \text{ Kg}$$

La charge moyenne journalière en phosphore à l'horizon 2053 est :

$$Q_j = 42347970 \text{ l/j}$$

$$P = 25 \times 10^{-6} \times 42347970 = 1058.70 \text{ Kg}$$

1-4. Méthodes de traitement des eaux usées :

Pour arriver à dimensionner une station d'épuration, il faut choisir une de ces procédés en prenant en considération leurs avantages et inconvénients.

1-4-1. à forte charge :

Il est dédié au traitement des eaux usées dans les grandes communautés ; voici quelques-uns des avantages et des inconvénients les plus courants :

Avantages :

- haute efficacité.
- Réduction significative de la pollution.
- Le temps de contact entre l'eau à épurer et les boues activées est relativement court.

Inconvénients :

- Coûts d'exploitation élevés.
- Consommation d'énergie importante.
- Nitrification incomplète ou difficulté de nitrification .

1-4-2. à moyenne charge :

Dédié au traitement des eaux usées dans les grandes communautés.

Avantages :

- Réduire la consommation d'énergie;
- Superficie moyenne occupée ;

Inconvénients :

- Nécessite une surveillance continue
- La décantation des boues n'est pas toujours facile à contrôler

1-4-3. à faible charge :

Il est principalement utilisé par les petites et moyennes collectivités pour traiter les eaux usées domestiques.

Avantages :

- Tolérance aux changements de charge
- Bonne élimination de la DBO5

- Conception et fonctionnement simples

- Occupe une petite superficie

Inconvénients :

- Coûts d'investissement élevés ;

- Durée du séjour à la piscine ;

- Bassin d'aération, plus spacieux

Tableau IV-8 : Récapitulatif des données de la station d'épuration

Paramètre	Unité	Horizon	
		2040	2053
Equivalent Habitant	EH	240708	352900
Charge hydraulique			
Débit journalier (Qj)	(m ³ /j)	28884.679	42347.970
Débit moyen horaire (Qmoy.h)	(m ³ /h)	1203.5	1764.5
Débit de pointe par temps sec (Qpts)	(m ³ /h)	1973.79	2840.843
Débit de pointe par temps de pluie (Qptp)	(m ³ /h)	5921.37	8522.53
Charge polluante			
DBO5 à l'entrée Concentration Dotation	(kg/j)	9748.58	14292.44
	(mg/L)	337.5	
	(g/hab/j)	40.5	
DCO à l'entrée Concentration Dotation	(kg/j)	21663.51	31760.98
	(mg/L)	750	
	(g/hab/j)	90	
MES à l'entrée Concentration	(kg/j)	12637.05	18527.24
	(mg/L)	437.5	

Dotation	(g/hab/j)	52.5	
Azote à l'entrée Concentration Dotation	(kg/j)	2346.88	3440.77
	(mg/L)	81.25	
	(g/hab/j)	9.75	
Phosphore à l'entrée Concentration Dotation	(kg/j)	722.12	1058.70
	(mg/L)	25	
	(g/hab/j)	3	

2. Dimensionnement des ouvrages de la Station d'épuration

2-1. Prétraitements

2-1-1. Calcul du dégrilleur :

Pour le calcul des paramètres de la grille, on utilise la méthode de KIRSCHMER

Largeur de la grille :

La largeur de la grille est donnée par l'expression suivante :

$$L = S \cdot \sin \alpha / V \cdot H_{\max} (1 - \beta) \cdot \alpha$$

Avec :

L : Largeur de la grille (m)

S : Surface de passage de l'effluent (m²)

α : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal (60° à 80°)

h_{max}: Hauteur maximum admissible de l'eau sur une grille, h_{max} = (0,15 à 1,5 m).

β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$$\beta = \frac{d}{d+e}$$

d: Epaisseur des barreaux (mm)

e: Espacement des barreaux (mm).

Tableau IV-9 : Espacement et épaisseur des barreaux. (DEGREMONT, 2005)

Paramètre	Grille grossière	Grille fine
d(mm)	20	10
e(mm)	50/100	10/20

σ : Coefficient de colmatage de grille.

grille manuelle, $\sigma = (0,1 \text{ à } 0,3)$.

grille mécanique, $\sigma = (0,4 \text{ à } 0,5)$.

v : Vitesse de passage à travers la grille (m/s)

Pour un réseau unitaire, v = (1,2 m/s).

A. Dimensionnement du dégrillage grossier :

Tableau IV-10 : Les données de dimensionnement du dégrillage grossier

Paramètre	Qpts (m3 /s)	α (°)	v (m/s)	hmax (m)	d (mm)	e (mm)	Σ
Valeur	0.79	60	1,2	1.2	20	60	0.4

$$L = \frac{0.79 \times \sin 60}{1.2 \times 1.2 \times \left(1 - \left(\frac{2}{2+6}\right)\right) \times 0.5} = 1.27 \text{ m}$$

Surface de passage de l'effluent :

$$S = Q_{PTS} / V$$

$$S = \frac{0.79}{1.2} = 0.66 \text{ m}^2$$

Horizon 2053 :

Tableau IV-11 : Les données de dimensionnement du dégrillage fin

Paramètre	Qpts (m3 /s)	α (°)	v (m/s)	hmax (m)	d (mm)	e (mm)	Σ
Valeur	0.79	60	1,2	1.2	10	20	0.5

$$L = \frac{0.79 \times \sin 60}{1.2 \times 1.2 \times \left(1 - \left(\frac{1}{1+2}\right)\right) \times 0.5} = 1.43 \text{ m}$$

Surface de passage de l'effluent

$$S = Q_{PTS} / V$$

$$S = \frac{0.79}{1.2} = 0.66 \text{ m}^2$$

C. Calcul des pertes de charge :

on utilise la méthode de KIRSCHMER

$$\Delta H = F \times \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{v^2}{2g} \times \sin \alpha$$

ΔH : La perte de charge (m)

F : Le coefficient de forme des barreaux

g : Accélération de la pesanteur (9,81 m/s²)

d/e : Épaisseur des barreaux / espacement entre les barreaux (cm)

V : vitesse d'écoulement dans la grille (0,8 m/s)

α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal (= 60°).

Pour la Section circulaire : Le coefficient de forme des barreaux F = 1,79

C.1 dégrilleur grossier :

$$\Delta H = 1.79 \times \left(\frac{2}{6}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1.2}{2 \times 9.81} \times \sin 60 = 0.022 \text{ m} = 2.2 \text{ cm}$$

C.2 dégrilleur fin :

$$\Delta H = 1.79 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1.2}{2 \times 9.81} \times \sin 60 = 0.038 \text{ m} = 3.8 \text{ cm}$$

D. les volumes des déchets retenus au niveau des grilles :

$$\frac{15}{e} > v > \frac{12}{e}$$

D.1. Grille grossier :

$$N = 240708 \text{ EH}$$

V_{MAX} : On a :

$$\frac{15}{e} > v$$

$$V_{\max} = \frac{15}{6} = 2.5 \text{ L/EH/an}$$

$$V_{\max} = \frac{2.5 (10)^{-3} \times 352900}{365} = 2.41 \text{ m}^3/\text{j}$$

V_{min} : On a :

$$\frac{12}{e} > v$$

$$V_{\min} = \frac{12}{6} = 2 \text{ L/EH/an}$$

$$V_{\min} = \frac{2 (10)^{-3} \times 352900}{365} = 1.93 \text{ m}^3/\text{j}$$

V_{moy} :

$$V_{\text{moy}} = (V_{\max} + V_{\min}) / 2 = (2.41 + 1.93) / 2 = 2.17 \text{ m}^3/\text{j}$$

D.2.Grille fine

$$N = 240708 \text{ EH}$$

V_{\max} : On a :

$$\frac{15}{e} > v$$

$$V_{\max} = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ L/EH/an}$$

$$V_{\max} = \frac{7.5 (10)^{-3} \times 352900}{365} = 7.25 \text{ m}^3/\text{j}$$

V_{\min} : On a :

$$\frac{12}{e} > v$$

$$V_{\min} = \frac{12}{2} = 6 \text{ L/EH/an}$$

$$V_{\min} = \frac{6 (10)^{-3} \times 352900}{365} = 5.80 \text{ m}^3/\text{j}$$

V_{moy} :

$$V_{\text{moy}} = (V_{\max} + V_{\min}) / 2 = (4.95 + 3.96) / 2 = 6.525 \text{ m}^3/\text{j}$$

Les caractéristiques de dégrilleur à l'horizon 2053 sont représentées sur le tableau suivant :

Tableau IV-12 : les résultats de dimensionnement de dégrilleur

Paramètres	Unité	Dégrilleur grossier	Dégrilleur fin
La largeur	M	1.27	1.43
Hauteur	M	1.2	1.2
L'espace des barreaux e	Cm	6	2
Epaisseur des barreaux d	Cm	2	1
Perte de charge	M	0.022	0.038
V_{\min} des refus	m^3/j	1.93	5.80

V_{moy} des refus	m^3/j	2.175	6.525
V_{max} des refus	m^3/j	2.42	7.25

2-1-2.Déssableur-déshuileur

Dessablage :

C'est le processus d'élimination des particules solides de l'eau en les laissant se déposer grâce à la gravité

Déshuilage :

C'est le processus d'élimination des huiles et des graisses flottant à la surface de l'eau

Dimensionnement du bassin de dessableur-déshuileur :

$$V_e / V_s \geq L / H \qquad V_e < V_s$$

V_e : la vitesse horizontale ($0.2 \text{ (m/s)} < V_e < 0.5 \text{ (m/s)}$)

V_s : vitesse de sédimentation. ($40 < V_s < 70 \text{ (m/h)}$ en temps de pluie et $10 < V_s < 15 \text{ (m/h)}$ en temps sec)

L:Longueur de bassin.

H : Profondeur de bassin.

$L/H = (10-15)$.

Le temps de séjour : 3 à 10 minute au débit de pointe.

$H = (1- 2.5) \text{ m}$ (DEGREMONT, 2005)

Le volume : Le volume de dessableur est calculé à partir de débit et de temps de séjour.

le temps de séjour : Le dessableur aéré est calculé pour un temps de séjour de 3 à 5 minutes débit de pointe de temps de pluie

Tableau IV-13 : Les données de dimensionnement du bassin de dessableur-déshuileur

Paramètre	Q_{pts} (m^3/s)	H (m)	V_e (m/s)	V_s (m/s)	L/H	t_s (min)
Valeur	0.789	2	0.35	0.00417	10	9

Le volume du bassin de dessableur-déshuileur (V) :

$$V = Q_{\text{pts}} \times t_s$$

$$V = 0.789 \times 9 \times 60 = 427.06 \text{ m}^3$$

A. La surface horizontale S_h :

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

$$S_h = \frac{427.06}{2} = 213.53 \text{ m}^2$$

B. La longueur (L) :

$$\frac{L}{H} = 10 ; L = 10 H$$

$$L = 10 H = 10 * 2 = 20 \text{ m}$$

C. La largeur (l) :

$$l = S_h / L$$

$$l = 213.53 / 20 = 10.675 \text{ m}$$

D. Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m³ d'air /m³ d'eau

$$q_{\text{air}} = V_{\text{air}} \times Q_{\text{pts}}$$

V_{air} : Volume d'air a injecté (m³ d'air/ m³ d'eau traiter) il varie de 1 a 1.5

On prend : $V_{\text{air}} = 1.5$

$$q_{\text{air}} = 0.789 \times 1.5 = 1.1835 \text{ m}^3 \text{ d'air/s} = 4260.6 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

E. Vérification de la condition de dimensionnement :

$$V_e / V_s \geq L / H$$

$$0.35 / 0.00417 \geq 20 / 2$$

$$84 \geq 10$$

La condition est vérifiée

F. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

Matières volatiles en suspension (MVS) représentent 70% de matières en suspension (MES) ; Alors que les pourcentages restants de MES représentent des de matières minérales (MM). (BOUHALI et KHETTAOUI, 2019)

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

Un dessableur éliminé 70% des matières minérales totales

$$\text{Les matières minérales totales : } \text{MM}_T = 18527.24 \times 0.3 = 5558.172 \text{ Kg/j}$$

Les matières volatiles en suspension totales : $MVS_T = 18527.24 - 5558.172 = 12969.068$
Kg/j

Les matières minérales éliminées par le dessableur : $5558.172 \times 0.7 = 3890.7204$ Kg/j

Les matières minérales à la sortie de dessableur : $5558.172 - 3890.7204 = 1667.45$ Kg/j

MES sortant du dessableur : $1667.45 + 12969.068 = 14636.518$ Kg/j

Les résultats de dimensionnement de dessableur déshuileur pour l'horizons 2053 sont exprimé dans le tableau suivant :

Tableau IV-14 : Dimensionnement du dessableur-déshuileur

Paramètre	Unité	Horizon
		2053
Surface horizontale (Sh)	m ²	213.53
Volume (V)	m ³	427.06
Hauteur	m	2
Largeur	m	10.675
Langueur	M	20
Nombre d'ouvrage		1
Temps de séjour Ts	min	9
Quantité d'air à injecter (qair)	m ³ d'air/h	4260.6
Matières en suspension entrant (MES entré)	Kg/j	18527.24
Matières minérale en suspension entré (MMS entré)	Kg/j	5558.172
Matières minérale en suspension éliminé (MMS éliminé)	Kg/j	3890.7204
Matières minérale en suspension restant (MMS restant)	Kg/j	1667.45

Matières volatiles en suspension (MVS) totales	Kg/j	12969.068
Matières en suspension sortant (MES sortie)	Kg/j	14636.518

2-2.Traitement primaire

2-2-1.Dimensionnement de décanteur primaire :

Horizon 2053 :

La vitesse limite pour un réseau unitaire est déterminée on fonction de rapport $K= Q_{pts}/ Q_{moy,h}$

$V_{lim}= f(K)$. (GAÏD, 1984)

Tableau IV-15 : les valeurs de la vitesse limite en fonction de k

K	2.5	3	5	8	10
V_{lim} (m/h)	2	2.5	3.75	5	6

$K= Q_{pts}/ Q_{moy,h}$

$Q_{pts} = 2840.843 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{moy,h} = 1764.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$K = 2840.843 / 1764.5 = 1.61$

$V_{lim} = 2 \text{ m/h}$

A .surface horizontale de décanteur primaire :

$S_h = Q_{pts} / V_{lim}$

$S_h = 2840.843 / 2 = 1420.42 \text{ m}^2$

B .diamètre de décanteur primaire

$D = \sqrt{\frac{4S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1420.42}{\pi}} = 42.54\text{m} \quad D = 42.54 \text{ m}$

C .Volume de décanteur primaire :

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

On prend : $t_s = 1.5$ h

$$\text{donc } V = 2840.843 \times 1.5 = 4261.2645 \text{ m}^3$$

D .hauteur de décanteur primaire :

$$H = V / Sh = 4261.2645 / 1420.42 = 3 \text{ m} \quad H = 3\text{m}$$

pour éviter le risque de débordement ; On prévoit une hauteur de sécurité

$$h_{\text{sécurité}} = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{donc : } H = 3.5 \text{ m}$$

Temps de séjours :

$$T_s = V / Q$$

Tableau IV-16 : Les temps de séjours

Débit (m ³ /h)	Temps de séjours (h)
débit moyen (Q _{moy.h} =1203.5)	2.32
débit de pointe en temps sec (Q _{pts} =1973.79)	1.5
débit de pointe en temps de pluie (Q _{ptp} =5921.37)	0.5

E .Calcul de charges éliminées et Les charges à la sortie du décantation primaire:

le décanteur primaire permet d'éliminé de 35% de DBO5 et 65% de MES ; donc :

donc ; les charges éliminées et Les charges à la sortie du décantation primaire:

$$DBO5e = 14292.44 \times 0,35 = 5002.35 \text{ Kg /j}$$

$$DBO5s = 14292.44 \times 0.65 = 9290.086 \text{ Kg /j}$$

$$DCOe = 0,35 * DCO = 0,35 * 31760.98 = 11116.343 \text{ kg/j}$$

$$DCOs = 0,65 * DCO = 0,65 * 31760.98 = 20644.637 \text{ kg/j}$$

$$MESe = 14636.518 \times 0.65 = 9513.737 \text{ Kg /j}$$

$$MESs = 14636.518 \times 0.35 = 5122.781 \text{ Kg /j}$$

Tableau IV-17 : dimensions du décanteur primaire.

Paramètre	Unité	Horizon 2053
Débit de la station	m ³ /h	1764.5
débit par temps sec	m ³ /h	2840.843
Surface horizontale	m ²	1420.42
Diamètre	M	42.54
Volume	m ³	4261.2645
Hauteur	M	3.5
Ts de Débit par temp sec	H	1.5
Ts de Débit moyen	H	2.32
Ts de Débit par temps de pluie	H	0.5
MES entrées	Kg/j	14636.518
MES éliminer	Kg/j	9513.737
MES sorties	Kg/j	5122.781
DCO entrées	Kg/j	31760.98
DCO éliminer	Kg/j	11116.343
DCO sorties	Kg/j	20644.637
DBO5 entrée	Kg/j	14292.44
DBO5 éliminer	Kg/j	5002.35
DBO5 sorties	Kg/j	9290.086

2-3.Les traitements secondaires :

2-3-1.Dimensionnement du bassin d'aération :

Pour le traitement a faible charge :

la charge volumique varie entre : $0,3 < C_v < 0,8$ (Kg DBO5/j/m³)

On fait :

$C_v = 0.7$

on choisit forme (rectangle) de bassin d'aération

A .Le volume du bassin :

$$V=L0/Cv$$

Cv : Charge volumique

L0 : charge polluante

$$Cv = 0.7 \text{ kg DBO5/j/m}^3$$

$$L0 = 9290.086 \text{ kg/j}$$

$$V = 9290.086 / 0.7 = 13272 \text{ m}^3$$

B .La hauteur du bassin :

Elle est entre 3 et 5m on prend H = 4m

La hauteur de revanche du bassin doit être $h \geq 80$; en prend : h= 0.8 cm

C .Surface horizontale du bassin :

$$S_h = V/H = 13272 / 4$$

$$S_h = 3318 \text{ m}^2$$

E .Calcul des dimensions du bassin :

$$L=2b$$

$$L = \sqrt{2 \times S_h} = \sqrt{2 \times 3318}$$

$$L = 81.5 \text{ m}$$

$$b = 40.75 \text{ m}$$

F .La masse de boues dans le bassin :

$$X_a = \frac{L_0}{cm} = \frac{9290.086}{0.3} = 30966.95 \text{ kg}$$

G .Concentration de boues dans le bassin :

$$[X_a] = X_a / V = 30966.95 / 13272 = 2.33 \text{ kg/m}^3$$

H .Calcul du temps de séjour :

$$T_s = V / Q$$

$$V = 13272 \text{ m}^3$$

Tableau IV-18 : Les Temps de séjours

Débit (m ³ /h)	Temps de séjours (h)
débit moyen (Q _{moy.h} =1203.5)	11.02
débit de pointe en temps sec (Q _{pts} =1973.79)	6.72
débit de pointe en temps de pluie (Q _{tp} =5921.37)	2.24

I. Concentration de l'effluent en DBO5 :

$$S_o = L_o / Q \text{ moy } j = 9290.086 / 42347.970 = 219.375 \text{ mg/l}$$

2-3-2. Volume du bassin d'anoxie :

$$V_{anoxie} = \frac{Q * (S(NO_3)_{entree} - (S(NO_3)_{sortie})}{X * v_{dénitrification}}$$

Avec :

V_{anoxie} : Le volume du bassin d'anoxie en m³

Q : Le débit qui entre le bassin

X : La concentration de la boue

$(S(NO_3)_{entree})$: La concentration des nitrates à l'entrée du bassin

$(S(NO_3)_{sortie})$: La concentration des nitrates à la sortie du bassin

$v_{dénitrification}$: Vitesse de la réaction de dénitrification (g NO₃/kg MVS.h)

$$V_{anoxie} = \frac{42347.970 * (81.25 - 15)10^{-3}}{2.33 * 3.5} = 344.03m^3$$

2-3-3. Qualité de l'effluent :

La concentration de charge polluante à la sortie S_f fixées à 30 mg/l de DBO5 qui répond à la norme de rejet .

A .la charge :

$$L_f = S_f * Q \text{ moy } j = 0,03 * 42347.970 = 1270.4391 \text{ Kg DBO5/j}$$

B .La charge polluante en DBO5 éliminée :

$$L_e = L_o - L_f = 9290.086 - 1270.4391 = 8019.647 \text{ Kg DBO5/j}$$

C .Le rendement de l'épuration :

$$R\% = (L_o - L_f) / L_o = 8019.647 / 9290.086$$

$$R\% = 0.8632R = 86.32\%$$

D .Besoins théoriques en oxygène :

Les bactéries qui composent les boues activées ont besoin d'oxygène pour se nourrir et se développer à partir des polluants éliminés, et pour dégrader le Mo ; cet oxygène est généralement fourni par un aérateur.

Quantité théorique d'oxygène = oxygène nécessaire à la synthèse cellulaire + oxygène nécessaire à la respiration endogène. (GUENDOOUZ et MEKKI, 2019)

Le calcul théorique de la consommation d'oxygène pour l'élimination de DBO5 est donné par la formule :

$$q_{O_2} = a' Le + b' X_a \text{ (Kg/j)}$$

Le : DBO5 éliminée dans le bassin d'aération par jour (Kg)

X_a : quantité de boues (MVS) présentes par jour dans le bassin d'aération (Kg)

a' : la fraction de pollution transformé en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière Vivante à partir d'une pollution.

b' : coefficient cinétique de respiration endogène

$$a' = 0,5 \times (C_m)^{-0,12} = 0,5 \times (0.3)^{-0,12} = 0.6$$

$$b' = 0,13 \times (C_m)^{0,16} = 0,13 \times (0.3)^{0,16} = 0.1$$

$$q_{O_2} = 0.6 * 8019.647 + 0.1 * 30966.95 = 7908.4832 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

Le calcul théorique de la consommation d'oxygène pour l'élimination de L'azote est donné par la formule :

$$q_{O_2} = 4.3 N_N - 2.855 * c' * N_{DN}$$

$$q_{O_2} = 4.3 * (1.2 * 0.0813 * 42347.970) - 2.855 * 0.65 * (2 * 0.0813 * 42347.970)$$

$$q_{O_2} = 4987.03 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

E .La quantité d'oxygène journalière :

$$q_{O_2} = 7908.4832 + 4987.03 = 12895.5 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

F .La quantité d'oxygène horaire :

$$q_{o2}/24 = 12895.5 / 24 = 537.3125 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

G .La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin :

$$q_{o2}/ \text{m}^3 = q_{o2} / v = 12895.5 / 13272 = 0.97 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3 \text{ j}$$

H .La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :

$$q_{o2pte} = (a'Le/ Td) + (b'.Xa./24)$$

Td : période diurne en heures

$$q_{o2pte} = (0,6 \times 8019.647 / 16) + (0,1 \times 30966.95 / 24) = 429.77 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

I .Besoin réel en pointe en oxygène :

En effet, la présence de matières en suspension (MES) et de tensioactifs dans les eaux usées gêne le transfert de l'air atmosphérique vers l'eau purifiée.

Le passage des conditions théoriques aux conditions réelles s'effectue à l'aide des coefficients Correcteurs.

$$q_{o2réel} = q_{o2} / (\alpha \times \beta)$$

α : Rapport des coefficients de transfert d'eau usée en eau propre

$$\alpha = C_s(\text{eau usée}) / C_s(\text{eau épuré}) = 0,8$$

$$0,8 \leq \beta \leq 0,95$$

On prend : $\beta = 0.85$

$$q_{o2réel} = 429.77 / (0,8 \times 0,85) = 630.01 \text{ kg o}_2/\text{h}$$

En moyenne :

$$q_{o2réel} = 12895.5 / (0,8 \times 0,85) = 18963.97 \text{ kg o}_2/\text{j}$$

J .Calcul des caractéristiques de l'aérateur :

On choisi l'aérateurs de surface ; Parmi ses avantages, nous mentionnons :

- consommer très peu d'énergie.
- résistant à la corrosion.
- la simplicité de l'installation et d'utilisation.

J.1.Capacité totale d'oxygène transféré (No) :

la formule d'HORMANIK :

$$N_0 = 1.98 \times 10^{-3} \times P_a + 1$$

Pa : Puissance par m² du bassin Pa = (70 : 80) w / m²

No : capacité totale d'oxygène transféré

On prend : pa = 75 w/m²

$$N_0 = 1.98 \times 10^{-3} \times 75 + 1 = 1.15 \text{ kg O}_2 / \text{KWh}$$

J.2.Quantité d'oxygène par unité de puissance (N) :

$$N = N_0 \times ((\beta \times CS - CL) / CS) \times \alpha \times E(T-20)$$

CL : Concentration en oxygène dissout dans la masse liquide CL = (1,5÷2) mg/l

CS : Concentration de saturation en oxygène à la surface

E : coefficient de température, E=1.02

On prend : CL=1.5 mg/l et T = 25°C

CS= 9.2 mg/l pour les aérateurs de surface

Donc : N = 0.70 Kg O₂/KWh

J.3.La puissance d'aération nécessaire (En) :

$$E_n = q_{o2} / N$$

q_{o2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h)

N: quantité d'O₂ par unité de puissance

$$E_n = 630.01 / 0.70 = 900.01 \text{ KW}$$

J.4.Puissance de brassage :

$$E_b = Sh \times Pa$$

Pa : puissance spécifique absorbée (pour les aérateurs de surface comprise entre 70 et 80 w/m²)

Sh : surface horizontale du bassin

On prend : Pa = 80 w/m²

$$E_b = 3318 \times 80 = 265.44 \text{ kw}$$

J.5. Calcul de nombre d'aérateur dans le bassin :

$$N_a = E_n / E_b = 900.01 / 265.44 = 3.39$$

On prend 6 aérateurs ($N_a = 4$)

K .Bilan de boues :

K.1. Calcul de la quantité des boues en excès :

la formule d'ECKENFELDER :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{\text{dur}} + a_m L_e - b X_a - X_{\text{eff}}$$

X_{\min} : boues minérales

X_{dur} : boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 des MVS.

a_m : coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g DBO5 éliminées) ; varie entre 0,53 et 0,6

b : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène. $b = b' / 1.42$

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène. = 0,09 $b = 0.09 / 1.42 = 0,063$

L_e : quantité de DBO5 à éliminer (kg/j)

X_a : masse totale de MVS dans le bassin (kg).

X_{eff} : fuite de MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30 mg/l.)

La charge journalière en MES à la sortie de décanteur primaire est : 5122.781 kg/j

$$X_{\min} = 0,3 \times 5122.781 = 1536.8343 \text{ kg/j}$$

$$X_{\text{dur}} = 0,35 \text{ MVS} = 0,35 \times 0.7 \times \text{MES} = 0,35 \times 0.7 \times 5122.781$$

$$X_{\text{dur}} = 1255.08 \text{ Kg /j}$$

On prend $a_m = 0.55$

$$a_m * L_e = 0,55 \times 8019.647 = 4410.806 \text{ kg/j}$$

$$b * X_a = 0.063 * 30966.95 = 1950.918 \text{ kg/j}$$

$$X_{\text{eff}} = 0,03 * 42347.970 = 1270.439 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 1536.8343 + 1255.08 + 4410.806 - 1950.918 - 1270.439 = 3981.363 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 3981.363 \text{ kg/j}$$

K.2. Concentration de boues en excès :

$$X_m = 1200 / I_m$$

X_m : Concentration de boues en excès (kg/j)

I_m : L'indice de Mohlman. (Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette (50 à 150))

On prend : $I_m = 120 \text{ ml/g}$

$$X_m = 1200 / 120 = 10 \text{ kg/m}^3$$

K.3. Le débit de boues en excès :

$$Q_{bexc} = \Delta X / X_m = 3981.363 / 10 = 398.1363 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{bexc} = 398.1363 \text{ m}^3/\text{j}$$

K.4. Le débit spécifique par m^3 de bassin :

$$q_{sp} = \Delta X / V$$

V : Volume de bassin

$$q_{sp} = 3981.363 / 13272 = 0.3 \text{ Kg /m}^3 /\text{j}$$

K.5. Les boues recyclées :

Les boues biologiques générées pendant «traitement secondaire» sont riches en micro-organismes, en matière organique décomposée et en nutriments ; Une partie de ces boues activées est généralement recyclée vers le bassin d'aération. Cette recirculation des boues a pour but d'assurer un équilibre entre les micro-organismes présents dans le bassin et la charge organique à traiter. En recyclant les boues, on s'assure que suffisamment de micro-organismes actifs sont présents pour décomposer efficacement la pollution organique dans les eaux usées.

Le taux de recyclage :

$$R = \frac{100 [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} = \frac{100 * 2.33}{\frac{1200}{120} - 2.33} = 30.38 \%$$

$$R = 30.38 \%$$

K.6. Le débit des boues recyclées :

$$Q_r = R Q_j$$

$$Q_r = 0.3038 * 42347.970 = 128865.31 \text{ m}^3/\text{j}$$

K.7. Age des boues :

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{30966.95}{3981.363} = 7.8 \text{ jours}$$

2-3-4. Calcul du clarificateur**2-3-4-1 Dimensionnement de clarificateur****A. Le temps de séjour :**

$T_s = (1,5 \div 2) \text{ h}$. On prend : $T_s = 2 \text{ h}$

Le débit de pointe en temps sec :

$$Q_{\text{pts}} = 2840.843 \text{ m}^3/\text{h}$$

B .Le volume du clarificateur :

$$V = Q_{\text{pts}} * T_s = 2840.843 * 2 = 5681.686 \text{ m}^3$$

$$V = 5681.686 \text{ m}^3$$

C .Hauteur du clarificateur :

La hauteur du décanteur est : $H = (3 \div 5) \text{ m}$

On prend : $H = 3 \text{ m}$

D .La surface horizontale :

$$Sh = V/H$$

$$Sh = 5681.686 / 3 = 1893.90 \text{ m}^2$$

$$Sh = 1893.90 \text{ m}^2$$

E .Diamètre de clarificateur :

$$D = \sqrt{\frac{4 * v}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{4 * 5681.686}{\pi * 3}} = 49.11 \text{ m}$$

$$D = 49.11 \text{ m}$$

F. Le temps de séjour :

$$T_s = V/Q$$

Tableau IV-19 : Les Temps de séjours

Débit (m ³ /h)	Temps de séjours (h)
débit moyen (Q _{moy.h} =1203.5)	3.09
débit de pointe en temps sec (Q _{pts} =1973.79)	2
débit de pointe en temps de pluie (Q _{ptp} =5921.37)	0.67

Tableau IV-20 : Les concentrations des polluantes

Paramètre	Concentration a la sortie de traitement secondaire	Norme de réutilisation
MES	120	35
DBO5	30	35
DCO	487.5	120

Tableau IV-21 : Récapitulatif de dimensionnement de traitement secondaire

Désignations	Unité	2053
Données de base		
Débit moyen journalier Q _{moy j}	m ³ /j	42347.970
Débit moyen horaire Q _{moy h}	m ³ /h	1764.5
Débit de pointe en temps sec Q _{pts}	m ³ /h	2840.843
Débit de pointe en temps de pluie Q _{ptp}	m ³ /h	8522.53
Charge polluante à l'entrée du bassin Lo	Kg/j	9290.086
Concentration de l'effluent en DBO5 So	mg/l	219.375
La charge polluante à la sortie Lf	KgDBO5/j	1270.4391
La charge polluante éliminée Le	KgDBO5/j	8019.647
Le rendement de l'épuration η _{ep}	%	86.32
Dimensionnement du bassin biologique		
Le Volume V	m ³	13272
Nombre	/	

La Hauteur H	M	4
Surface horizontale Sh	m ²	3318
Largeur b	M	40.75
Longueur L	M	81.5
La masse de boues dans le bassin Xa	Kg	30966.95
Concentration de boues dans le bassin [Xa]	Kg / m ³	2.33
Ts pour débit moyen horaire	H	11.02
Ts pour débit de pointe par temps sec	H	6.72
Ts pour débit de pointe par temps pluie	H	2.24
Besoin en oxygène		
Besoins journaliers en oxygène : qo2	KgO2/j	12895.5
La quantité d'oxygène horaire qo2/24	KgO2/h	537.3125
La quantité d'oxygène nécessaire pour un m ³ du bassin qo2/m ³	KgO2/m ³ j	0.97
Calcul de l'aérateur de surface a installer		
Besoin réel de pointe en oxygène	KgO2/h	630.01
puissance de l'aération nécessaire	Kw	900.01
puissance de brassage	Kw	265.44
nombre d'aérateurs dans le bassin	/	4

Suite de tableau Récapitulatif de dimensionnement de traitement secondaire

Désignation	Unité	2053
Bilan de boues		
la quantité des boues en excès Δx	Kg/j	3981.363
Concentration de boues en excès Xm	Kg/m ³	10
Le débit de boues en excès Qexcés	m ³ /j	398.1363
Le débit spécifique par m ³ de bassin qsp	Kg/m ³ .j	0.3
Le taux de boues recyclées R	%	30.38
Le débit des boues recyclées Qr	m ³ /j	128865.31
Age des boues Ab	J	7.8
Caractéristiques du clarificateur		

Forme	/	Circulaire
Nombre de bassins	/	1
Volume V	m ³	5681.686
Hauteur H	M	3
Surface horizontale Sh	m ²	1893.90
Diamètre	M	49.11
Ts de débit moyen horaire	H	3.09
Ts de débit de pointe par temps sec	H	2
Ts de débit de pointe par temps pluie	H	0.67

2-4.Traitement tertiaire (désinfection) :

Le traitement tertiaire des eaux usées est la troisième étape du traitement des eaux usées et vise à éliminer les polluants résiduels après le traitement primaire et secondaire. Cette étape est souvent nécessaire lorsque les normes de qualité de l'eau sont strictes, que les eaux usées doivent être réutilisées à des fins industrielles ou agricoles, ou que les eaux usées sont rejetées dans des environnements sensibles tels que des rivières, des lacs ou des zones côtières.

2-4-1.Dimensionnement d'un filtre à sable :

Le type européen de granulométrie moyenne entre (0,8 à 1,5 mm) et d'épaisseur plus élevée (0,9 à 1,2 m)

A.La surface de lit de sable :

$$Slit = Qp / v$$

Slit : Surface de lit sable (m²)

v : Vitesse filtration (5 à 7 m /h) on prend : v = 6 m/h .

$$Slit = 2840.843 / 6 = 473.47 \text{ m}^2$$

B.Les pertes de charge :

Les pertes de charge engendrées par le filtre à sable selon la méthode adaptée au régime d'écoulement.

$$\frac{\Delta P}{H} = \frac{150 \times (1-S)^2 \times \mu \times v}{S^3 \times d_p^2} + \frac{1.75 \times (1-S) \times p \times v^2}{S^3 \times d_p}$$

Avec :

ΔP : Perte de charge (m)

H : Hauteur du lit de sable(m)

v : vitesse de filtration (m/s)

d_p : Diamètre moyen des particules (m)

ρ : Masse volumique du sable (kg / m³)

μ : Viscosité dynamique de l'eau à 20 °c (Pa.s)

ε : Porosité initiale du lit.

Tableau IV-22 : Propriétés du lit de filtration

ρ (kg/m ³)	μ (Pa.s)	S	H(m)	d (mm)
2610	10 ⁻³	0,4	1	1

Donc :

$$\Delta P = \left(\frac{150 \times (1-0.4)^2 \times 10^{-3} \times 1,94 \times 10^{-4}}{0.4^3 \times 10^{-3}} + \frac{1.75 \times (1-0.4) \times 2610 \times (1,94 \times 10^{-4})^2}{0.4^3 \times 10^{-3}} \right) 1$$

$\Delta P = 1.78 \text{ m}$

C .Dimensionnement du rétro-lavage :

la relation de Haider et levenspiel :

$$U_t = U_t' \times [\rho_f^2 / (\mu_f \times (\rho_p - \rho_f) * g)]^{-1/3}$$

$$U_t' = [(18/ d_p^2) + ((2,355 - 1,744 \times \phi) / d_p^{0.5})]^{-1}$$

Avec :

U_t : Vitesse de sédimentation (m/s) ;

U_t' : Vitesse terminal sans dimension de particule (m/s) ;

ϕ : Facteur de la forme de sable

ρ_f : viscosité du fluide (kg/m³)

g: L'accélération de la pesanteur (g= 9,81m² /s).

Tableau IV-23 : Caractéristique des fluides du rétro-lavag (SEBAA, 2019)

	Masse volumique à 20 °C (ρ_f) (kg/m ³)	Viscosité dynamique (Pa.s) à 20°C
L'air sec	1,204	1,85 *10 ⁻⁵
L'eau	1000	10 ⁻³

Donc : $U_t' = 5.56 * 10^{-8}$ m/s

D .La vitesse de sédimentation de l'eau du média filtrant :

$$U_t = 5,56 \times 10^{-8} \times [1000^2 / (10^{-3} \times (2610 - 1000) * 9,81)]^{-1/3}$$

$$U_t = 1.39 * 10^{-9}$$
 m/s

E .La vitesse de sédimentation de l'air du média filtrant :

$$U_t = 5,56 \times 10^{-8} \times [1204^2 / (1,85 \times 10^{-5} \times (2610 - 1204) \times 9,81)]^{-1/3}$$

$$U_t = 3.829 * 10^{-8}$$
 m/s

G. Le débit de lavage :

$$Q = 0,1 \times U_t \times S_{lit}$$

G.1. Débit d'eau de lavage :

$$Q = 0,1 \times 1.39 \times 10^{-9} \times 473.47$$

$$Q = 6.58 * 10^{-8}$$
 m³/s

G.2. Débit d'air de lavage :

$$Q = 0,1 \times 3.829 \times 10^{-8} \times 473.47$$

$$Q = 1.81 * 10^{-6}$$
 m³/s

H. La perte de charge du média filtrant :

$$\Delta P = H \times g \times (1 - \epsilon_{lit}) \times (\rho_p - \rho_f).$$

H.1. La perte de charge de l'eau du média filtrant :

$$\Delta P = 1 \times 9,81 \times (1 - 0,4) \times (2610 - 10^3)$$

$$\Delta P = 9,476$$
 m

H.2. La perte de charge de l'air du média filtrant :

$$\Delta P = 1 \times 9,81 \times (1 - 0,4) \times (2610 - 1.204)$$

$$\Delta P = 15,355$$
 m

I. La durée d'une phase de rétro lavage :

La durée de la phase de lavage à contre-courant a été fixée à 10 minutes, avec d'abord de l'air injecté pendant 4 minutes, puis de l'eau pendant 6 minutes.

On suppose qu'un rétro lavage tous les 2 jours est suffisant pour maintenir une chute de pression raisonnable dans le filtre à sable.

J. Le volume nécessaire à la phase de rétro-lavage :

$$V_i = Q_i \times t_{\text{rétro-lavage}}$$

J.1 Le volume d'eau à la phase de rétro-lavage :

$$V_e = Q_e \times t_{\text{rétro-lavage}} = 6.58 \times 10^{-8} \times 6 \times 60 = 2.369 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

J.2 Le volume d'air à la phase de rétro-lavage :

$$V_{\text{air}} = Q_{\text{air}} \times t_{\text{rétro-lavage}} = 1.81 \times 10^{-6} \times 4 \times 60 = 4.344 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Tableau IV-24 : Résultats de calcul d'un filtre à sable pour les deux horizons

Paramètre	Unité	Horizons 2053
Surface du lit de sable	m²	473.47
Perte de charge d'un filtre à sable	M	1.78
La vitesse de sédimentation de l'eau du média filtrant	m/s	1.39×10^{-9}
La vitesse de sédimentation de l'air du média filtrant	m/s	3.829×10^{-8}
Débit d'eau de lavage	m³/s	6.58×10^{-8}
Débit d'air de lavage	m³/s	1.81×10^{-6}
La perte de charge de l'eau du média filtrant	M	9,476
La perte de charge de l'air du média filtrant	M	15,355
Volume d'eau à la phase de	m³	2.369×10^{-5}

rétro-lavage		
Volume d'air à la phase de rétro-lavage	m^3	$4.344 \cdot 10^{-4}$

L'Ozonation :

Dose de l'ozone à injecter :

Elle est de 4 à 5 g/m³ pour un temps de contact de 4 minutes dans les conditions normales

La dose journalière :

On prend : une dose de 5 g/m³ pendant un temps de contact de 2 min

$$D_j = Q_{moy,j} \cdot (O_3) = 42347.970 \cdot 0,005 = 211.74 \text{ kg/j}$$

2-4-2. Dimensionnement du bassin de désinfection par ozonation :

A .Le volume du bassin de désinfection:

$$V = Q_{pts} \times T_c = 2840.843 \times (2/60) = 94.70 \text{ m}^3$$

B .La hauteur du bassin :

On prend : H = 3m

C. La surface horizontale :

$$S_h = V / H = 94.70 / 3 = 31.57 \text{ m}^2$$

E .La largeur et la longueur du bassin :

On prend : L = 2 b

$$S_h = L \cdot b$$

$$b = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{31.57}{2}} = 3.97 \text{ m}$$

$$\text{Donc : } L = 2b = 2 \times 3.97 = 7.94 \text{ m}$$

Tableau IV-25 : Concentration des polluantes

Paramètre	Concentration a la sortie de traitement tertiaire	Norme de réutilisation
MES	12	35
DBO5	30	35
DCO	48.75	120

Tableau IV-26 : Résultats de calcul du bassin de désinfection pour L'horizons 2053

Paramètre	Unité	Horizon 2053
Forme	/	Rectangulaire
Le volume	m ³	94.70
La surface horizontale	m ²	31.57
la hauteur	M	3
Longueur L	M	7.94
Largeur b	M	3.97
Dose journalière de l'ozone	kg/j	211.74

2-5.Traitement des boues :

partie intégrante du processus de traitement des eaux usées. Les boues sont les résidus solides formés lors du traitement des eaux usées et peuvent contenir des matières organiques, des polluants, des micro-organismes et d'autres substances. Le but du traitement des boues est de réduire leur volume, de les stabiliser et, dans certains cas, de les rendre sûres pour une élimination ou une réutilisation appropriée.

2-5-1.Dimensionnement de l'épaississeur :

Il reçoit les boues issues du décanteur primaire et clarificateur

Boues issues du décanteur primaire :

$$DX_p = DBO_5e + MESe$$

$$DX_p = 5002.35 + 9513.737 = 14516.087 \text{ Kg/j}$$

Boues issues du décanteur secondaire :

$$DX_s = 3981.363 \text{ kg/j}$$

A.la quantité totale journalière des boues :

$$DX_t = DX_p + DX_s = 14516.087 + 3981.363 = 18497.45 \text{ Kg/j}$$

La concentration des boues :

les concentrations moyennes des boues A l'entrée de l'épaississeur :

$$\text{Boues primaires : } (20 \div 30) \text{ g/l}$$

$$\text{Boues secondaire : } (10 \div 30) \text{ g/l}$$

B .Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :

débit journalier de boues entrant dans l'épaississeur :

B-1. Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S_1$$

DX_p : quantité issues du décanteur primaire

S₁ : concentration des boues.

On prend : S₁ = 25g/l

$$Q_1 = 14516.087 / 25 = 580.643 \text{ m}^3/\text{j}$$

B-2. Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = DX_s / S_2$$

S₂: concentration des boues.

On prend : S₂ = 20 g/l

$$Q_2 = 3981.363 / 20 = 199.068 \text{ m}^3/\text{j}$$

C. Le débit total (Qt) :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 580.643 + 199.068 = 779.711 \text{ m}^3/\text{j}$$

D. La concentration du mélange (S) :

$$S = DX_t / Q_t = 18497.45 / 779.711 = 23,72 \text{ Kg/m}^3$$

E. Le volume de l'épaisseur :

L'épaisseur est de forme circulaire.

$$V = Q_t \cdot T_s \qquad T_s = 2 \text{ j}$$

$$V = 779.711 \times 2 = 1559.422 \text{ m}^3$$

H. La surface horizontale :

$$Sh = V/H \qquad \text{On prend : } H = 3\text{m}$$

$$Sh = 1559.422 / 3 = 519.807 \text{ m}$$

I. Le diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 519.807}{\pi}} = 25.73 \text{ m}$$

J. La hauteur du cône : H_c = diamètre * 0,15 = **25.73** * 0,15 = 3,8595 m

K. Volume du cône : Volume du cône = Sh * Hauteur de cône / 3 = 668.73 m³

L. La quantité des boues à extraire:

La concentration des boues à l'extraction varie entre 25 à 30 kg/m³ (on prend : 30 kg/m³)

$$Q_b = 18497.45 / 30 = 616.58 \text{ m}^3/\text{j}$$

2-5-2. Stabilisation des boues :

le but de La stabilisation est de réduire la capacité de fermentation des matières organiques des boues, réduisant ainsi le dégagement d'odeurs désagréables ; Cela peut être fait chimiquement, thermiquement ou biologiquement.

On préfère la digestion anaérobie Pour plusieurs raisons, notamment :

-Dans les conditions climatiques les plus courantes, l'élimination des matières volatiles obtenue par stabilisation anaérobie est nettement supérieure à celle obtenue par digestion aérobie.

-La récupération de gaz (digestion anaérobie) permet des économies sur les frais d'exploitation.

-La stabilisation aérobie elle nécessite d'importantes dépenses d'énergie .

2-5-2-1. Dimensionnement du digesteur :

les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l

A. Le débit des boues arrivant au digesteur :

$$Q_d = DXt / 80 = 18497.45 / 80 = 231.218 \text{ m}^3/\text{j}$$

B. Le temps de séjour du digesteur :

$$T_s = 175 \times 10^{(-0.03 \cdot t)} \quad t = 35^\circ\text{C}$$

$$T_s = 15.6 \text{ jours}$$

C. Le volume du digesteur :

$$V_d = Q_d \times T_s = 231.218 \times 15.6 = 3607 \text{ m}^3$$

D. La surface horizontale de digesteur :

On prend : H= 4 m

$$S_h = V_d / H = 3607 / 4 = 901.75 \text{ m}^2$$

E. Le diamètre du digesteur :

$$D = \sqrt{\frac{4Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 901.75}{\pi}} = 33.89 \text{ m}$$

On prend : D = 33.89 m

F. La quantité de matières sèches des boues fraîches :

$$F_g = Q_d \times F_s \times K_s$$

F_s : la teneur en matières solides $F_s = 3 \text{ à } 4\%$

K_s : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche $K_s = 1 \text{ tonne /m}^3$

On prend : $F_s = 3\%$

$$F_g = 231.218 \times 0.03 \times 1 = 6.9365 \text{ tonne /j}$$

G. La quantité de matière organique dans la boue fraîche F_o :

Elle présente 60% de matière sèche des boues fraîches

$$F_o = 0,6 \times F_g = 0.6 \times 6.9365 = 4.1619 \text{ tonne/j}$$

H. La quantité du gaz produite Q_{gaz} :

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t)^{0.5} \cdot F_o = 138 (35)^{0.5} \times 4.1619 = 3397.85 \text{ m}^3 /j$$

I. La quantité moyenne du gaz :

On prend : 75% du gaz théorique

$$Q'_{\text{gaz}} = 0.75 \times Q_{\text{gaz}} = 0.75 \times 3397.85 = 2548.3875 \text{ m}^3 /j$$

J. La quantité du méthane (CH_4):

$$Q_{\text{CH}_4} = (0.6 \text{ à } 0.65) \times Q'_{\text{gaz}}$$

on prend : $Q_{\text{CH}_4} = 0.6 Q'_{\text{gaz}}$

$$Q_{\text{CH}_4} = 0.6 \times 2548.3875 = 1529.033 \text{ m}^3 /j$$

K. La quantité du gaz carbonique CO_2 :

$$Q_{\text{CO}_2} = (0.3 \text{ à } 0.35) \times Q'_{\text{gaz}}$$

on prend : $Q_{\text{CO}_2} = 0.35 Q'_{\text{gaz}}$

$$Q_{\text{CO}_2} = 0.35 \times 2548.3875 = 891.936 \text{ m}^3 /j$$

L. La quantité restante de gaz :

Les 5% sont constituées par l'autre gaz

$$Q_{\text{rest}} = 0.05 \times Q'_{\text{gaz}} = 0.05 \times 2548.3875 = 127.419 \text{ m}^3 /j$$

M. La quantité minérale dans la boue :

$$F_m = F_g - F_o = 6.9365 - 4.1619 = 2.7746 \text{ tonne/j}$$

N. La quantité de boues digérées :

$$Q_r = F_{gf} \left(\frac{1}{d_g \cdot f_g} + \frac{1}{d_{ff}} + \frac{1}{d_f} \right)$$

Avec :

f_g : teneur en matière solide dans la boue digérée

d_{ff} : poids spécifique de la matière sèche de la boue digérée

d_g : poids spécifique de l'eau en excès dans le digesteur

on a : $f_g = 10\%$; $d_{ff} = 2 \text{ T/m}^3$; $d_g = 1 \text{ T/m}^3$

$$F_{gf} = F_m + F_o (1 - 0.138 \times t^{0.5}) = 2.7746 + 4.1619 \times (1 - 0.138 \times 35^{0.5})$$

$$F_{gf} = 3.539 \text{ T/j}$$

$$Q_r = 3.539 (1/0.1 + 1/2 + 1/1) = 40.70 \text{ m}^3/\text{j}$$

2-5-3.Lits de séchage :

Les lits de séchage pour le traitement des boues sont des équipements spécifiquement conçus pour extraire l'humidité des boues d'épuration . Le séchage des boues est une étape essentielle dans le processus de gestion des boues, car il réduit considérablement leur volume, améliore leur stabilité et facilite leur élimination ou leur valorisation.

Les boues épaissies sont épandues sur des lits pour y être déshydratées naturellement. Les lits sont formés d'aires délimitées par des murettes.

Les opérations successives de remplissage d'un lit doivent être faites a intervalles rapprochés, Soit 2 à 3 jours.

La durée de séchage est suivant les climats et les saisons (de 4 à 6 semaines).

Le dimensionnement se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à 12616.734 Kg/j

A .Le volume d'un lit :

$$V = b \cdot L \cdot H$$

H : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre

L : La longueur (20 à 30) m

b: la largeur

On prend : b=10m ; L=30m ; H=0, 4m

$$V = b \cdot L \cdot H = 120 \text{ m}^3$$

B .Volume journalier des boues à extraire :

La concentration des boues du stabilisateur varie entre 80 à 100 g/l.

on la prend = 90 g/l.

$$V_e = 18497.45 / 90 = 205.527 \text{ m}^3 / \text{j}$$

C .Volume des boues épandues par lit et par an :

On admet que le lit sert 15 fois par an

donc : $V_a = 15 \times V$

$$V_a = 15 \times V = 15 \times 120 = 1800 \text{ m}^3$$

D .Volume de boue à sécher par an :

$$V_{an} = 205.527 \times 365 = 75017.355 \text{ m}^3/\text{an}$$

E. Nombre de lits nécessaires :

$$N = V_{an} / V_a$$

$$N = 75017.355 / 1800$$

$$N = 42 \text{ lits}$$

F .La surface totale des lits de séchage :

$$ST = L \times B \times N$$

$$ST = 30 \times 10 \times 42 = 12600 \text{ m}^2$$

Horizon 2053

Les résultats de calcul pour L'horizons 2053 sont représentés sur le tableau :

Tableau IV-27 : Récapitulatif de traitement des boues.

Désignations	unité	Horizon 2053
l'épaisseur		
Boues issues du décanteur primaire DXp	kg/j	14516.087

Boues issues du décanteur secondaire DXs	kg/j	3981.363
Boues total DXt	kg/j	18497.45
Débit des boues primaire Q1	m ³ /j	580.643
Débit des boues secondaire Q2	m ³ /j	199.068
Le débit total Qtotal	m ³ /j	779.711
Concentration du mélange S	g/l	23.72
Volume V	m ³	1559.422
Surface horizontal Sh	m ²	519.807
Hauteur H	m	3
Diamètre D	m	25.73
La hauteur du cône (Hc)	m	3,8595
Volume du cône	m ³	668.73
Le digesteur		
Le débit des boues arrivant au digesteur Qd	m ³ /j	231.218
Temps de séjours Ts	j	15.6
Volume V	m ³	3607
Hauteur H	m	4
Surface horizontal Sh	m ²	901.75
Diamètre D	m	33.89
La quantité de matières sèches des boues fraîches Fg	tonne /j	6.9365
La quantité de matière organique dans la boue fraîche Fo	tonne /j	4.1619
La quantité du gaz produite Qgaz	m ³ /j	3397.85
La quantité moyenne du gaz Qgaz '	m ³ /j	2548.3875
La quantité du méthane QCH4	m ³ /j	1529.033
La quantité du gaz carbonique QCo2	m ³ /j	891.936
La quantité restante de gaz Qrest	m ³ /j	127.419
La quantité minérale dans les boues Fm	tonne /j	2.7746
La quantité de boues digérées Qr	m ³ /j	40.70
Lit de séchage		

Le volume de boues épandues sur chaque lit V_{lit}	m^3	120
Le volume des boues à extraire/ j V_e	m^3/j	205.527
Volume des boues épandues par lit et par an V_a	m^3	1800
Volume des boues à sécher par an V_{an}	m^3	75017.355
Nombre de lits nécessaire N_{lit}	/	42
Surface nécessaire S	m^2	12600

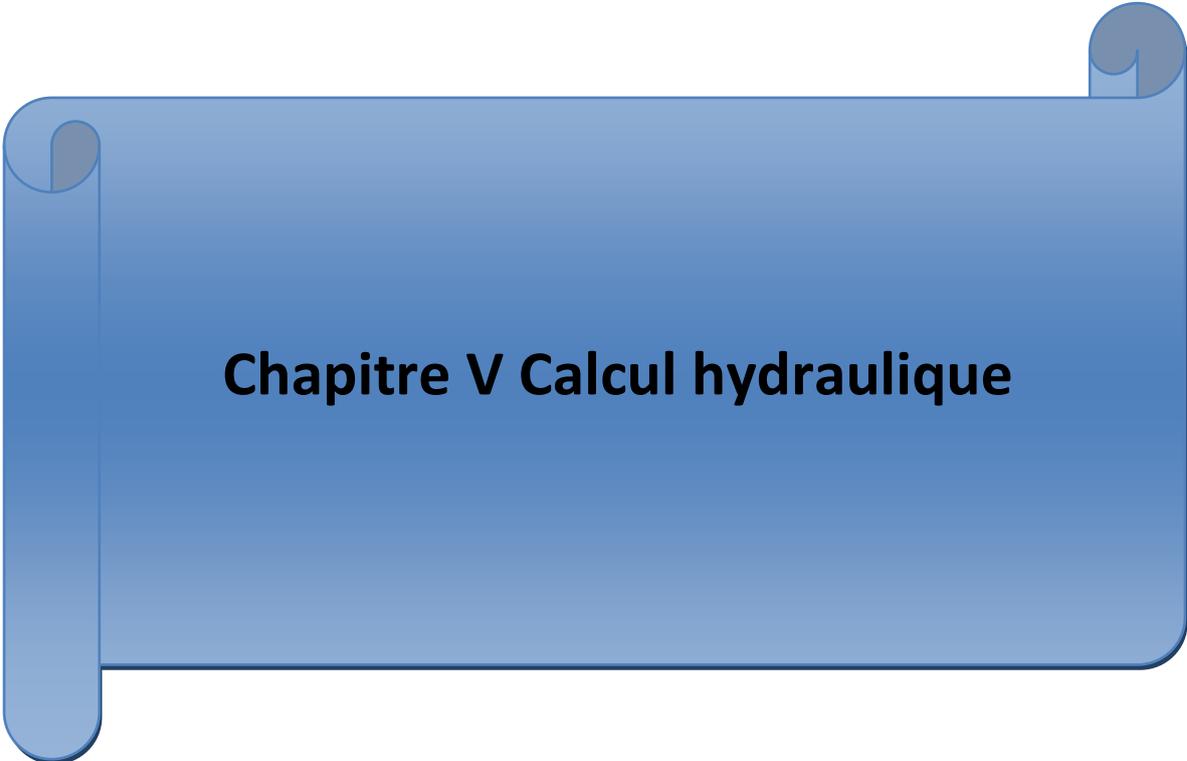
Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné les différents ouvrages de la station d'épuration des villes (MESSAAD et SELMANA), pour les deux horizons.

Le procédé biologique choisi pour traiter ces eaux usées est de type « boues activées à faible charge ». En effet, il présente de nombreux avantages, à savoir :

- Le taux d'élimination dépasse 90%.
- Les boues stabilisées produites ne nécessitent pas de traitement de pressage ;
- Faible production de boues.
- Pas de grande surface requise par rapport aux lagons naturels et aérés.

Dans la plupart des travaux, nous avons choisi des bassins circulaire (décanteurs, épaisseur), car cette forme facilite le mouvement du racleur (fond ou surface).



Chapitre V Calcul hydraulique

Introduction :

Les calculs hydrauliques comprennent la détermination des dimensions des différentes conduites de rejet, conduite de BY-PASS, conduite de fuite , et des caractéristiques dimensionnelles des collecteurs reliant les ouvrages de la station et les déversoir d'orage .

1. Dimensionnement des déversoirs d'orages :

On optera pour le déversoir d'orage à seuil latérale

Horizon 2040

- Le débit de pointe par temps sec : $Q_{pts} = 1973.79 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,55 \text{ m}^3 / \text{s}$
- Le débit pluvial $Q_{pl} = 3200 \text{ l/s} = 3.2 \text{ m}^3 / \text{s}$

Débit de collecteur principal :

$$Q_C = Q_{pts} + Q_{pl} = 3.2 + 0,55 = 3.75 \text{ m}^3 / \text{s}$$

A l'amont du déversoir :

Le diamètre du collecteur qui véhiculera le débit l'ea total en 2040 :

$$Q_c = 3.75 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$I = 1 \%$$

Et d'après l'abaque de Bazin (annexe I) :

$$\text{diamètre à l'entrée de déversoir : } D_e = 1200 \text{ mm}$$

$$\text{Débit à pleine section : } Q_{ps} = 3.78 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\text{vitesse à pleine section : } V_{ps} = 3.35 \text{ m/s}$$

Et d'après l'abaque de Bazin (annexe II):

$$\text{rapport des débits : } r_Q = Q_c / Q_{ps} = 0,99$$

$$\text{Hauteur de remplissage : } r_H = H_e / D_e = 0,82$$

$$H_e = 984 \text{ mm}$$

Rapport des vitesses : $rV = V/V_{ps} = 1,14$

$V = 3.82 \text{ m/s}$

A l'aval du déversoir :

$Q_{pte} = 1,64 \text{ m}^3 / \text{s}$

$I = 1 \%$

Et d'après l'abaque de Bazin (I) et (II) :

$D_s = 1000 \text{ mm}$

$Q_{ps} = 2.33 \text{ m}^3 / \text{s}$

$V_{ps} = 2,96 \text{ m/s}$

$rQ = 0,71$

$rH = H_s / D_s = 0,62 \quad H_s = 620 \text{ mm}$

$rV = 1,072 \quad V = 3.17$

1-1.Le débit déversé par le déversoir d'orage :

$Q_d = Q_c - Q_{ptp} = 3.75 - 1,64 = 2.11 \text{ m}^3 / \text{s}$

1-2.La hauteur d'entrée :

$H_e = 984 \text{ mm}$

1-3.La hauteur de sortie :

$H_s = 620 \text{ mm}$

1-4.La lame d'eau déversée :

$H_d = (984 - 620)/2 = 182 \text{ mm}$

1-5.largeur du seuil déversant :

$$b = (3 \times Q_d) / 2m (2g)^{1/2} H_d^{3/2}$$

Avec :

g : L'accélération de la pesanteur m^2 / s

m : Coefficient de débit dépend de la forme du seuil et varie également suivant la hauteur de la lame d'eau déversé pour les crêtes minces $m= 0,6$

$$b = [(3 \times 3.2) / 2 \times 0,6] (2 \times 9,81)^{1/2} (182 \times 10^{-3})^{3/2}$$

$$b = 2.75 \text{ m}$$

Horizon 2053 :

On dimensionne le déversoir d'orage avec la différence des débits des deux horizons : $QC = 3.99 \text{ m}^3/s$

$$D = 1500 \text{ mm}$$

Tableau V.1 : les dimensionnement de déversoir d'orage pour les deux horizons

Horizons	QC (m³/s)	He (mm)	Hs (mm)	Hd (mm)	b (m)	D(mm) (amont)	D(mm) (aval)
2040	3.75	984	620	182	2.75	1200	1000
2053	0.24	825	696	64.5	0.58	1500	1200

2. Dimensionnement de la conduite de fuite :

C'est une conduite qui sert à évacuer l'eau de pluie rejetée par le déversoir d'orage vers l'oued ainsi pour avoir un bon écoulement, cette conduite doit être en béton.

On prend : une pente de 1,2%

$$Q_d = 3.2 \text{ m}^3 / s$$

D'après l'abaque de Bazin (annexe I) :

- $D_d = 1200 \text{ mm}$
- $Q_{ps} = 4.15 \text{ m}^3 / s$
- $V_{ps} = 3.67 \text{ m/s}$

D'après l'abaque de Bazin (annexe II) :

$$rQ = 0,77$$

$$rH = 0,66$$

$$rV = 1,09$$

3. Dimensionnement de la conduite By-pass :**Horizon 2040 :**

Cette conduite est appelée à véhiculer un débit de $Q_{ptp} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$ sous une pente de 1,2% et elle devrait intervenir lors d'un danger sur la station et l'eau et dirige vers de le milieu récepteur.

$$Q_{ptp} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 1,2\%$$

D'après l'abaque de Bazin (annexe I):

$$D_s = 1000 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 2.55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 3.25 \text{ m/s}$$

D'après l'abaque de Bazin (annexe II) :

$$rQ = 0,64$$

$$rH = 0,59$$

$$rV = 1,05$$

Horizon 2053 :

$$Q_{ptp} = 2.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 1,2\%$$

D'après l'abaque de Bazin (annexe I):

$$D_s = 1200 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 3.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

$V_{ps} = 3.35 \text{ m/s}$

D'après l'abaque de Bazin (annexe II) :

$rQ = 0,63$

$rH = 0,58$

$rV = 1,05$

4. Profil hydraulique :

4-1.Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages :

Les Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages représent dans le tableau suivants :

Tableau V.2 : Côte du terrain naturel des points d'implantation des ouvrages

Désignation des ouvrages	Côte terrain naturel TN (m)
Dégrilleur	710
Dessableur – déshuileur	710
décanteur primaire	710
Bassin d'aération	710
Clarificateur	710
Bassin désinfection	710

4-2.Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages de la station d'épuration :

les parte de charge :

la formule de DARCY WEISBACH :

$$\Delta HT = 8 \lambda \frac{L * Q^2}{\pi^2 * g * D^2}$$

Avec :

ΔHT : la perte de charge totale (m)

L : Longueur de la conduite (m)

Q : Le débit au temps de pluie

D : Diamètre de la conduite (m)

λ : Coefficient perte de charge

C_{PA} : Côte du plan d'eau au point A (m)

C_{PB} : Côte du plan d'eau au point B (m)

4-2-1. Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :

Pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charge singulière :

$$Leq = 1,15 * L_{réelle}$$

Toute les canalisations seront dimensionnées de façon qu'on leur impose une pente de 1,2% pour un bon écoulement de l'eau et assurer l'autocurage minimale de 0,6 m/s et éviter l'abrasion pour les vitesses supérieure à 5 m/s.

le béton à une rugosité de 1 mm

Les longueurs sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau V.3 : Longueur de chaque tronçon

Ouvrage	Leq (m)	Lréelle (m)
Dégrilleur -(Dessableur- déshuileur)	11.5	10
(Dessableur –Déshuileur) – décanteur primaire	34.5	30
décanteur primaire– Bassin d'aération	23	20
Bassin d'aération – Clarificateur	36.8	32
Clarificateur – Bassin désinfection	57.5	50

4-2-2. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrage ainsi que les pertes de charge :

Horizon 2040 :

A. Conduite dégrilleur –dessableur :

$Q_{ptp} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'après l'abaque de bazin (I): $D = 1000 \text{ mm}$

$L_{eq} = 11,5 \text{ m}$

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{S}{D})^{-2}$$

le béton à une rugosité de 1 mm

$$\lambda = 0,02 \quad \Delta H = 8 * 0,02 \frac{11,5 * 1,64^2}{3,14^2 * 9,81 * 1^2} = 0,051 \text{ m}$$

B .Conduite dessableur – décanteur primaire:

$Q_{ptp} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'après l'abaque de bazin (I): $D = 1000 \text{ mm}$

$L_{eq} = 34,5 \text{ m}$

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{S}{D})^{-2}$$

le béton à une rugosité de 1 mm

$$\lambda = 0,02 \quad \Delta H = 8 * 0,02 \frac{34,5 * 1,64^2}{3,14^2 * 9,81 * 1^2} = 0,153 \text{ m}$$

C .Conduite décanteur primaire –bassin d'aération:

$Q_{ptp} = 1,64 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'après l'abaque de bazin (I): $D = 1000 \text{ mm}$

$L_{eq} = 23 \text{ m}$

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{S}{D})^{-2}$$

le béton à une rugosité de 1 mm

$$\lambda = 0,02 \quad \Delta H = 8 * 0,02 \frac{23 * 1,64^2}{3,14^2 * 9,81 * 1^2} = 0,102 \text{ m}$$

D .Conduite bassin d'aération – clarificateur :

Q_{ptp} = 1,64 m³ /s et d'après l'abaque de bazin (I): D = 1000 mm

Leq = 36.8 m

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{S}{D})^{-2}$$

le béton à une rugosité de 1 mm

$$\lambda = 0,02 \quad \Delta H = 8 * 0,02 \frac{36.8 * 1.64^2}{3.14^2 * 9,81 * 1^2} = 0,164 \text{ m}$$

E .Conduite clarificateur– bassin de désinfection :

Q_{ptp} = 1,64 m³ /s et d'après l'abaque de bazin (I): D = 1000 mm

Leq = 57.5 m

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{S}{D})^{-2}$$

le béton à une rugosité de 1 mm

$$\lambda = 0,02 \quad \Delta H = 8 * 0,02 \frac{57.5 * 1.64^2}{3.14^2 * 9,81 * 1^2} = 0,256 \text{ m}$$

Horizon 2053 :

on calcul pour Q_{ptp} = 2.37 m³ /s

Tableau V.4 : les diamètres des conduites et les pertes de charge pour les deux horizons

Désignation	Horizon 2040		Horizon 2053	
	diamètres (mm)	pertes de charge (m)	diamètres (mm)	pertes de charge (m)
dégrilleur – dessableur	1000	0,051	1200	0.107
dessableur – décanteur primaire	1000	0,153	1200	0.321

décanteur primaire – bassin d’aération	1000	0,102	1200	0.214
bassin d’aération – clarificateur	1000	0,164	1200	0.342
clarificateur– bassin de désinfection	1000	0,256	1200	0.534

4-3.Calcul des côtes piézométriques des différents ouvrages :

la formule de Bernoulli:

$$P_1 / (\rho * g) + v_1 / (2g + Z_1) = P_2 / (\rho * g) + v_2 / (2g + Z_2) + \Delta H_{1-2}$$

Avec :

$P / (\rho * g)$: Energies de pression

$v / 2g$: Energies cinétiques

ΔH : Pertes de charges dans le tronçon

La variation de la vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées, d'où l'équation :

$$P_1 / (\rho * g) = P_2 / (\rho * g) + \Delta H_{1-2}$$

On pose $P_1 / \rho * g = H_1$ et $P_2 / \rho * g = H_2$

$C_{P1} = H_1 + Z_1$: Côte piézométrique au point 1

$C_{P2} = H_2 + Z_2$: Côte piézométrique au point 2

4-3-1Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les côtes piézométriques :

A .Côte piézométrique du dégrilleur :

$Z_d = \text{côte terrain du radier} = 710 \text{ m}$

La hauteur d'eau dans le dégrilleur est de $H_d = 1.2 \text{ m}$

D'où :

$$C_{pd} = Z_d + H_d = 710 + 1.2 = 711.2 \text{ m}$$

B .Côte piézométrique du dessableur – déshuileur :

La hauteur d'eau dans le dessableur –déshuileur est de 2 m

$$Z_{d-d} = H_d + Z_d - H_{d-d} - \Delta H_{d-d-d}$$

$$Z_{d-d} = 1.2 + 710 - 2 - 0,051 = 709.149 \text{ m}$$

$$C_{pd-d} = Z_{d-d} + H_{d-d} = 709.149 + 2 = 711.149 \text{ m}$$

C .Côte piézométrique de décanteur primaire :

La hauteur d'eau dans le décanteur primaire est de 3.5 m

$$Z_{d-p} = H_{d-d} + Z_{d-d} - H_{d-P} - \Delta H_{d-d-d-P}$$

$$Z_{d-p} = 2 + 709.149 - 3.5 - 0,153 = 707.496 \text{ m}$$

$$C_{pd-P} = Z_{d-P} + H_{d-P} = 707.496 + 3.5 = 710.996 \text{ m}$$

D .Côte piézométrique de bassin d'aération :

La hauteur d'eau dans le décanteur primaire est de 4 m

$$Z_{b-a} = H_{d-p} + Z_{d-p} - H_{b-a} - \Delta H_{d-p-b-a}$$

$$Z_{b-a} = 3.5 + 707.496 - 4 - 0,102 = 707.194 \text{ m}$$

$$C_{pb-a} = Z_{b-a} + H_{b-a} = 707.194 + 4 = 711.194 \text{ m}$$

E .Côte piézométrique de clarificateur :

La hauteur d'eau dans le décanteur primaire est de 3 m

$$Z_c = H_{b-a} + Z_{b-a} - H_c - \Delta H_{b-a-c}$$

$$Z_c = 4 + 707.194 - 3 - 0,164 = 708.03 \text{ m}$$

$$C_c = Z_c + H_c = 708.03 + 3 = 711.03 \text{ m}$$

F .Côte piézométrique de bassin de désinfection :

La hauteur d'eau dans le décanteur primaire est de **3 m**

$$Z_{b-d} = H_c + Z_c - H_{b-d} - \Delta H_{c-b-d}$$

$$Z_{b-d} = 3 + 708.03 - 3 - 0,256 = 707.774 \text{ m}$$

$$C_{b-d} = Z_{b-d} + H_{b-d} = 707.774 + 3 = 710.774$$

Tableau V.5 : les diamètres des conduites et les pertes de charge pour les deux horizons

Désignation	Horizon 2040		Horizon 2053	
	Hauteur d'eau (m)	Côte piézométrique (m)	Hauteur d'eau (m)	Côte piézométrique (m)
Dégrilleur	1.2	711.2	1.2	711.2
Dessableur – Déshuileur	2	711.149	2	711.093
décanteur primaire	3.5	710.996	3.5	710.772
Bassin d'aération	4	711.194	4	710.558
Clarificateur	3	711.03	3	710.216
Bassin de désinfection	3	710.774	3	709.682

Conclusion :

Le calcul hydraulique effectué concernant la STEP a permis de :

- Déterminer les cotes terrains naturels des ouvrages .
- Déterminer les longueurs, les diamètres et les vitesses des conduites entre ces ouvrages.
- Calculer les pertes de charge.
- Calculer les côtes piézométriques dans chaque point.

A blue scroll graphic with a gradient from light to dark blue. It has a vertical strip on the left side and a small circular tab on the top right corner. The text is centered on the scroll.

Chapitre VI Gestion d'exploitation de la station d'épuration

Introduction :

Une station d'épuration est un dispositif destiné à traiter les eaux usées afin de les purifier avant qu'elles ne soient rejetées dans l'environnement ou réutilisées dans les secteurs agricoles ou industriels.

La gestion opérationnelle des stations d'épuration des eaux usées est essentielle pour assurer leur fonctionnement normal et le respect des normes environnementales.

1. La gestion de la station d'épuration :

La gestion de la station d'épuration consiste à superviser et à maintenir le fonctionnement optimal de l'installation de traitement des eaux usées.

2. Les objectifs de la gestion de la STEP

- Connaître les responsabilités des employés.
- Sensibilisation et communication.
- Comprendre les technologies de traitement de l'eau, des boues et de l'air.
- Planification et développement futurs.

3. Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration :

Le tableau ci-dessous explique comment les individus et les techniciens contribuent au bon fonctionnement de la STEP

Tableau VII -1 : Les rôles des personnes dans la STEP

Personnels	Rôles
Le chef de la station	Tâches administratives (organisation du personnel)
Technicien de laboratoire	Responsable des analyses et des échantillonnages
Electromécanicien	Dépannage de tous les départements
Des ouvriers	Maintenance simple du secteur
Agent d'exploitation	Maintenance de lignes simples
Des gardiens	Sécuriser STEP 24/7

4. Le chef d'exploitation de la station d'épuration :

Le chef d'exploitation de la station d'épuration est responsable de la gestion et de la supervision des opérations de la station d'épuration , il est responsable de :

- Suivi de la performance.
- Communication et relations publiques.
- Formation du personnel.
- Assure de l'application des procédures et règles sécurité, d'hygiène, qualité et environnement.

5. L'entretien et le suivi des équipements de la station d'épuration :**5-1.Dégrilleur :**

L'entretien du dégrilleur, qui est une composante essentielle d'une station d'épuration des eaux usées, est nécessaire pour assurer son bon fonctionnement et éviter les obstructions qui pourraient perturber le processus de traitement des eaux usées ; Voici les principes de L'entretien de dégrilleur :

- Nettoyage manuel.
- Rinçage à l'eau (Après le nettoyage manuel, il est généralement recommandé de rincer la grille à l'eau pour éliminer tout résidu ou particule restante).
- Lubrification et maintenance mécanique.
- Inspection régulière.
- Enregistrement des données.

5-2.Dessableur-déshuileur :

Un bon entretien du dessableur est un aspect essentiel du fonctionnement de la STEP. Le but du dessableur est d'éliminer les particules de sable et de gravier des eaux usées, ce qui sert de mesure de protection des équipements en aval et de préservation de l'efficacité du traitement ; Voici les principes de L'entretien de Dessableur-déshuileur :

- vérifier quotidiennement le niveau du sable dans les puisards.

-Extraction des sables et stockage sur une aire d'égouttage.

-assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.

5-3.Décanteur primaire :

Un bon entretien des bassins de décantation primaires contribuera à maintenir une usine de traitement des eaux usées efficace et à éviter des pannes coûteuses. Il est important de suivre un programme d'entretien régulier pour garantir la performance continue de cette partie essentielle du processus d'épuration des eaux usées ; les principe de L'entretien de Décanteur primaire :

-Analyse de la qualité de l'eau.

-Entretien mécanique.

-Suivi de la performance.

Il est fortement conseillé de contourner ce travail lorsque l'installation est sous-chargée et possible. Dans ce cas, il est important de s'assurer du bon fonctionnement de l'étape de prétraitement et de contrôler l'aération dans le bassin d'aération.

5-4.bassin biologique (boues activées) :

L'entretien et la surveillance réguliers des bassins biologiques sont essentiels pour garantir un traitement efficace et le respect de la réglementation environnementale en vigueur ; le principe de L'entretien de bassin biologique:

- Nettoyage du matériel.

-Maintenance annuelle.

-Analyse des eaux usées traitées.et Surveillance des concentrations des boues dans le bassin.

- Faire le tour pour détecter d'éventuelles anomalies (odeur, couleur, écoulement, départ de boues).

5-5.décanteur secondaire (clarificateur) :

Les décanteurs secondaires sont conçus pour séparer les matières en suspension restant dans l'eau traitée afin de produire de l'eau clarifiée. les principe de L'entretien de décanteur centrifuge :

- Analyse de l'eau clarifiée.

- Gardez le clarificateur propre.
- inspections visuelles régulières du décanteur secondaire
- Surveillance 1 à 2 fois / semaine

5-6.Désinfection des eaux épurées :

- Maintenir la propreté.
- Suivre les consignes de sécurité.
- N'utilisez jamais d'eau dans un circuit contenant du chlore.
- Analyse de la qualité de l'eau.
- Stocker correctement les produits chimiques.
- plan d'urgence.
- Surveillance régulière.

5-7.Epaississeur :

- Vérifier et enregistrer quotidiennement la valeur pH des eaux de trop-plein et des boues concentrées.
- Noter la quantité de boues retirées de l'épaississeur.
- Maintenir la propreté.

5-8.Lits de séchage :

- Contrôle des odeurs .
- La gestion des déchets .
- Renouveler la couche superficielle avec du sable propre.
- Les lits de séchage doivent être remplacés tous les deux ans.

6. Les risques :**6-1.Infection :**

Il existe des risques potentiels d'infection lors de la manipulation et de l'élimination des eaux usées, qui peuvent contenir des agents pathogènes, des bactéries, des virus et d'autres micro-organismes nocifs pour la santé humaine ; voici quelques-uns des principaux risques d'infection dans les stations d'épuration des eaux usées :

- Contact direct avec les eaux usées.
- Inhalation de gouttelettes d'eau contaminées.
- Traitement des boues d'épuration.
- Les polluants chimiques.
- manque d'hygiène personnelle.

Pour minimiser le risque d'infection dans les stations d'épuration des eaux usées, il est important de prendre des mesures de sécurité appropriées, notamment :

- Surveillance médicale régulière des travailleurs à risque d'infection.
- Élaborer un plan d'urgence en cas d'accident ou d'exposition.
- Faites-vous vacciner et envisagez un rappel.

6-2.Produit dangereux :

Certaines unités de traitement intègrent dans leurs procédés des produits dangereux comme le chlorure ferrique et des polymères ; Voici quelques-uns des principaux risques de Produit dangereux dans une station d'épuration :

- Émissions de gaz toxiques.
- pas assez d'espace de stockage.
- Accidents et déversements.

Pour réduire les risques liés aux produits dangereux dans les stations d'épuration :

-stocker les produits chimiques de manière sûre et de surveiller en permanence les conditions de sécurité.

-Porter les équipements de protection individuelle nécessaires.

6-3.Dangers mécaniques :

Voici quelques-uns des principaux risques de risques mécaniques dans les stations d'épuration:

-Machines et équipements lourds.

- Chute d'objets.

-électrocution.

- Déplacer des matériaux.

-Entretien et réparation.

Pour minimiser les risques de risques mécaniques dans les stations d'épuration des eaux usées:

-Stocker correctement les outils.

- Fermer les regards après chaque intervention.

Conclusion :

La gestion d'exploitation d'une station d'épuration vise à garantir le fonctionnement optimal des installations de traitement des eaux usées. Cela comprend la maintenance, la surveillance, le respect des normes environnementales et l'efficacité des ressources pour préserver l'environnement et fournir des services d'assainissement de qualité

Conclusion générale

La zone d'étude se caractérise par un climat semi-aride qui pose d'importants défis environnementaux et économiques, avec des précipitations irrégulières, des précipitations annuelles relativement faibles et un déficit du bilan hydrique tout au long de l'année. Il s'agit d'un enjeu de plus en plus important compte tenu de la demande croissante en eau due aux changements climatiques et à une croissance démographique importante, ainsi qu'aux évolutions majeures des équipements.

Le but de cette étude était de dimensionner une station d'épuration des eaux usées des communes de MESSAAD et SELMANA afin d'obtenir une eau pure répondant aux normes fixées par la législation et pouvant ensuite être réutilisée dans l'agriculture ou pour la recharge artificielle des aquifères. Il s'agit de réduire l'utilisation irrationnelle de l'eau potable, ce qui contribue à éliminer la crise de pénurie d'eau potable.

Un autre bénéfice de cette action est la protection de l'environnement contre la pollution et les maladies transmises par l'eau contaminée. et résoudre le problème de pollution de l'Oued MESSAAD.

Le présent travail, nous a permis aussi de contribuer à l'élaboration d'une méthodologie qui pourra servir de guide pour les futurs Ingénieurs.

Références bibliographiques

- 1-A, Gaïd. Epuration biologique des eaux usées urbaines, tome 1 et 2, OPU, Alger , (1984).
- 2-Degremont, Mémonto technique de l'eau : T. 1.- 10e ed.- Paris : Degrémont, 2005.
- 3-Direction des ressources en eau Djelfa (DRE)
- 4-Guendouz et Mekki, Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville de Sidi – Aich (Béjaia). Mémoire de Master promotion 2018/2019.
- 5-HCDS-BNEDER, 2004
- 6-Mara, D., & Pearson, H. W. Waste Stabilisation Ponds: Principles of Wastewater Treatment. IWA Publishing. (1998)
- 7-Melek, M et Abdoulmoumouni, B. utilisation des cladodes du figuier de barbarie dans le traitement des eaux usées. Mémoire de Master promotion 2019/2020.
- 8-Monographie de Djelfa, 2022
- 9-M'zyene, M et Ouali, H. Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville côtière d'Iflissen. Mémoire de Master promotion 2019/2020 .
- 10-Sebaa, Conception d'une STEP des eaux usées de la commune d'Oued Rhiou (Wilaya de Relizane) en vue de leur réutilisation en irrigation. MFE (ingénieur) E.N.S.H. Novembre 2020.
- 11-Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. McGraw-Hill Education. (2003).
- 12-Ahmed Benmalek et al, État de lieux des traitements des eaux usées dans les régions arides https://www.researchgate.net/publication/361738438_Etat_de_lieux_des_traitements_des_eaux_usées_dans_les_regions_arides
- 13-Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) : <https://www.inrae.fr/actualites/>
- 14-l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) <https://www.who.int>

Liste des abréviations

STEP: Station d'épuration

MVS : matières volatiles en suspension

MES : Matières en Suspensions

MMS : Matières Minérales

DBO5 : demande biologique en oxygène durant 5 jours

DCO : demande chimique en oxygène

EH : Equivalent-Habitant

CV : Charge Volumique

Cm : Charge Massique

DRE : Direction de la ressource en eau

PH : potentiel hydraulique

DVO : déversoirs d'orage

Rc : Calcaires dolomites durs

2 rc : Calcaire friable

r m : Conglomérats

oa : Argiles

TI : très instable

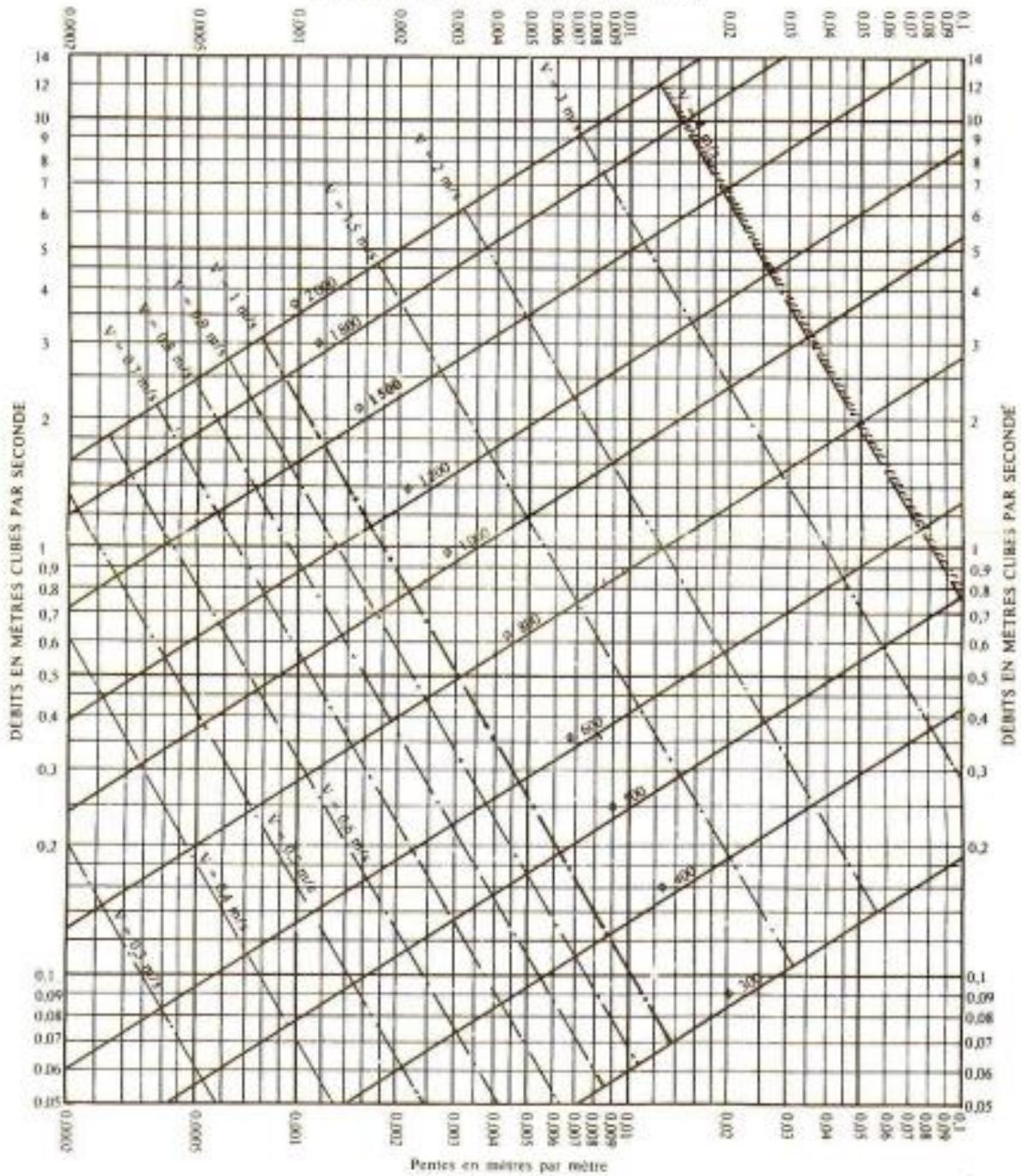
MS : moyennement stable

I : instable

S : stable

Annexe I

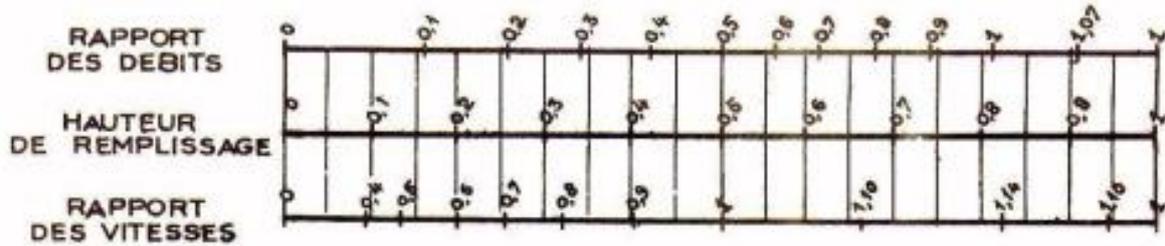
RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires - Formule de Bazin)



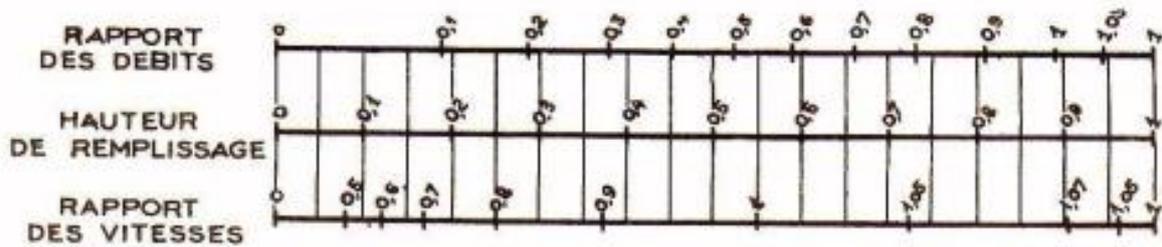
Annexe II

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE (d'après la formule de Bazin)

a) *Ouvrages circulaires*



b) *Ouvrages ovoïdes normalisés*



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section