

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMÉRI DE TIZI-OUZOU



FACULTÉ DU GÉNIE DE LA CONSTRUCTION  
Département d'Hydraulique

*Filière : Hydraulique*

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

Présenté pour Obtenir le Diplôme de Master

*Spécialité : Ouvrages Hydrauliques*

Thème

**DIMENSIONNEMENT DE LA STATION  
D'ÉPURATION DES EAUX USEES DE LA  
COMMUNE BIREL ATER**

Réalisé par :

*Mr FELLAH Salim*

*Mr YESSAH Smail*

Encadré Par :

*Mr AMOUR Abdellah*

Soutenu le 04/07/2024



# Remerciement

Nous remercions Dieu le tout-puissant, pour nous avoir donné la santé, le courage, et la volonté d'étudier et de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre promoteur Mr AMOUR.A. Pour ses orientations et ses merveilleuses conseils et aussi à Mr ZAMOUM.S et Mr BOUHALI.S.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.

Nos remerciements vont également à tout le personnel de :

- La Sarl HYBACO en particulier Mr.Ait si amer .H

Nos remerciements vont également à tous les enseignants et le personnel du département d'hydraulique.

Nous tenons à exprimer tout au fond de nos cœurs les reconnaissances à nos familles qui nous ont offert toujours un appui sûr par leurs soutiens et leurs encouragements. Nos plus vifs remerciements vont également à tous nos amis (es).

À tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

**Merci à tous**





# Dédicace



Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements pour ce modeste travail, en signe de reconnaissance et de respect à mes chers membres de famille, à qui je serai éternellement reconnaissant :

- À mon père, Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.
- À ma mère, qui a oeuvré pour ma réussite et s'est toujours sacrifiée pour moi, elle m'a toujours soutenu et m'a donné l'espoir de continuer, avec son amour, son affection et sa présence dans ma vie. Puisse Dieu leur accorder une longue vie, afin qu'ils puissent ressentir toute ma gratitude envers eux. et l'attention voulue.
- À mes chers frères : Amokrane, Brahim, qui m'ont toujours inspiré et incité à avancer dans la vie.
- À ma douce soeur : Ouarda, qui m'a soutenu avec tous les moyens et qui n'a jamais cessé de me donner de précieux conseils.
- À mes neveux : Ilyes, Youcef, à qui je souhaite une vie de bonheur et de la réussite.
- À ma nièce : ma princesse Amel, que Dieu te protège et te réserve une vie paradisiaque.
- À mon éternel ami : Lounes, j'espère me voir dans ta dédicace l'année prochaine je te souhaite les merveilles du monde et de l'au-delà.

Smail





# Dédicace



❖ À ma mère et mon père,

Merci pour votre amour inconditionnel, votre soutien indéfectible et vos encouragements tout au long de mon parcours. Vous avez toujours cru en moi et m'avez donné les moyens de réussir. Ce mémoire vous est dédié avec toute ma gratitude et mon affection.

❖ À mes sœurs et frères,

Merci d'avoir été présents à mes côtés, de m'avoir épaulé et de m'avoir fait rire dans les moments difficiles. Votre complicité et votre amour fraternel ont été une force pour moi.

❖ À ma copine,

Merci d'avoir partagé cette aventure à mes côtés, de m'avoir soutenu, réconforté et motivé quand j'en avais besoin. Ton amour et ta présence ont été un véritable réconfort.

❖ À mes amis et camarades de la promo,

Merci pour ces années inoubliables passées ensemble, pour les fous rires, les moments de doute et de joie partagés. Vous avez rendu cette expérience unique et enrichissante.

❖ À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin,

Merci pour votre aide précieuse, vos conseils avisés et votre générosité. Votre contribution a été essentielle à la réalisation de ce mémoire.

❖ Ce travail est le fruit de vos efforts et de votre soutien. Je vous en suis infiniment reconnaissant.

*Salim FELLAH*



## Sommaire

Introduction générale .....	1
I. Chapitre I Présentation de la zone d'étude .....	2
I.1 - Introduction .....	3
I.2 - Situation géographique .....	3
I.3 - Situation topographique .....	4
I.4 - Situation démographique.....	5
I.5 - Situation hydrogéologique .....	5
I.6 - situation hydraulique .....	5
I.7 - Climat .....	6
I.7.1 - Température moyenne à Bir el Ater .....	6
I.7.2 - La pluviométrie.....	7
I.7.3 -Les ressources en eaux.....	8
I.7.4 -Les infrastructures techniques .....	9
I.8 - Présentation du site d'implantation de la station D'EPURATION .....	9
I.7- Conclusion.....	10
II. Chapitre II Les eaux usées et procédés d'épuration .....	11
II.1 - Introduction .....	12
II.2.1 -Les eaux usées domestique.....	12
II.2.2 - Les eaux usées industrielles .....	12
II.2.3 - Les eaux usées agricole .....	13
II.3 -Paramètre des eaux usées .....	13
II.3.1 -Les paramètres organoleptiques.....	13
II.3.2 -Les paramètres physico-chimiques .....	13
II.3.3 -Les paramètres microbiologiques .....	14
II.4 -Méthode de traitement .....	16
II.4.1 -Le prétraitement .....	16
II.4.2 -Le traitement primaire .....	17
II.4.3 -Traitement biologique.....	18
II.4.3.1 -Les boues activées .....	18
II.4.3.2 -Les lits bactériens.....	18
II.4.3.3 -Les bio-filtres.....	19
II.4.3.4 - Le réacteur BioCarb.....	19
II.4.4 -La clarification .....	20

II.4.5	-Traitement des boues .....	20
II.4.5.1	-L'épaississement .....	21
II.4.5.2	-La déshydratation .....	21
II.4.5.3	-Le séchage.....	22
II.4.5.4	- La stabilisation des boues .....	23
II.5	-Les normes de rejet.....	24
II.6	-Conclusion.....	25
III.	Chapitre III Evaluation des charges hydrauliques et polluantes .....	26
III.1	-Introduction .....	27
III.2	-Echantillonnage.....	27
III.2.1	-Point de prélèvement.....	27
III.2.2	-Résultat .....	27
III.3	-Calcul de la population pour les différents horizons .....	29
III.4	- Estimation des besoins en eau .....	29
III.4.1	-Besoins en eau des habitants .....	29
III.4.2	-Besoins en eau des équipements .....	30
III.5	-Estimation des débits des eaux usées rejetées .....	31
III.5.1	-Calcul des débits des eaux usées domestique.....	31
III.5.2	-Calcul des débits des eaux usées des équipements .....	32
III.5.3	-Calcul du débit des eaux usées total .....	33
III.5.4	-Calcul du débit de pointe .....	33
III.5.5	-Débit de pointe par temps sec .....	33
III.5.6	Débit de pointe en temps de pluie .....	34
III.5.7	-Débit diurne .....	34
III.6	-Calcul des charges polluantes .....	35
III.7	-Critères techniques de la variante d'épuration .....	36
III.7.1	-Le rendement d'épuration .....	36
III.7.2	-La fiabilité.....	37
III.7.3	-Choix de la variante d'épuration .....	37
III.7.3.1	-Présentation des systèmes d'épuration .....	38
III.7.3.2	-Paramètres de fonctionnement du processus .....	38
III.8	-Conclusion.....	39
IV.	Chapitre IV Dimensionnement de la station d'épuration .....	40
IV.1	-Introduction .....	41

IV.2	-Déversoir d'orage .....	41
IV.3	-Le prétraitement .....	43
IV.3.1	-Le dégrillage .....	43
IV.3.2	-Dessablage déshuilage .....	45
IV.4	-Traitement primaire .....	47
IV.4.1	-Dimensionnement de décanteur primaire .....	47
IV.5	-Le traitement secondaire. ....	49
IV.5.1	-Dimensionnement du bassin d'aération. ....	49
IV.5.1.1	-Calcul des caractéristiques du bassin d'aération.....	50
IV.5.1.2	-Calcul des différentes charges et concentrations :.....	50
IV.5.1.3	-Besoins en oxygène :.....	51
IV.5.1.4	-Calcul des caractéristiques de l'aérateur : .....	53
IV.5.1.5	-Bilan de boues :.....	53
IV.5.1.6	-Calcul du clarificateur (décanteur secondaire) :.....	56
IV.6	-Traitement tertiaire (désinfection) :.....	58
IV.6.1	-Evaluation de la quantité de l'hypochlorite de sodium nécessaire .....	58
IV.6.2	-Dimensionnement du bassin de désinfection : .....	58
IV.7	-Traitement des boues :.....	59
IV.7.1	-L'épaississeur : .....	59
IV.7.1.1	-Calcul des démentions de l'épaississeur : .....	60
IV.7.2	-Stabilisateur aérobie : .....	61
IV.7.2.1	-Dimensionnement du bassin de stabilisation :.....	62
IV.7.3	-Lits de séchage : .....	63
IV.7.3.1	-Calcul des lits de séchage :.....	63
IV.8	-Relevage .....	65
IV.8.1	-Dimensionnement du puisard .....	65
IV.8.2	-La conduite de refoulement .....	66
IV.8.3	-Calcul de la hauteur manométrique de la pompe .....	66
IV.9	-Profil hydraulique.....	67
IV.9.1	-Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages .....	68
IV.9.2	-Calculs des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques ....	70
IV.10	-Conclusion .....	73
	Conclusion générale .....	74

## Liste des figures

<i>Figure I-1 : Situation géographique de la commune BIR EL ATER</i>	3
<i>Figure I-2 : Carte topographique de Bir el Ater.</i>	4
<i>Figure I-3 : Température haute et basse à Bir El Ater</i>	7
<i>Figure I-4 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Bir El Ater</i>	8
<i>Figure I-5 : Site d'implantation de la STEP Bir el ater.</i>	10
<i>Figure II-1 : Schéma de principal des étapes de prétraitement des eaux usées.</i>	16
<i>Figure II-2 : dégrilleur.</i>	16
<i>Figure II-3 : Schéma de la filière dessableur déshuileur.</i>	17
<i>Figure II-4 : Schéma de la filière boues activées</i>	18
<i>Figure II-5 : Schéma de la filière lit bactérien (Bettach, 2013)</i>	19
<i>Figure II-6 : Schéma de la filière bio-filtres</i>	19
<i>Figure II-7 : Schéma de la filière clarification (Alyssa, D. 2015)</i>	20
<i>Figure II-8 : Épaississeur statique.</i>	21
<i>Figure II-9 : Décanteur centrifuge à vis convoyeuse.</i>	22
<i>Figure II-10 : Guide Visuel de la structure des Couches d'une géomembranes.</i>	22
<i>Figure II-11 : Lit de séchage et séchage solaire.</i>	23

## Liste des tableaux

<b>Tableau I-1:</b> Répartition de la population résidente des ménages ordinaires et collectifs _____	5
<b>Tableau I-2:</b> Température à Bir el Ater _____	6
<b>Tableau I-3:</b> Pluie moyenne à Bir el Ater _____	8
<b>Tableau II-1:</b> Les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (JORA, 2012)._____	25
<b>Tableau III-1:</b> Bulletin d'analyses eau usée brute point de rejet final des eaux usées domestiques de la commune de Bir El Ater wilaya de Tébessa. _____	28
<b>Tableau III-2:</b> Evolution de la population future de différentes agglomérations. _____	29
<b>Tableau III-3:</b> Variation des besoins domestique du chef-lieu. _____	30
<b>Tableau III-4:</b> Variation des besoins domestique du centre Oglat Echham. _____	30
<b>Tableau III-5:</b> Variation des besoins domestique de la zone éparse. _____	30
<b>Tableau III-6:</b> Variation des besoins des équipements du centre chef-lieu. _____	31
<b>Tableau III-7:</b> Variation des besoins des équipements du centre Oglat Echham. _____	31
<b>Tableau III-8:</b> Variation des besoins des équipements du centre zone éparse. _____	31
<b>Tableau III-9:</b> Variation des besoins et des rejets domestiques du chef-lieu. _____	32
<b>Tableau III-10:</b> Variation des besoins et des rejets domestiques du centre Oglat Echham. _____	32
<b>Tableau III-11:</b> Variation des besoins et des rejets domestiques du centre zone éparse. _____	32
<b>Tableau III-12:</b> Variation des besoins et des rejets des équipements du chef-lieu. _____	33
<b>Tableau III-13:</b> Variation des besoins et des rejets des équipements du centre Oglat Echham. _____	33
<b>Tableau III-14:</b> Variation des besoins et des rejets des équipements du centre zone éparse. _____	33
<b>Tableau III-15:</b> Rejet total en eaux usées de la région d'étude. _____	33
<b>Tableau III-16:</b> Charges polluantes journalières. _____	36
<b>Tableau III-17:</b> Avantages et inconvénients des systèmes d'épuration. _____	38
<b>Tableau III-18:</b> Paramètres de fonctionnement des différents processus. _____	39
<b>Tableau IV-1:</b> Les valeurs de $\delta$ . _____	45
<b>Tableau IV-2:</b> pourcentage des MVS. _____	47
<b>Tableau IV-3:</b> les valeurs de la vitesse limite en fonction de $k$ . _____	48
<b>Tableau IV-4:</b> dimensions du décanteur primaire pour l'horizon 2054.. _____	49
<b>Tableau IV-5:</b> Les valeurs moyennes des paramètres $a'$ et $b'$ . _____	52
<b>Tableau IV-6:</b> Les valeurs moyennes des paramètres $a_m$ et $b$ . _____	54
<b>Tableau IV-7:</b> Résultats de calcul d'aérateur pour l'horizon 2054. _____	58
<b>Tableau IV-8:</b> Résultats de calcul du bassin de désinfection pour l'horizon 2054. _____	59
<b>Tableau IV-9:</b> Les résultats de dimensionnement de l'épaisseur, stabilisateur aérobie et lit de séchage _____	65
<b>Tableau IV-10:</b> Les valeurs de $K$ , $m$ et $\theta$ . _____	67
<b>Tableau IV-11 :</b> caractéristique de la pompe choisie. _____	67
<b>Tableau IV-12 :</b> côtes du terrain naturel des ouvrages. _____	68
<b>Tableau IV-13 :</b> longueurs réelles des conduites reliant les ouvrages. _____	69
<b>Tableau IV-14 :</b> différentes côtes des ouvrages. _____	73

# Introduction générale

---

## Introduction générale

L'eau, cette source de vie, est l'une des ressources naturelles les plus sensibles à la pollution.

Elle est largement gaspillée et polluée à l'échelle planétaire, se raréfiant peu à peu et sa qualité diminue.

Aujourd'hui, la demande en eau potable varie de 100 à 200 litres par habitant et par jour, la demande en eau pour les activités industrielles est énorme cela crée une pollution supplémentaire causée par les activités humaines. Cette eau polluée s'écoule chaque jour dans les lacs et les rivières.

La préservation de la qualité de l'oued, ainsi que des aquifères, principales ressources hydriques de la commune de Bir El Ater, nécessite l'installation d'une station d'épuration afin d'éliminer les rejets d'eau usées. Cette mesure permettra, d'une part, de minimiser les ressources superficielles et souterraines de la zone et ainsi de minimiser les risques d'émergence de maladies infectieuses et, d'autre part, la possibilité de réutiliser l'eau au profit de l'agriculture et même les boues d'épuration à d'autres fins.

Dans le cadre de notre étude, nous allons concevoir une station d'épuration par boue activée destinée à traiter les eaux usées de la ville de Bir El Ater avant de les rejeter dans l'oued. Pour ce faire, notre travail est structuré comme suit :

- ✓ Dans le chapitre I, nous présentons la ville de Bir El Ater ainsi que ces différentes caractéristiques (géographiques, démographiques, climatologiques, ...).
- ✓ Dans le chapitre II, nous présentons l'origine et la nature des eaux usées ainsi que nous citerons les procédés d'épuration.
- ✓ Le chapitre III, nous l'avons consacré à l'évaluation des charges hydrauliques et polluantes .
- ✓ Le chapitre IV consiste à dimensionner la future station d'épuration pour l'horizon 2054.

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





### I.3 - Situation topographique

En termes d'altitude, la région de Bir el-Ater varie de 329 mètres à 1 482 mètres. L'altitude moyenne est de 740 mètres. Ces variations d'altitude contribuent à la diversité du paysage et de l'écosystème de la région.

La situation topographique de Bir el-Ater peut être décomposée comme suit :

Zone de plaines : Au nord de Bir el-Ater se trouve une plaine. L'agriculture était florissante au temps des romains. De nos jours, le sol est sec et peu fertile. La végétation est essentiellement constituée de touffes d'alfa<sup>123</sup>. Zone de collines et piémonts : Le paysage devient plus accidenté avec quelques pitons et des oueds asséchés qui creusent de nombreux canyons ocre jaune. En continuant vers Negrine, la végétation se fait de plus en plus rare et le terrain est constitué de terres blanches et de rochers.

Zone de montagnes : Au sud, se situe le Djebel Onk, orienté nord-est sud-ouest, il abrite des mines de phosphates.

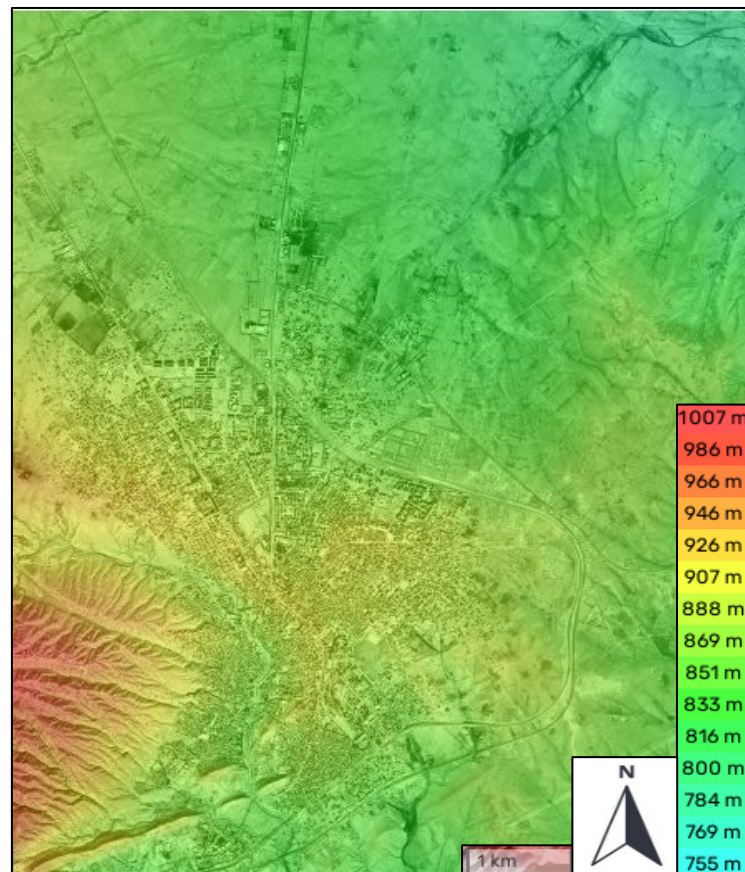


Figure I-2 : Carte topographique de Bir el Ater [1].

#### I.4 - Situation démographique

Afin d'estimer les volumes d'eaux résiduaires domestiques à traiter, il est indispensable de connaître la démographie de la zone d'étude.

Selon le service technique de la commune de Bir El Ater, la population est de 77727 habitants et le taux d'accroissement est de 2.9 (1998 – 2008).

Toujours selon le même service, la population est répartie comme suit :

Communes	Agglomération Chef-Lieu (ACL)	Agglomérations Oglat Echham (AOE)	Zone Eparsée (ZE)	Total
Bir El Ater	70749	110	6868	77727

*Tableau I-1: Répartition de la population résidente des ménages ordinaires et collectifs*

#### I.5 - Situation hydrogéologique

La configuration géologique de la région s'est traduite sur le plan hydrogéologique par la présence de deux grands types d'aquifères, le premier à porosité d'interstice, le second à perméabilité de fissure et/ou karstique.

**Aquifères à porosité d'interstice :** Ces aquifères sont généralement constitués de matériaux granulaires comme le sable ou le gravier. L'eau est stockée dans les espaces entre les grains de ces matériaux. Dans la région de Bir El Ater, les formations perméables sont caractérisées par des résistivités allant de 20 à 100 ohm.m, parfois similaires à celles des formations imperméables comme les schistes ou des formations perméables non aquifères cas des alluvions d'Azzaba ou les sables de Bir El Ater.

**Aquifères à perméabilité de fissure :** Ces aquifères sont généralement constitués de roches dures comme le calcaire ou le grès qui sont fissurées. L'eau est stockée dans ces fissures et peut se déplacer à travers elles. Les calcaires karstifiés sont caractérisés par des résistivités qui s'échelonnent entre 250 et 350 ohm.m1.

#### I.6 - situation hydraulique

**Eau potable :** La région de Bir El Ater est desservie par un réseau d'eau potable. Cependant, les ressources en eau à travers le territoire de la wilaya ne sont pas entièrement répertoriées et celles qui sont identifiées et exploitées sont limitées et vulnérables.

Eau d'irrigation : La superficie agricole utile irriguée est de 32 039 ha, ce qui représente environ 0,10% de la superficie agricole utile totale. Cela indique que l'irrigation joue un rôle important dans l'agriculture de la région.

Eaux usées : En ce qui concerne les eaux usées, la gestion et le traitement de ces eaux sont des aspects importants pour la santé publique et l'environnement.

Il est à noter que la longueur totale du réseau d'assainissement public à Bir el-Ater est de 478,499km et le taux moyen de raccordement est de 85%.

Le projet de notre mémoire, qui porte sur le dimensionnement de la Station d'Épuration des Eaux Usées (STEP), est donc d'une grande importance pour la région.

## I.7 - Climat

À Bir el Ater, les étés sont chauds et clairs, les hivers sont longs, froids et clairs et le climat est sec tout au long de l'année.

Au cours de l'année, les températures varient généralement de 2 °C à 34 °C et rarement inférieures à 1 °C ou supérieures à 38 °C.

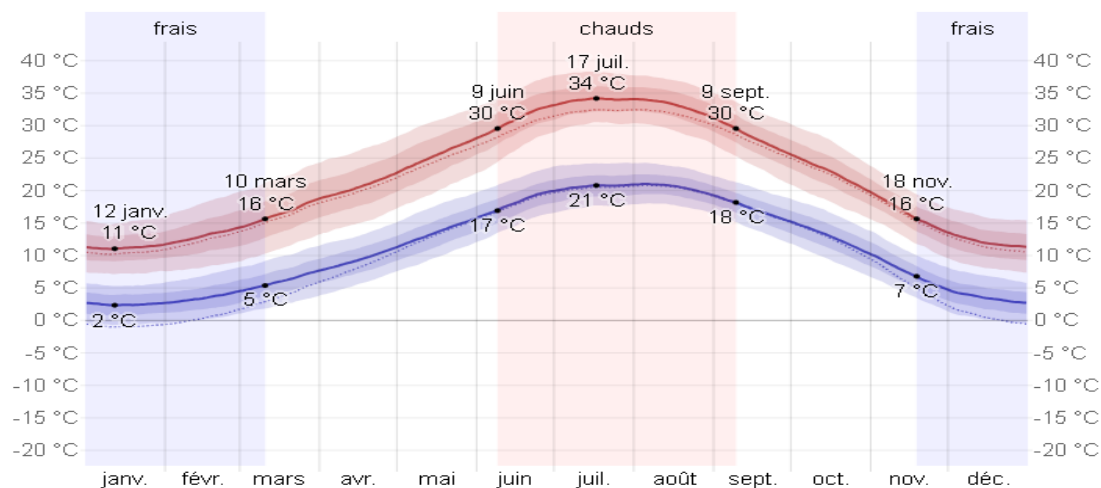
### I.7.1 - Température moyenne à Bir el Ater

La saison très chaude dure 3,0 mois, du 9 juin au 9 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 30 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Bir El Ater est juillet, avec une température moyenne maximale de 34 °C et minimale de 21 °C.

La saison fraîche dure 3,8 mois, du 18 novembre au 10 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 16 °C. Le mois le plus froid de l'année à Bir el Ater est janvier, avec une température moyenne minimale de 2 °C et maximale de 11 °C.

Mois T(°C)	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEPT	OCT	NOV	DEC
Haute	11	13	16	21	25	31	34	33	28	23	16	12
Moyenne	6	8	11	15	19	24	28	27	23	18	12	7
Basse	2	3	6	9	14	18	21	20	17	13	7	4

Tableau I-2: Température à Bir el Ater



**Figure I-3 :** Température haute et basse à Bir El Ater [27].

La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne bleue), avec bandes du 25<sup>ème</sup> au 75<sup>ème</sup> percentile et du 10<sup>ème</sup> au 90<sup>ème</sup> percentile. Les fines lignes pointillées sont les températures moyennes perçues correspondantes.

### I.7.2 - La pluviométrie

Pour montrer la variation au cours des mois et pas seulement les totaux mensuels, nous montrons l'accumulation de pluie au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur chaque jour de l'année. Bir el Ater connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles.

La période pluvieuse de l'année dure 9 à 6 mois, du 27 août au 14 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. Le mois le plus pluvieux à Bir el Ater est avril, avec une chute de pluie moyenne de 22 millimètres.

La période sèche de l'année dure 2 à 4 mois, du 14 juin au 27 août. Le mois le moins pluvieux à Bir el Ater est juillet, avec une chute de pluie moyenne de 6 millimètres.

La quantité de pluie moyenne (ligne continue) accumulée au cours d'une période glissante de 31 jours centrée sur le jour en question, avec bandes du 25<sup>ème</sup> aux 75<sup>ème</sup> percentile et du 10<sup>ème</sup> au 90<sup>ème</sup> percentile. La fine ligne pointillée représente la chute de neige moyenne correspondante.

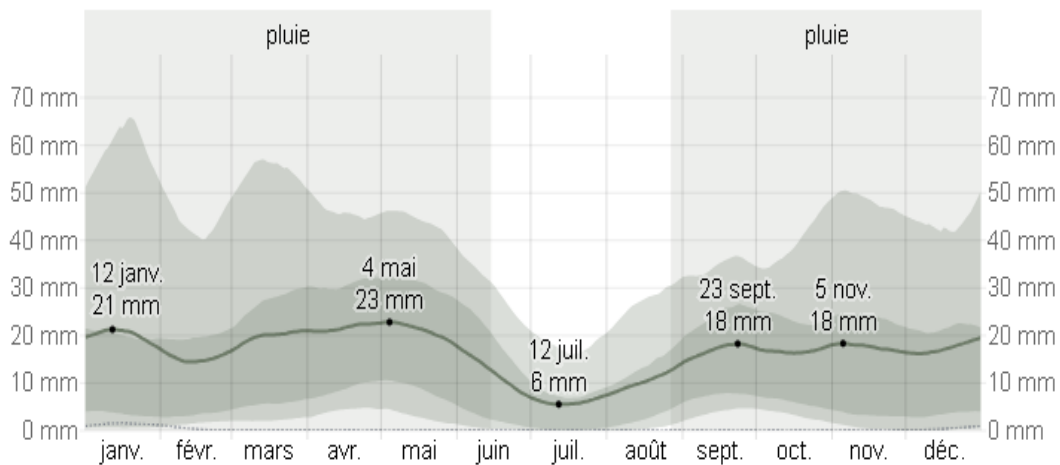


Figure I-4 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Bir El Ater [27].

	JANV	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Pluie (mm)	21.0	14.5	20.1	21.5	21.5	12.5	5.6	10.3	17.5	16.3	17.8	17.1

Tableau I-3: Pluie moyenne à Bir el Ater

### I.7.3 -Les ressources en eaux

#### Ressource superficielle :

Barrage SAF SAF

#### Ressource souterraine :

Le chef-lieu de la commune Bir El Ater est alimenté en eau potable par deux champs de captage.

- CHAMP DE CAPTAGE DOKARA (5 FORAGES avec un débit total de 69 l/s), situer à l'est de la commune, l'eau est refoulée dans une conduite de refoulement de diamètre 500mm fonte vers les réservoirs existant dans la ville.

- CHAMP DE CAPTAGE OGLATE AHMED (3 FORAGES avec un débit total 56 l/s), situé au sud de la commune, ce dernier alimente les mêmes réservoirs de la ville par une conduite d'adduction de diamètre 300mm fonte.

Il existe un autre château d'eau projeté de volume 500m<sup>3</sup> à proximité de ce dernier.

**I.7.4 -Les infrastructures techniques****a) L'alimentation en eau potable****• Adduction :**

Le chef-lieu de commune Bir El Ater est alimenté en eau potable par :

**• Distribution :**

A partir de ces réservoirs, la distribution se fait gravitairement dans un réseau maillé et ramifié de différents diamètres (300mm à 90 mm) fonte PEHD, avec une dotation réelle de 150 l/j/ha, le réseau existant. L'état du réseau est bon.

**b) L'assainissement des eaux usées et pluviales****Un réseau unitaire :**

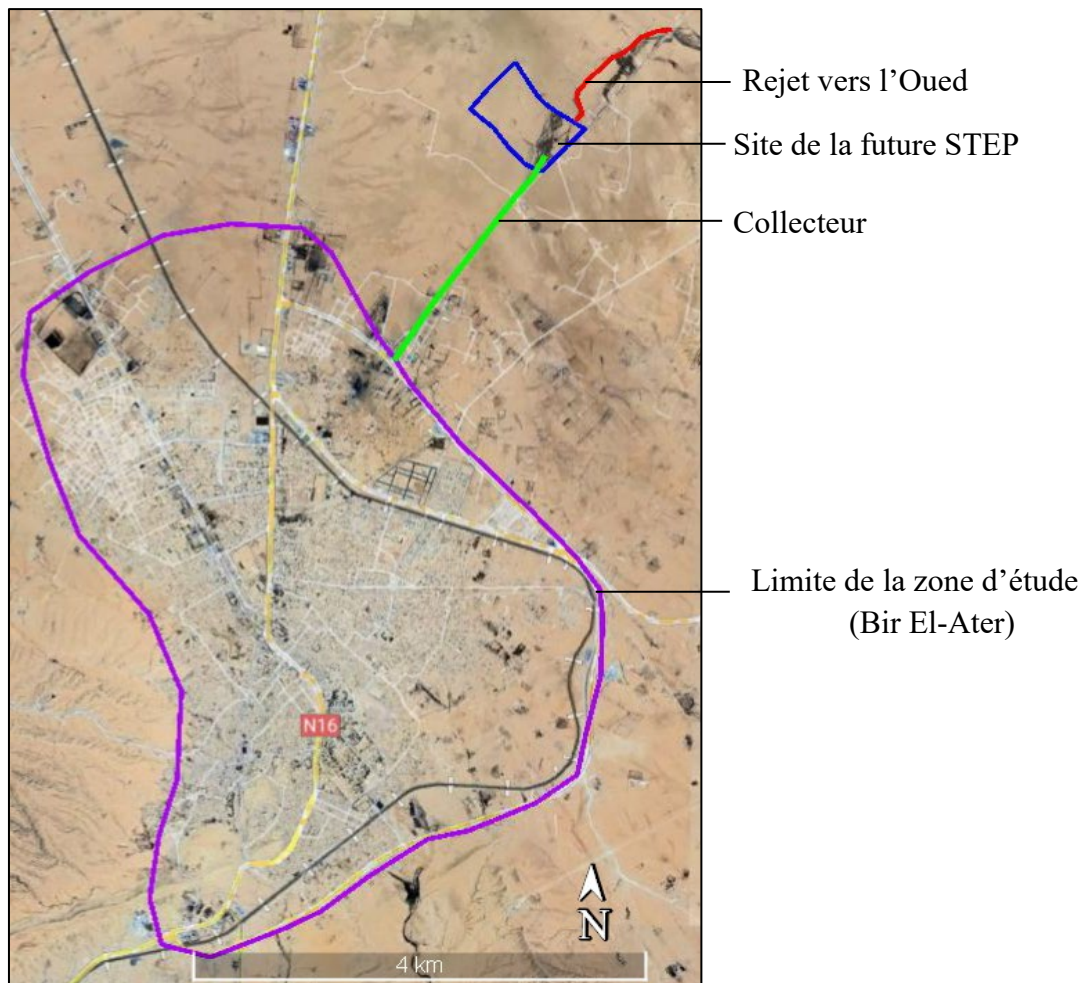
Le réseau d'assainissement existant de l'A.C. L Bir El Ater est de système unitaire, les eaux usées et les eaux pluviales sans collectées dans une seule conduite de différents diamètres variant de 300 mm BA a 800 mm, tous ces eaux usées et pluviales se déverse vers rejet sans un traitement préalable.

**I.8 - Présentation du site d'implantation de la station D'EPURATION**

L'emplacement de la future STEP est envisagé sur une parcelle de terre appartenant à l'État, localisée dans la municipalité de Bir El Ater, à un endroit appelé « Alkhibna », à proximité d'un cours d'eau. L'espace disponible pour sa construction est de 45.34 ha.

Les critères clés qui ont orienté la sélection de ce lieu sont les suivants :

- La position topographique favorable à l'évacuation naturelle des déchets.
- La distance adéquate avec les résidents voisins ; environ 1200 m.
- La disponibilité du terrain (46 ha).
- Le terrain plat qui réduit les travaux de terrassement lors de l'installation de la station.
- Le site est situé à une altitude élevée par rapport au lit de l'oued et est donc bien protégé contre les risques d'inondation.
- La source d'énergie électrique est très proche (la ligne électrique de moyenne tension passe à côté du site).
- Le site est proche de la RN16 ce qui facilite l'exploitation et la gestion de la STEP (bonne accessibilité).



*Figure I-5 : Site d'implantation de la STEP Bir el ater.*

### **I.7- Conclusion**

La région présente une diversité géographique et topographique, avec des plaines au nord, des collines et des piémonts au centre, et des montagnes au sud. Ces variations de terrain et d'altitude, allant de 329 mètres à 1 482 mètres, favorisent l'écoulement gravitaire vers la partie basse.

Sur le plan démographique, nous soulignons l'importance de calculer la population desservie et son évolution temporelle pour estimer les volumes d'eaux résiduares domestiques à traiter. En somme, cette analyse fournit des informations précieuses pour la conception et la réalisation du projet, elle souligne l'importance d'une compréhension détaillée du site pour assurer le succès de tels projets.

**Chapitre II**  
*Les eaux usées et procédés  
d'épuration*



## **II.1 - Introduction**

La pollution, en particulier celle de l'eau, est un problème majeur qui affecte notre environnement et notre santé. Les eaux usées, provenant des ménages, des industries et de l'agriculture, contiennent souvent une variété de contaminants, y compris des produits chimiques toxiques et des micro-organismes pathogènes. Si ces eaux usées ne sont pas correctement traitées avant d'être rejetées dans l'environnement, elles peuvent contaminer nos sources d'eau, nuisant à la santé humaine et à l'écosystème.

Les procédés d'épuration des eaux usées jouent un rôle crucial dans la lutte contre la pollution de l'eau. Ces procédés, qui peuvent être physiques, chimiques ou biologiques, visent à éliminer ou à réduire les contaminants présents dans les eaux usées à des niveaux qui ne posent pas de risque pour l'environnement ou la santé humaine. En fin de compte, l'objectif est de produire une eau épurée qui peut être réutilisée ou rejetée en toute sécurité dans l'environnement.

## **II.2 - Origines des eaux usées**

Une eau usée représente une composition complexe de substances organiques et minérales existant sous diverses formes :

- Matière en suspension : sables, déchets végétaux et autres particules décantables.
- Matières colloïdales : argiles et limons dont les diamètres des particules sont inférieurs à  $10^{-6}$ m.
- Les produits en solution : les ions métalliques, les sels dissouts.

### **II.2.1 -Les eaux usées domestique**

Les eaux usées domestiques renferment diverses matières et substances. Les eaux vanes véhiculent des quantités significatives de matières organiques et de micro-organismes potentiellement pathogènes. Quant aux eaux grises, elles contiennent des graisses, des détergents (savon, lessive, produits d'entretien, etc.) et des matières organiques. De plus, les eaux usées peuvent parfois renfermer des déchets tels que des lingettes ou des substances dissoutes comme des résidus de médicaments. [3]

### **II.2.2 - Les eaux usées industrielles**

Les eaux usées industrielles sont générées par les processus de fabrication et sont polluées par divers contaminants. Avant d'être rejetées dans l'environnement, ces eaux doivent être traitées pour éliminer les impuretés. La composition des eaux usées industrielles varie en fonction des exigences spécifiques de chaque industrie. [3]

**II.2.3 - Les eaux usées agricole**

Ces eaux, issues des activités agricoles, comprennent les eaux de ruissellement, les effluents d'élevage, les solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, les produits phytosanitaires (pesticides) et les déjections animales. [3]

**II.3 -Paramètre des eaux usées****II.3.1 -Les paramètres organoleptiques****a) La couleur**

La coloration de l'eau est considérée comme authentique ou réelle lorsqu'elle est causée uniquement par les substances en solution. Elle est considérée comme apparente lorsque les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. La couleur de l'eau peut être modifiée par la présence de matières organiques, minérales ou de polluants tels que les métaux lourds.

**b) L'odeur**

L'eau peut parfois dégager une odeur désagréable en raison de la présence de bactéries, de substances organiques en décomposition ou de produits chimiques. C'est pourquoi les eaux usées industrielles ont souvent une odeur distinctive.

**II.3.2 -Les paramètres physico-chimiques****a) La Température**

La mesure de la température instituée permet d'adapter la valeur de conductivité, de déterminer la profondeur approximative de la source d'eau et d'évaluer le solde de dissolution. Pour mesurer cela on utilise un thermomètre ou un thermocouple.

**b) Le PH**

La mesure du PH permet de déterminer l'équilibre de dissolution d'une substance pour évaluer son potentiel corrosif ou incrustant (notamment pour les carbonates) dans l'eau. Comme les changements de pression barométrique (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) peuvent altérer le PH, il est essentiel de le mesurer directement lors des prélèvements. Ces mesures sont réalisées à l'aide de photocellules en verre.

**c) Les MES**

Les particules solides d'un diamètre supérieur à 10 µm sont transportées par l'eau. La substance comprend généralement des particules insolubles ou peu solubles, ainsi qu'un nombre variable de colloïdes organiques (tels que des particules alimentaires ou des résidus digestifs)

ou de minéraux (tels que du sable ou de l'argile). Lorsqu'elle est rejetée dans le milieu naturel, cette substance diminue la clarté de l'environnement, empêche la pénétration de la lumière, réduit la quantité d'oxygène dissous et nuit à la croissance des organismes aquatiques.

#### **d) La Turbidité**

Le paramètre en question présente une variabilité par rapport aux composés colloïdaux tels que les argiles, les fragments de roche, les micro-organismes et autres, ainsi qu'aux acides humiques dégradés par les plantes. De plus, il est influencé par les polluants qui contribuent à la turbidité de l'eau. Pour quantifier ce paramètre, un turbidimètre est utilisé, mesurant le niveau de résistance de l'eau à la transmission de la lumière.

#### **e) La demande biologique en oxygène (DBO)**

Les eaux usées sont dégradées par des bactéries qui consomment une quantité totale d'oxygène pour biodégrader la matière organique. L'autonettoyage nécessite une certaine quantité d'oxygène, qui est exprimée en fonction de la DBO<sub>5</sub>. Cet indicateur, principalement issu des installations sanitaires et de cuisine, sous forme de protéines, de glucides (sucres), de lipides (graisses), d'urée et de produits métaboliques et de dégradation, constitue le principal paramètre pour évaluer la charge en pollution organique dans l'eau. La DBO<sub>5</sub> est déterminée en incubant des échantillons d'eau à l'abri de l'air pendant 5 jours à 20°C.

#### **f) Demande Chimique en Oxygène (DCO)**

À la différence de la DBO<sub>5</sub>, qui ne considère que les matières organiques biodégradables, la DCO mesure l'ensemble des matières organiques et certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau. La DCO est plus représentative que la DBO car elle prend en compte l'ensemble de la pollution, qu'elle soit biodégradable ou non-biodégradable. Le rapport entre DCO et DBO des eaux usées urbaines est d'environ 2 tandis que pour les effluents domestiques, il se situe entre 1,9 et 2,5.

### **II.3.3 -Les paramètres microbiologiques**

En termes de taille croissante, les microorganismes se classent comme suit : virus, bactéries, protozoaires et helminthes. La plupart d'entre eux sont issus de matières fécales.

**a) Virus**

Dans les eaux usées, les virus sont présents en concentrations approximatives de milliers d'unités infectieuses par millilitre d'eau. Les maladies virales transmises par l'eau comprennent la poliomyélite et l'hépatite.

**b) Les bactéries****• Les coliformes totaux et fécaux (CT et CF)**

Il s'agit d'un ensemble de bactéries qui sont utilisées comme marqueurs de la contamination fécale. Elles font partie de la famille des Enterobacteriaceae. Ce sont des bacilles Gram-négatifs, non sporulés, négatifs pour l'oxydase, aérobies ou anaérobies facultatives, capables de se multiplier et de fermenter le lactose pour produire des gaz, des acides et des aldéhydes. Elles sont reconnues comme de bons indicateurs de contamination fécale et ont été cultivées à 44°C. Le nombre total de coliformes est déterminé à 37°C. Ces bactéries peuvent provenir de sources non strictement fécales, les insectes et les plantes leur fournissant un refuge.

**• Les streptocoques fécaux**

Ces bactéries, qui font partie de la famille des streptocoques, sont généralement des coques disposées en diplocoques ou en chaînes courtes. Elles sont Gram-négatives, non sporulées, immobiles, potentiellement aérobies et ont un métabolisme fermentaire. Ces micro-organismes vivent dans l'intestin des humains et des animaux à sang chaud. Leur présence dans l'eau indique une contamination fécale. Néanmoins, on peut également trouver des streptocoques fécaux dans le sol, les plantes et les insectes...

**c) Les champignons**

Les canalisations sont souvent infestées par des champignons microscopiques. Ces champignons résistent au chlore, mais peuvent être facilement éliminés par des méthodes de filtration.

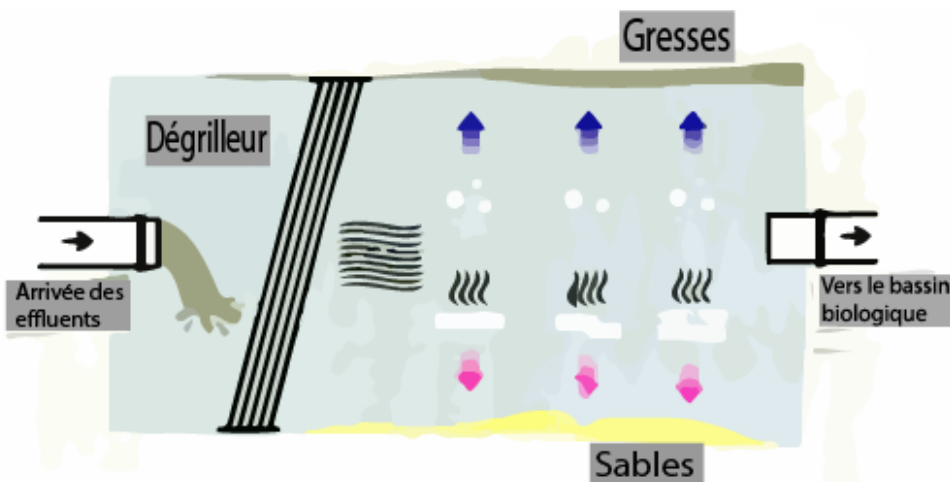
**d) Protozoaires**

Ils sont présents dans les eaux usées à l'état de kystes. La principale forme pathogène pour l'homme est entamoebahistolytica, agent responsable de la dysenterie amibienne

## II.4 -Méthode de traitement

### II.4.1 -Le prétraitement

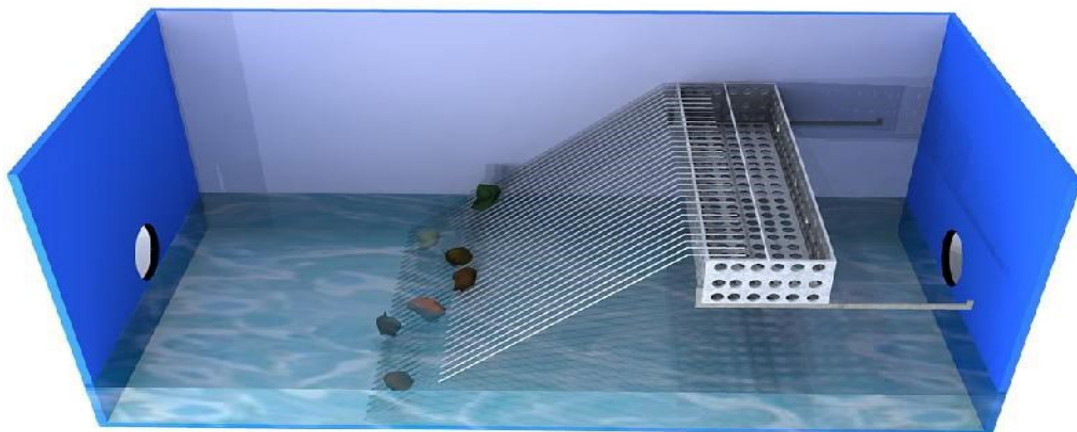
Les prétraitements visent à éliminer les éléments les plus grossiers des eaux usées, tels que les déchets volumineux les sables et graviers et les graisses.



*Figure II-1 : Schéma de principal des étapes de prétraitement des eaux usées.*

#### a) Dégrillage

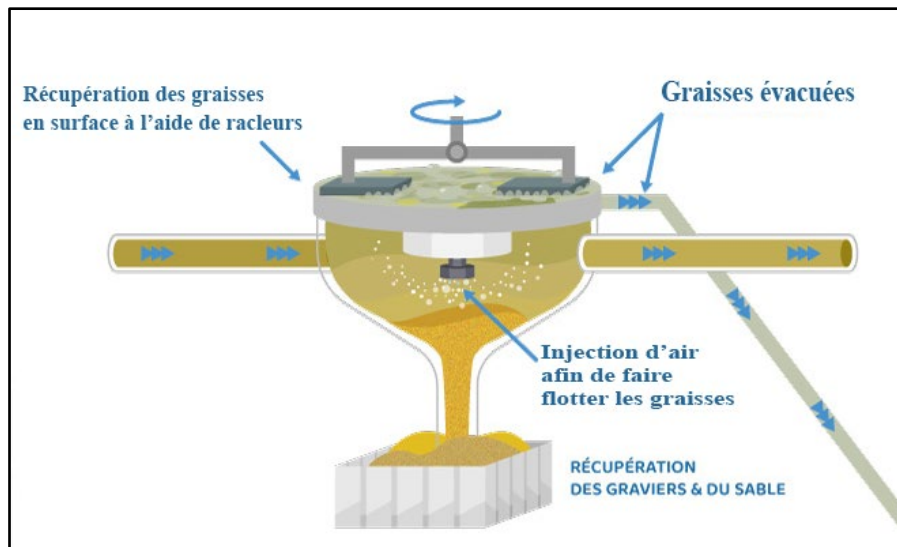
Pendant l'étape de dégrillage, les eaux usées sont filtrées à travers une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses, telles que les déchets solides



*Figure II-2 : dégrilleur. [9]*

#### b) Dessablage et déshuilage

Le processus de dessablage et déshuilage consiste à diriger l'eau vers des bassins où la décélération du flux permet aux sables de se déposer et aux graisses de flotter. L'injecteur de microbulles d'air accélère la flottation des graisses. On pompe les sables pour les récupérer tandis que l'on racle en surface les graisses. [6]



*Figure II-3 : Schéma de la filière dessableur déshuileur.*

## II.4.2 -Le traitement primaire

### c) Décantation

La base de ces procédés de séparation solide-liquide est la pesanteur. Ces procédés permettent d'éliminer, d'une part 50% à 60% des matières en suspension et réduit d'environ 30% la DBO et la DCO et d'autre part, de réduire leurs caractéristiques dimensionnelles (élimination des matières présentant une taille supérieure à 50 $\mu$ m. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les "boues primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage. [6]

### d) Coagulation-floculation

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination des MES et des colloïdes en les rassemblant sous forme de floc dont la séparation est ensuite effectuée par des systèmes de décantation, flottation et/ou filtration.

La coagulation est la déstabilisation de particules colloïdales par addition d'un réactif chimique appelé coagulant.

La Floculation est l'agglomération de particules déstabilisées en microfloc et ensuite en flocons plus volumineux que l'on appelle flocons. On peut rajouter un autre réactif appelé flocculant ou adjuvant de floculation pour faciliter la formation de flocons. Polymères organiques (silice activée) et polymères naturels (starches, algues) sont les premiers à avoir été utilisés. Mais l'utilisation de d'adjuvants de floculation synthétiques permet de minimiser la production de boues. Si l'on combine ces adjuvants de floculation avec des techniques de séparations modernes, on peut produire des boues denses qui seront directement traitées dans des unités de déshydratation. [6]

### II.4.3 -Traitement biologique

Purifier l'eau avec des processus naturels est un moyen écologique et efficace de traiter les eaux usées. Plusieurs méthodes de traitement biologique existantes, comme les boues activées, les lits bactériens, les bio-filtres, le réacteur BioCarb, etc...

#### II.4.3.1 -Les boues activées

Sont une méthode courante de traitement biologique aérobie, qui consiste à utiliser des micro-organismes pour décomposer la pollution organique dissoute en boues biologiques.

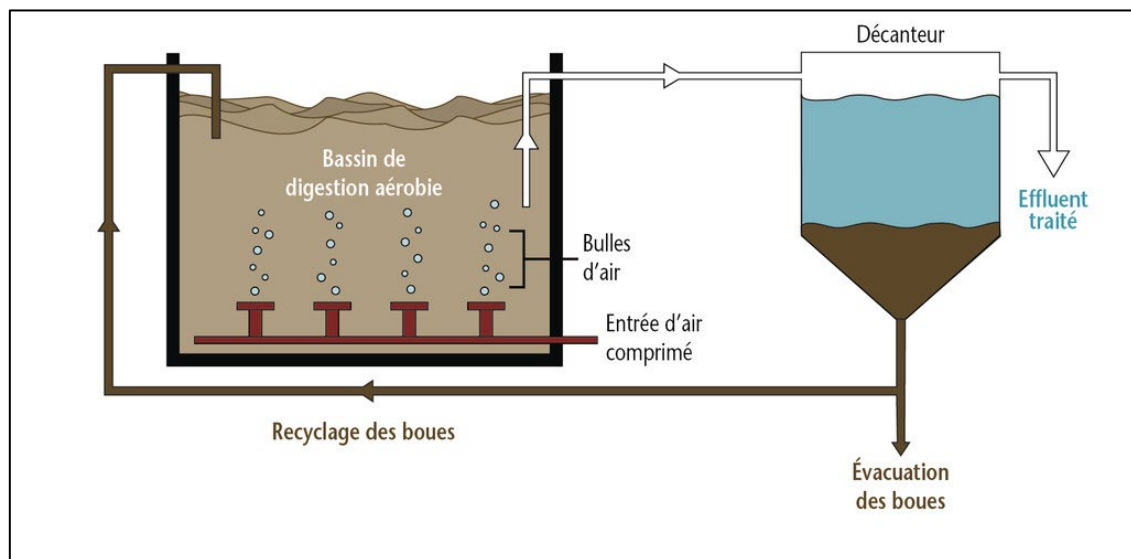


Figure II-4 : Schéma de la filière boues activées. [11]

#### II.4.3.2 -Les lits bactériens

Sont une méthode de traitement biologique qui utilise des bactéries fixées sur un support pour décomposer la pollution organique.

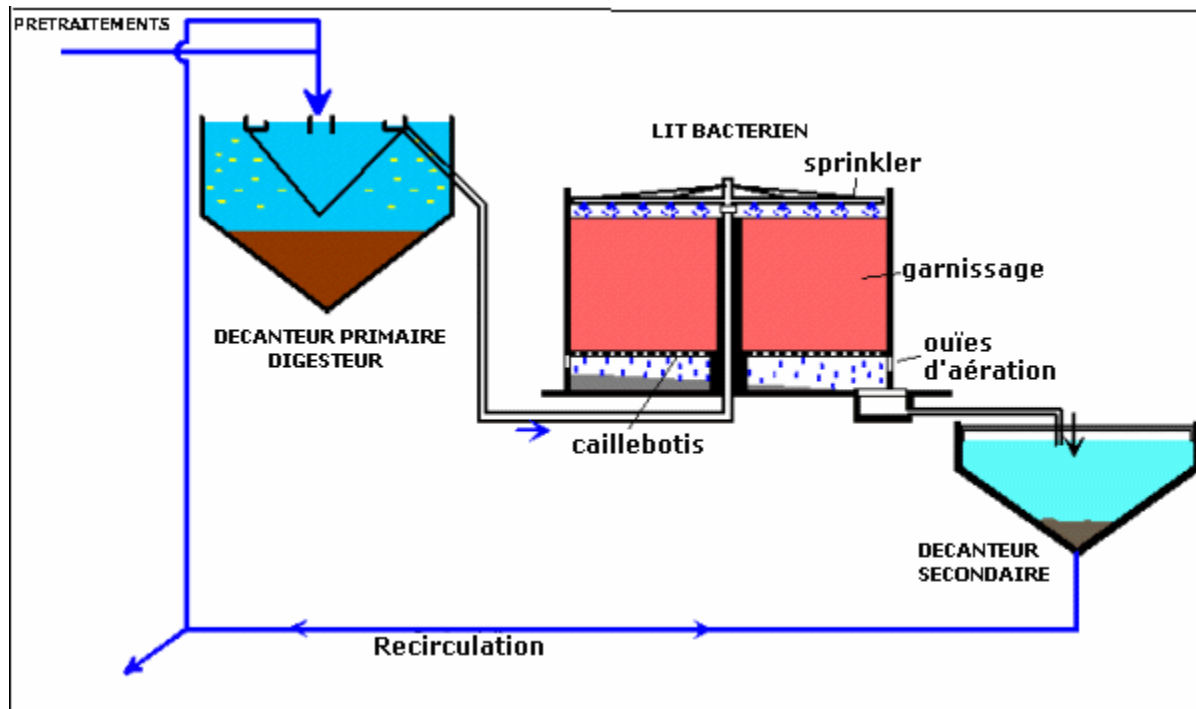


Figure II-5 : Schéma de la filière lit bactérien (Bettach, 2013)

### II.4.3.3 -Les bio-filtres

Sont une méthode de traitement biologique qui utilise des bactéries fixées sur un support pour décomposer la pollution organique, mais avec une aération limitée.

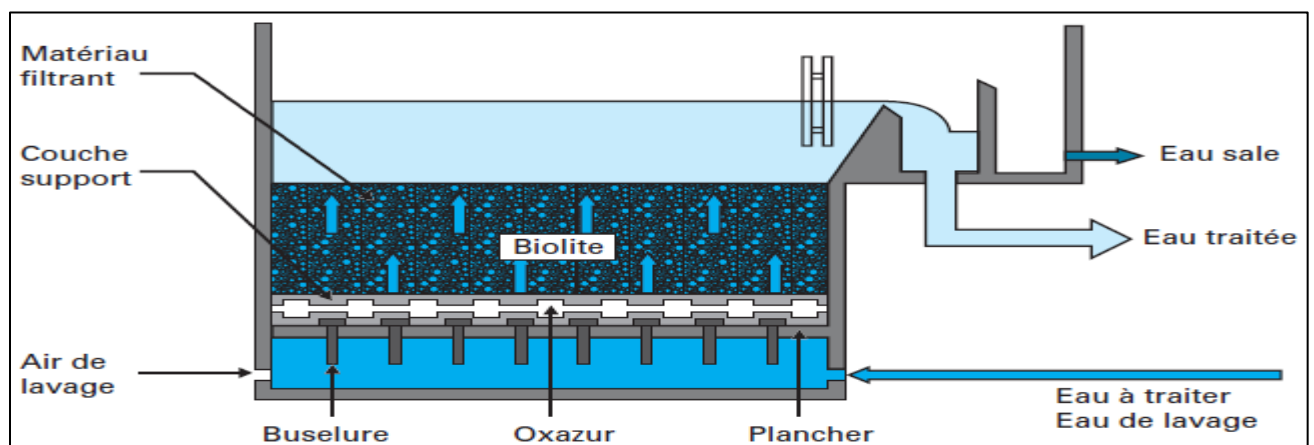


Figure II-6 : Schéma de la filière bio-filtres [11]

### II.4.3.4 - Le réacteur BioCarb

Est une méthode de traitement biologique qui utilise des micro-organismes pour décomposer la pollution organique, mais avec une aération limitée et une filtration au charbon actif.

Il existe des avantages et des inconvénients pour chaque méthode de traitement biologique, et le choix dépend de plusieurs facteurs tels que la concentration en matière organique à éliminer, le besoin d'élimination d'azote, l'espace physique disponible, les coûts initiaux d'investissement et les coûts de fonctionnement.

#### II.4.4 -La clarification

Le processus de traitement des eaux usées consiste à éliminer les impuretés et les contaminants avant de rejeter les eaux dans l'environnement. En général, ce processus comprend plusieurs étapes comme la filtration, la décantation, l'aération et la désinfection pour s'assurer que les eaux usées traitées sont sûres pour l'environnement. Il est essentiel de clarifier les eaux usées pour protéger les écosystèmes aquatiques et éviter la pollution de l'eau.

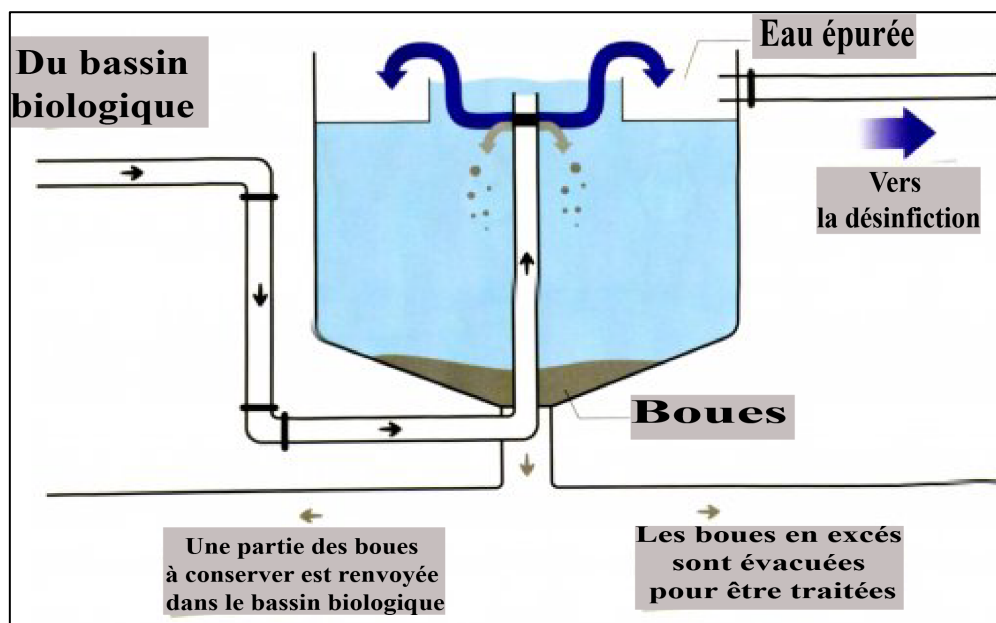


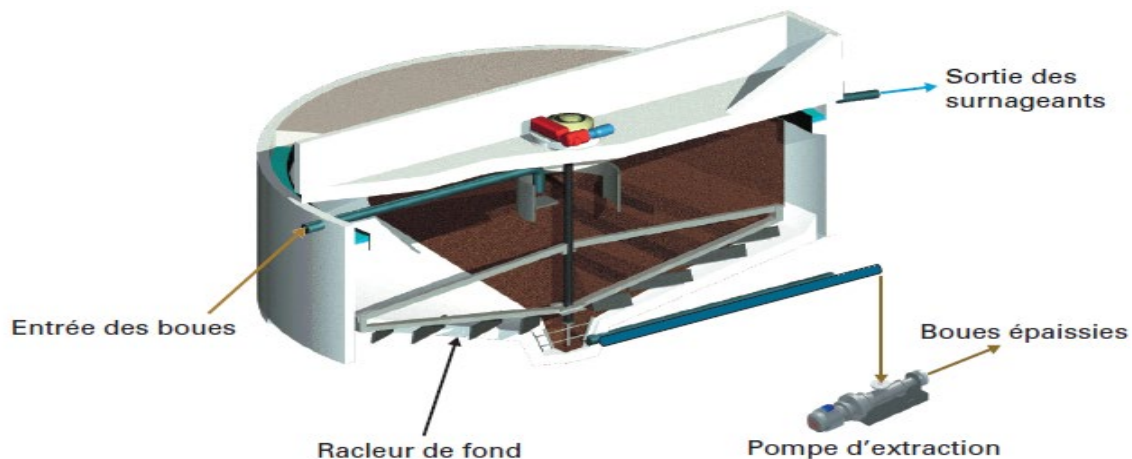
Figure II-7 : Schéma de la filière clarification. [9]

#### II.4.5 -Traitement des boues

Plusieurs étapes sont incluses dans le traitement des boues en station d'épuration, telles que l'épaississement, la stabilisation, la déshydratation et soit la valorisation soit l'élimination. Les boues d'épuration sont généralement classées en trois types : Les boues primaires, les boues physico-chimiques et les boues biologiques. Le traitement des boues vise à réduire leur volume, leur teneur en eau, leur charge polluante et fermentescible, et à les stabiliser au cours de différentes étapes. Les boues peuvent être utilisées pour l'agriculture, converties en engrais ou compost pour l'épandage, ou éliminées par incinération ou mise en décharge. [4]

### II.4.5.1 -L'épaississement

Le premier traitement appliqué aux boues d'épuration est l'épaississement. En général, ce processus a lieu avant de mélanger les boues primaires et secondaires, voire tertiaires, qui sont produites successivement à chaque étape du traitement des eaux usées. [4]



*Figure II-8 : Épaisseur statique. [10]*

Des agents flocculants peuvent être ajoutés en amont pour faciliter la séparation des matières sèches et solides. Ces agents peuvent être des composés organiques de synthèse ou des minéraux (sels d'aluminium, chaux, sels de fer).

Ainsi préparées, les boues s'épaississent, soit :

- Par gravitation, en s'écoulant dans un silo, situé au-dessus d'un filet ou d'une toile d'égouttage
- Par flottaison, en injectant du gaz dans les boues qui sépare les matières sèches des matières liquides.

Ce premier traitement permet d'augmenter le taux de siccité des boues (entre 6 et 8 %) afin d'obtenir des boues de qualité pour optimiser les traitements suivants.

### II.4.5.2 -La déshydratation

Ce traitement permet d'augmenter la siccité de la boue pour en faire une boue pâteuse ou une boue solide, en vue d'atteindre une siccité comprise entre 15 % et 40 %.

Il existe 2 techniques de déshydratation :

- a) La déshydratation mécanique fonctionne par filtration ou par centrifugation et concerne principalement les grosses stations (de plusieurs dizaines à plusieurs milliers de EH « Équivalent-Habitants »).

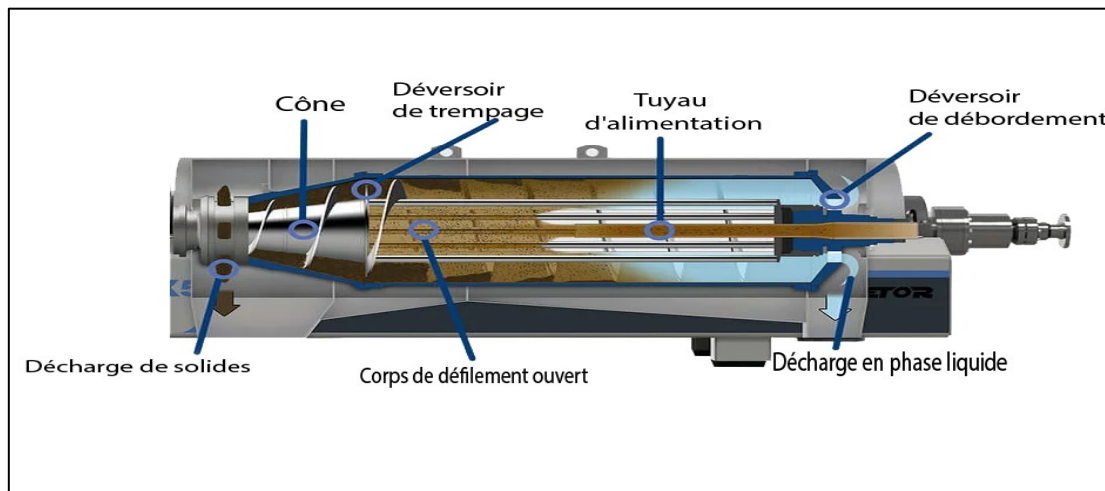


Figure II-9 : Décanteur centrifuge à vis convoyeuse.

- b) La déshydratation par géomembranes est une technique plus récente et qui s'adapte plus particulièrement aux petites installations (de 1000 à 2000 EH).

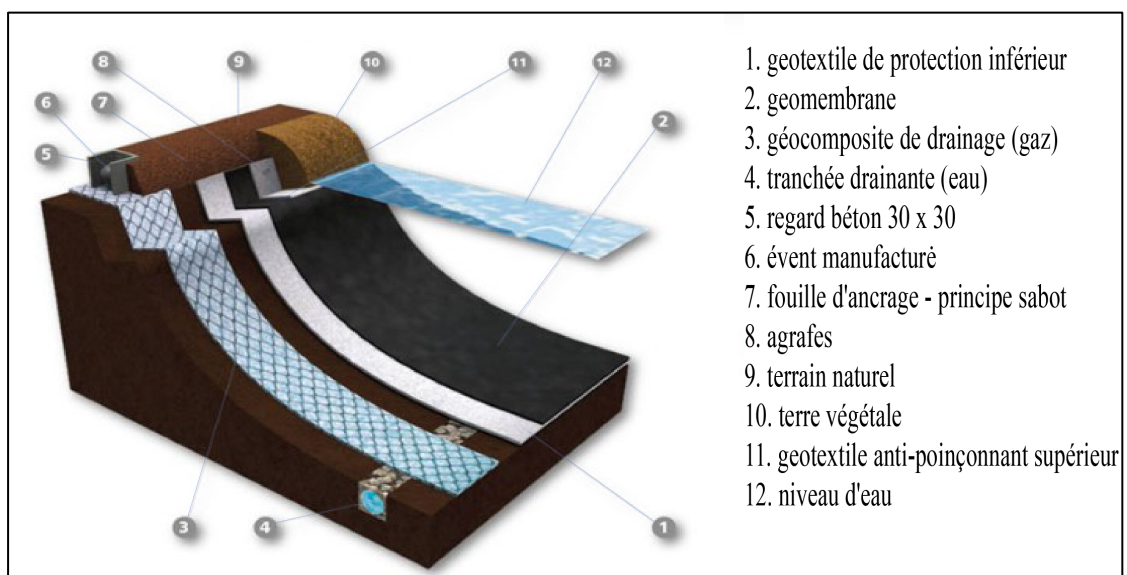


Figure II-10 : Guide Visuel de la structure des Couches d'une géomembranes.

#### II.4.5.3 -Le séchage

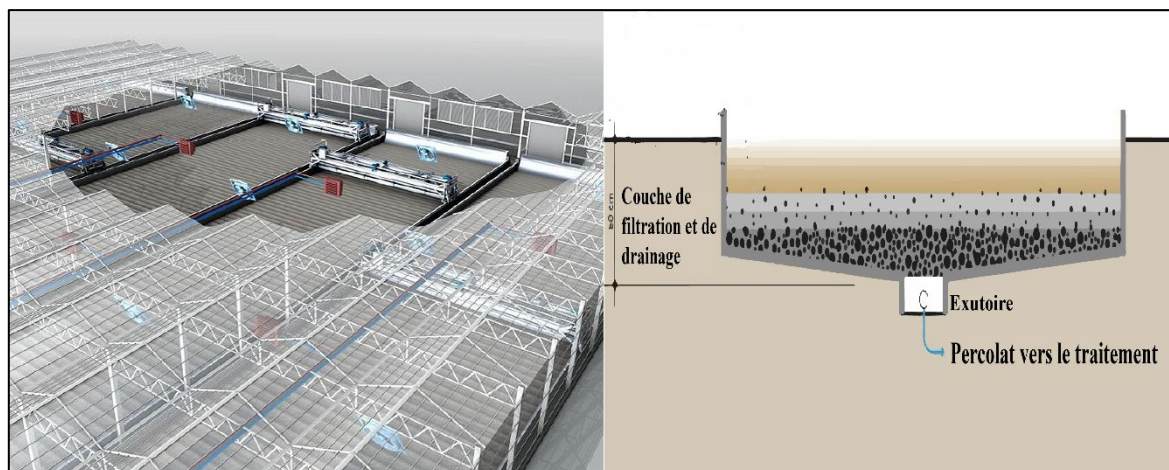
Ce procédé permet de rendre la boue solide en la séchant complètement, elle est alors totalement déshydratée. Cet état solide permet de gagner en volume pour faciliter le stockage et le transport des boues. Il existe deux types de séchage

a) **Le séchage thermique** : qui peut être direct ou indirect, via un fluide caloporteur :

- Le séchage direct se produit alors par évaporation des boues par convection,
- Le séchage indirect se produit en un échange de chaleur par conduction par l'intermédiaire d'une paroi chauffée.

Quelle que soit la technique de séchage utilisée, les boues qui en résultent présentent un taux de siccité pouvant grimper jusqu'à 95 %. Hélas, ces techniques sont très gourmandes en énergie et le séchage solaire, nettement plus écologique sera privilégié pour réduire l'empreinte environnementale de la filière boue. [4]

b) **Le lit de séchage et séchage solaire** : Il s'agit ici de placer les boues sur une surface drainante en vue de les déshydrater. Lorsque ces lits de séchages sont mis sous serre, la déshydratation des boues produites par évaporation naturelle s'accélère grâce à l'exposition aux rayons du soleil, on parle alors de séchage solaire. D'autres variantes existent pour ne pas dépendre des conditions climatiques comme les lits de séchages à macrophytes.



*Figure II-11 : Lit de séchage et séchage solaire.*

#### II.4.5.4 - La stabilisation des boues

Cette étape permet de réduire au maximum la teneur des boues en matières organiques fraîches afin de les rendre le moins fermentescibles possibles et donc de réduire les mauvaises odeurs. Ce traitement n'est possible que sur les boues mixtes fraîches ou sur les boues secondaires.

Il existe 3 techniques de stabilisation des matières organiques :

a) **La stabilisation biologique** :

- La stabilisation aérobie (en présence d'oxygène) sert essentiellement à transformer les boues en compost pour une utilisation agricole.

- La stabilisation anaérobie (sans oxygène), également appelée « méthanisation », permet de transformer les boues en biogaz et de valoriser ce biogaz sous forme de chaleur, d'électricité, de combustible ou encore de carburant. [5]
- b) La stabilisation chimique :** Elle vise à réduire la teneur en matières organiques des boues en neutralisant leur activité biologique. Les boues sont mélangées à de la chaux (chaux vive ou chaux éteinte) en dosant selon le taux de siccité. Cela est fait ainsi. Après avoir déshydraté les boues, cette technique de stabilisation peut être mise en œuvre. Il est alors question d'assainissement des boues. [5]
- c) La stabilisation physique :** Le processus de traitement des boues pour réduire la matière organique (MO), éliminer les pathogènes, supprimer les odeurs et prévenir la putréfaction est appelé stabilisation physique des boues. Il existe différentes techniques pour stabiliser les boues, dont l'épaississement, la centrifugation et le traitement thermique. Ces méthodes font partie des trois principales techniques de traitement des boues, avec la stabilisation biologique et chimique. [5]

### II.5 -Les normes de rejet

Ces normes visent à protéger l'environnement et à promouvoir un développement durable en Algérie. Elles constituent un cadre réglementaire important pour la gestion et la valorisation des eaux usées.

	PARAMETRES	UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE	
Physiques	PH		6.5 - 8.5	
	MES	mg/l	30	
	CE	ds/m	3	
	Infiltration le SAR = 0 - 3 CE	3 - 6	ds/m	0.2
		6 - 12		0.3
		12 - 20		0.5
		20 - 40		1.3
		3		
Chimiques	DBO5	mg/l	30	
	DCO	mg/l	90	
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10	
	AZOTE (NO <sub>3</sub> - N)	mg/l	30	
	Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> )	meq/l	8.5	
Eléments toxiques	Aluminium	mg/l	20.0	
	Arsenic	mg/l	2.0	

(*)	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
Vanadium	mg/l	1.0	
Zinc	mg/l	10.0	

**Tableau II-1:** Les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur. [12]

## II.6 -Conclusion

En conclusion, ce chapitre a abordé les origines et les paramètres des eaux usées, en mettant l'accent sur les eaux usées domestiques et agricoles. Nous avons également discuté des différentes étapes du traitement des eaux usées, notamment l'épaississement, la déshydratation, le séchage et la stabilisation des boues. Chaque étape joue un rôle crucial dans la gestion des eaux usées.

Il est important de noter que le choix des techniques dépend de plusieurs facteurs, dont la taille de l'installation et les ressources disponibles. En fin de compte, l'objectif est de gérer efficacement les eaux usées pour minimiser leur impact sur l'environnement et la santé humaine.

**Chapitre III**  
*Evaluation des charges  
hydrauliques et polluantes*



### III.1 -Introduction

La connaissance des charges hydrauliques et polluante provenant des habitants et des industries est essentielle pour la conception et le dimensionnement des systèmes d'épuration des eaux. Elle permet de déterminer la quantité de contaminants présents dans les eaux usées et de planifier les installations adéquates ainsi la sélection du traitement à adapter doit se faire selon plusieurs contraintes, cela permet de dimensionner les stations d'épuration de manière optimale. Dans ce chapitre nous allons calculer et estimer ces différentes charges.

### III.2 -Echantillonnage

L'échantillonnage permet de déterminer la qualité de l'eau à traiter. Il communique des informations précieuses sur la concentration des polluants, ce qui est essentiel pour dimensionner correctement les différents ouvrages de la STEP. Sans un échantillonnage précis, il serait impossible de concevoir une STEP efficace. En effet, le dimensionnement de cette dernière dépend directement des caractéristiques de l'eau à traiter.

#### III.2.1 -Point de prélèvement

L'échantillonnage doit être réalisé de manière représentative. Cela signifie qu'il faut prélever des échantillons à différents moments et à différents endroits pour obtenir une image précise de la qualité de l'eau. Il doit être réalisé à l'entrée de la STEP, avant tout traitement. Cela permet d'obtenir des informations sur la qualité de l'eau brute.

#### III.2.2 -Résultat

Réf : 02 /SSET/ONEDD/2022		Tébessa le 02-01-2022	
<b>Bulletin d'Analyses</b>			
Pour le compte de : SARL HYBACO			
Adresse : Local 11 <sup>006</sup> - Projet 10 Logements Avenue Abane Ramdane 1550 Larbaa Nath Irathen wilaya de Tizi-Ouzou			
Spécification de l'échantillon : Eau usée brute au nombre de (01) échantillon			
Lieu de prélèvement : Point de rejet final des eaux usées domestiques de la commune de Bir El Ater wilaya de Tébessa			
<b>Prélèvement effectué par : le client 29-11-2021 à 8 H 30 du matin</b>			
Date d'entrée de l'échantillon au laboratoire : 29-11-2021			
<b>Présentation des Résultats d'Analyses</b>			
Paramètres	Unités	Résultats	Normes d'analyses
MES	mg/l	168	ISO 11923, 1997
DCO		410	ISO 6060 ,1989
DB05		180	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 29-11-2021 à 13 :00 H</b>			

MES	mg/l	190	ISO 11923, 1997
DCO		566	ISO 6060 ,1989
DB05		260	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 29-11-2021 à 16 :00 H</b>			
MES	mg/l	207	ISO 11923, 1997
DCO		700	ISO 6060 ,1989
DB05		250	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 30-11-2021 à 8 H 30 du matin</b>			
Date d'entrée de l'échantillon au laboratoire : 30-11-2021			
MES	mg/l	113	ISO 11923, 1997
DCO		480	ISO 6060 ,1989
DB05		170	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 30-11-2021 à 8 H 30 du matin</b>			
MES	mg/l	200	ISO 11923, 1997
DCO		740	ISO 6060 ,1989
DB05		280	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 30-11-2021 à 8 H 30 du matin</b>			
MES	mg/l	154	ISO 11923, 1997
DCO		694	ISO 6060 ,1989
DB05		260	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 01-12-2021 à 8 H 30 du matin</b>			
Date d'entrée de l'échantillon au laboratoire : 01-12-2021			
MES	mg/l	168	ISO 11923, 1997
DCO		540	ISO 6060 ,1989
DB05		240	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 01-12-2021 à 8 H 30 du matin</b>			
MES	mg/l	190	ISO 11923, 1997
DCO		700	ISO 6060 ,1989
DB05		270	ISO 5815, 1989 NA 1135
<b>Prélèvement effectué par : le client 01-12-2021 à 8 H 30 du matin</b>			
MES	mg/l	207	ISO 11923, 1997
DCO		900	ISO 6060 ,1989
DB05		320	ISO 5815, 1989 NA 1135

**Tableau III-1:** Bulletin d'analyses eau usée brute point de rejet final des eaux usées domestiques de la commune de Bir El Ater wilaya de Tébessa. [16]

- **Interprétation des résultats**

En comparant les résultats de ce bulletin d'analyses aux normes de rejets déjà citée dans le chapitre II, on peut observer que les valeurs obtenues indiquent une concentration élevée des MES et une quantité importante de DCO aussi que la demande biochimique en oxygène est élevée.

Ces valeurs supérieures aux normes suggèrent que l'eau testée est assez polluée. Il est recommandé de prendre des mesures pour traiter et purifier cette eau avant son rejet dans l'environnement.

### III.3 -Calcul de la population pour les différents horizons

On applique la relation suivante pour calculer la population future :

$$P = P_0(1 + \alpha)^n \quad \text{III-1}$$

- **P** : la population future.
- **P<sub>0</sub>** : la population actuelle.
- Le taux d'accroissement moyen de la commune bir el ater qui est 2,9 % ou **(1 + α)** est égale à 1,029. (PDAU bir el ater 2012)
- **n** : représente la valeur de la période horizon.

Agglomération	Pop 2008 (hab)	Taux d'acc (%)	Population aux horizons de calcul (hab)	
			2024	2054
<b>Chef-lieu</b>	70749	2.9	83987	263528
<b>Oglat Echham</b>	110	/	110	110
<b>Zone éparse</b>	6868	1.37	7452	12843
<b>Totale</b>	77727	/	91549	276481

**Tableau III-2:** Evolution de la population future de différentes agglomérations.

**Agglomération secondaire Oglat Echham:** l'agglomération Oglat Echham n'a pas évolué en termes de population avec 110 âmes qui vive. (D'après le PDAU bir el ater )

### III.4 – Estimation des besoins en eau

#### III.4.1 -Besoins en eau des habitants

Le calcul des besoins en eau domestique se fait par la relation suivante :

$$Q_{dom} = \frac{dot \times N}{1000} (m^3/j) \quad \text{III-2}$$

Avec :

- $Q_{dom}$  : Débit des besoins en eau domestique (l/s).
- $dot$  : Dotation égale à 250 (l/s) (révision du PDAU de la commune De bir el ater. 2019).
- $N$  : Nombre d'habitant.

Horizon	Populations (hab)	Dotations (l/j/hab)	Besoin Pop (m <sup>3</sup> /j)
2024	83987	250	20996.8
2054	263528	250	65882.0

*Tableau III-3: Variation des besoins domestique du chef-lieu.*

Horizon	Populations (hab)	Dotations (l/j/hab)	Besoin Pop (m <sup>3</sup> /j)
2024	110	250	27.5
2054	110	250	27.5

*Tableau III-4: Variation des besoins domestique du centre Oglat Echham.*

Horizon	Populations (hab)	Dotations (l/j/hab)	Besoin Pop (m <sup>3</sup> /j)
2024	7452	250	1863.0
2054	12843	250	3210.8

*Tableau III-5: Variation des besoins domestique de la zone éparse.*

#### III.4.2 -Besoins en eau des équipements

Les établissements scolaires et les infrastructures administratives font référence aux équipements, car ce sont les secteurs dont la demande est supplémentaire, le débit journalier des équipements est :

$$Q_{eq} = Q_{dom} \times 0.3 (m^3 /j)$$

Avec :

- $Q_{eq}$  : Débit des besoins en eau des équipements (l/s).
- $Q_{dom}$  : Débit des besoins en eau domestique (l/s).

Horizons	Populations (hab)	Besoins Pop (m <sup>3</sup> /j)	Besoins d'éqp (m <sup>3</sup> /j)
2024	83987	20996.8	6299.0
2054	263528	65882	19764.6

*Tableau III-6: Variation des besoins des équipements du centre chef-lieu.*

Horizons	Populations (hab)	Besoins Pop (m <sup>3</sup> /j)	Besoins d'éqp (m <sup>3</sup> /j)
2024	110	27,5	8,3
2054	110	27,5	8,3

*Tableau III-7: Variation des besoins des équipements du centre Oglat Echham.*

Horizons	Populations (hab)	Besoins Pop (m <sup>3</sup> /j)	Besoins d'éqp (m <sup>3</sup> /j)
2024	7452	1863	558.9
2054	12843	3210.8	963.2

*Tableau III-8: Variation des besoins des équipements du centre zone éparse.*

### III.5 -Estimation des débits des eaux usées rejetées

L'évaluation des débits d'eaux usées dans le cadre de la conception d'une station d'épuration implique la prise en compte des débits d'eaux usées domestiques, ainsi que des débits d'eaux usées provenant des équipements. Ces débits doivent être soigneusement évalués, notamment en considérant les débits de pointe et les débits parasites, pour garantir une conception adéquate des installations de traitement des eaux usées.

#### III.5.1 -Calcul des débits des eaux usées domestique

La production des eaux usées est conditionnée par le degré de consommation d'eau, elle est proportionnelle à la densité du tissu urbain.

Le débit moyen journalier des eaux usées est donné par la formule suivante :

$$Q_{moy.j} = (dot \times N) \times Cr \text{ (m}^3\text{/j)} \quad III-3$$

Avec :

- $Q_{moy.j}$  : débit des eaux usées domestiques ( $m^3/j$ )
- **Dot** : Dotation (Pour notre cas  $D = 250 \text{ l / j / hab.}$ ).
- **N** : Nombre d'habitants.
- **Cr** : Coefficient de rejet (80%).

Horizon	Besoin Pop ( $m^3/j$ )	Rejet Pop ( $m^3/j$ )
<b>2024</b>	20996.8	16797.4
<b>2054</b>	65882.0	52705.6

*Tableau III-9: Variation des besoins et des rejets domestiques du chef-lieu.*

Horizon	Besoin Pop ( $m^3/j$ )	Rejet Pop ( $m^3/j$ )
<b>2024</b>	27.5	22.0
<b>2054</b>	27.5	22.0

*Tableau III-10: Variation des besoins et des rejets domestiques du centre Oglat Echham.*

Horizon	Besoin Pop ( $m^3/j$ )	Rejet Pop ( $m^3/j$ )
<b>2024</b>	1863.0	1490.4
<b>2054</b>	3210.8	2568.6

*Tableau III-11: Variation des besoins et des rejets domestiques du centre zone éparse.*

### III.5.2 -Calcul des débits des eaux usées des équipements

Pour estimer les débits d'eaux usées des équipements, on utilise le calcul des besoins en eau potable en appliquant un coefficient de rejet de 80%, conformément au plan d'aménagement urbain de l'APC de Bir El Ater. Ainsi, on peut déterminer le débit des eaux usées des équipements en utilisant la formule suivante.

$$Q_{r.eq} = Q_{eq} \times Cr \quad (m^3/j) \quad III-4$$

Avec :

- $Q_{r.eq}$  : débits des eaux usées des équipements
- $Q_{eq}$  : Besoin d'équipements
- **Cr**: coefficient de rejet (80%)

Horizon	Besoin d'éqp (m <sup>3</sup> /j)	Rejet d'éqp (m <sup>3</sup> /j)
2024	6299.0	5039.2
2054	19764.6	15811.7

Tableau III-12: Variation des besoins et des rejets des équipements du chef-lieu.

Horizon	Besoin d'éqp (m <sup>3</sup> /j)	Rejet d'éqp (m <sup>3</sup> /j)
2024	8.3	6.6
2054	8.3	6.6

Tableau III-13: Variation des besoins et des rejets des équipements du centre Oglat Echham.

Horizon	Besoin d'éqp (m <sup>3</sup> /j)	Rejet d'éqp (m <sup>3</sup> /j)
2024	558.9	447.1
2054	963.2	770.6

Tableau III-14: Variation des besoins et des rejets des équipements du centre zone éparse.

### III.5.3 -Calcul du débit des eaux usées total

Le débit total à l'horizon de calcul est la somme du débit moyen journalier rejeté par les habitants et les débits journaliers issus des différents équipements.

Horizons	2024	2054
Débit des eaux usées domestiques (m <sup>3</sup> /j)	18309.8	55296.2
Débit des eaux usées des équipements (m <sup>3</sup> /j)	5492.9	16588.9
Débit des eaux usées total (m <sup>3</sup> /j)	23802.7	71885.1

Tableau III-15: Rejet total en eaux usées de la région d'étude.

### III.5.4 -Calcul du débit de pointe

On distingue les débits suivants :

### III.5.5 -Débit de pointe par temps sec (Q<sub>pts</sub>)

la formule suivante nous donne le débit de pointe par temps sec :

$$Q_{pts} = K_p \times Q_{moy.j} \text{ (m}^3/j) \quad III-5$$

Avec :

- $K_p$  : coefficient de pointe.
- $Q_{moy.j}$  : débit moyen journalier des eaux usées.
- $Q_{pts}$  : débit de pointe par temps sec

Le coefficient de pointe est estimé à partir du débit moyen.

$$avec : \begin{cases} K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy.j}}} ; & \text{si } Q_{moy.j} > 2.80 \text{ l/s} \\ K_p = 3 & \text{si } Q_{moy.j} < 2.80 \text{ l/s} \end{cases}$$

On a  $Q_{moy.j} = 71885.1 \text{ (m}^3/j) = 832 \text{ l/s} > 2.80 \text{ l/s}$

D'où :  $K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy.j}}} = 1.5$  pour l'horizon 2054.

$Q_{pts} = 1.5 \times Q_{moy.j} = 107827.65 \text{ (m}^3/j)$  pour l'horizon 2054.

### III.5.6 Débit de pointe en temps de pluie ( $Q_{ptp}$ )

Il est donné par :

$$Q_{ptp} = (1 \text{ à } 3) \times Q_{pts} \text{ (m}^3/j)$$

Avec :

- $Q_{pts}$  : Débit de pointe par temps sec.
- $Q_{ptp}$  : Débit de pointe en temps de pluie.
- (1 à 3) : Coefficient de dilution.

$$Q_{ptp} = 3 \times Q_{pts} = 3 \times 107827.65 = 323482.95 \text{ (m}^3/j)$$

### III.5.7 -Débit diurne

Il est donné par :

$$Q_{diurne} = \frac{Q_{moy.j}}{16} \text{ (m}^3/h) \quad III-6$$

Avec :

- $Q_{diurne}$  : débit moyen sur la période diurne (16h).

- $Q_{moy.j}$  : débit des eaux usées domestiques (l/s).
- 16 : la période diurne de 16 heures.

$$Q_{diurne} = \frac{71885.1}{16} = 4492.82 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

### III.6 -Calcul des charges polluantes

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

$$\text{La charge en matière polluante} = C \times Q_j \text{ (kg/j)}$$

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

$Q_j$  : Le débit total journalier entré à la STEP

#### a) La charge moyenne journalière en DBO5 (L0)

$$L_0 \text{ (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [C_{DBO_5} \text{ mg/l}] \times 10^{-3}$$

Avec :

- $L_0$ : Charge moyenne journalière en DBO5 (Kg/j)
- $C_{DBO_5}$  : La concentration en DBO5 moyenne (Kg/m<sup>3</sup>)
- $Q_j$ : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup> /j)

#### b) La charge moyenne journalière en MES (N0)

$$MES \text{ (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [C_{MES} \text{ mg/l}] \times 10^{-3}$$

Avec :

- $MES$ : Charge moyenne journalière en MES (Kg/j)
- $C_{MES}$  : La concentration en MES moyenne (Kg/m<sup>3</sup>)
- $Q_j$ : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup> /j)
- 

#### c) La charge moyenne journalière en DCO

$$DCO \text{ (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [C_{DCO} \text{ mg/l}] \times 10^{-3}$$

Avec :

- **DCO**: Charge moyenne journalière en DCO (Kg/j)
- **$C_{DCO}$**  : La concentration en DCO moyenne (mg/l)
- **$Q_j$** : Débit moyen journalier en ( $m^3$  /j)

Paramètres	Horizon 2054	
Débit moyen journalier en ( $m^3$ /j)	71885.1	
Concentration moyenne des eaux brute (mg/l)	DBO <sub>5</sub>	248
	MES	177
	DCO	637
Charges journalières (kg/j)	DBO <sub>5</sub>	17811.5
	MES	12755.6
	DCO	45766.8

*Tableau III-16: Charges polluantes journalières.*

### III.7 -Critères techniques de la variante d'épuration

Les critères qui influent sur le choix d'un processus d'épuration à privilégier :

- 1- Le rendement d'élimination des principaux polluants.
- 2- La fiabilité du système d'épuration.

#### III.7.1 -Le rendement d'épuration

Dans cette phase de recherche, certaines méthodes seront éliminées pour les raisons suivantes :

Le traitement des lits bactériens, par exemple, ne sera pas envisagé en raison de son manque de pratique courante en Algérie, ce qui présente un risque de mise en œuvre inefficace. De plus, cette méthode présente de nombreux inconvénients tels que des odeurs désagréables et un colmatage.

La méthode de traitement physico-chimique n'est pas adaptée aux eaux usées majoritairement urbaines et est également associée à des coûts d'exploitation élevés. Par conséquent, les méthodes de traitement alternatives sont classées selon les critères suivants :

- Atteindre un rendement de 100 % entraînerait l'élimination complète du MES, de la DBO<sub>5</sub> et du DCO
- Un rendement inférieur indiquant un niveau d'élimination modéré (à la fois élevée et faible).

L'identification des contaminants primaires est déterminée de la manière suivante : Lorsqu'ils sont soumis à un traitement biologique dans des conditions de faible charge, les efficacités suivantes ont été enregistrées :

- 1- MES : 88% à 97%
- 2- DBO : 93% à 97%
- 3- DCO : 85% à 92%

Le rendement équivalent sera déterminé comme suite :

$$R = [(88 + 97)/2 + (93 + 97)/2 + (85 + 92)/2] = 92 \%$$

Pour les autres modes de traitement :

- 1- Traitement biologique à Moyenne charge : 90 %
- 2- Traitement biologique à forte charge : 74,5 %
- 3- Traitement par lagunage naturel : 80 %
- 4- Traitement par lagunage aéré : 77 %

### **III.7.2 -La fiabilité**

Un classement a été réaliser du critère fiabilité d'un système d'épuration selon une analyse statistique effectuée sur des systèmes utilisant le même type de traitement :

- 1- Traitement par lagunage naturel.
- 2- Traitement par lagunage aéré.
- 3- Traitement biologique à faible charge.
- 4- Traitement biologique à moyenne charge.
- 5- Traitement biologique à forte charge.

### **III.7.3 -Choix de la variante d'épuration**

Dans cette section, nous allons comparer techniquement et économiquement cinq systèmes d'épuration différents : le lagunage naturel, le lagunage aéré, et les traitements biologiques à faible, moyenne et forte charge.

## III.7.3.1 -Présentation des systèmes d'épuration

Systeme	Avantages	Inconvénients
<b>Traitement par lagunage (naturel et aéré)</b>	Faible coût d'installation et d'exploitation, peu d'énergie nécessaire pour le fonctionnement, peut être utilisé dans des zones rurales ou éloignées.	Nécessite une grande surface de terrain, le temps de traitement est plus long comparé à d'autres méthodes, le rendement d'élimination des polluants peut être variable.
<b>Le procédé à lit bactérien</b>	Est plus ou moins économique que celui à boues activées.	Pour des raisons techniques comme la sensibilité aux variations climatiques du lit bactérien (odeurs, colmatage, ...), ce type de traitement est à éviter.
<b>Le procédé par boues activées à faible charge</b>	Une performance épuratoire très élevée. Une bonne fiabilité du procédé.	L'implantation d'un site dans un espace vert peut provoquer quelques nuisances, au niveau du bruit et des matériaux utilisés.
<b>Moyenne et forte charge</b>	Efficacité énergétique, adaptée à des effluents de concentration moyenne à élever.	Le bassin d'aération précédé d'un décanteur primaire obligatoire. Le coût global est plus élevé par rapport à la faible charge.
<b>Aération prolongée</b>	Exploitation simplifiée de l'installation résistante bien aux violents coups de pollution grâce à l'importance des volumes d'aération mis en jeu. Performances épuratoires très élevées avec nitrification des composés azotés. Obtention des boues stabilisées non fermentescibles produites en quantité minimale.  L'installation ne nécessite pas une décantation primaire.	Concentration faible en matières organiques. Production d'odeurs. La filière de traitement des boues s'avère souvent être le maillon faible de ce type de procédé. Son insuffisance est souvent à l'origine des mauvaises performances de l'ouvrage.

Tableau III-17: Avantages et inconvénients des systèmes d'épuration.

## III.7.3.2 -Paramètres de fonctionnement du processus :

La capacité d'une station d'épuration à éliminer la pollution de l'eau dépend fortement de certains paramètres opérationnels. Ceux-ci incluent la charge massique, la charge volumique, l'âge des boues, le temps de séjour et la concentration des boues dans le bassin d'aération. Les différents procédés biologiques sont présentés dans le tableau suivant, classés en fonction de la charge massique :

Appellation	Charge massique(C <sub>m</sub> ) Kg DBO5/kg MVS.j	Charge volumique (C <sub>v</sub> ) Kg DBO5/m <sup>3</sup> .j	Age des boues (A) En jour.	N Rendement d'élimination de la DBO5 des Euu
<b>Faible charge</b>	C <sub>m</sub> < 0,15 C <sub>m</sub> < 0,07 (aération prolongée)	C <sub>v</sub> < 0,40	10 à 30	N > 90 % Nitrification possible
<b>Moyenne charge</b>	0,15 < C <sub>m</sub> < 0,4	0,5 < C <sub>v</sub> < 1,5	4 à 10	N = 80 à 90 % Nitrification possible aux températures élevées
<b>Forte charge</b>	1,2 > C <sub>m</sub> > 0,4	1,5 < C <sub>v</sub> < 3	1,5 à 4	N < 80 %

*Tableau III-18: Paramètres de fonctionnement des différents processus.*

### III.8 -Conclusion

Ce travail a permis d'identifier la pollution des eaux usées, de quantifier les besoins en eau et les débits des eaux usées. Plusieurs méthodes d'épuration ont été évaluées. Le choix de la méthode dépendra des coûts, de la fiabilité et du rendement d'élimination des polluants.

Nous optons pour le système d'épuration par boues activées à faible charge partons sur les bases suivantes :

- bon rendement d'élimination de la DBO<sub>5</sub> de l'ordre > 90%.
- facilite d'exploitation et bonne fiabilité.
- coût global de la STEP moins élevé par rapport à la moyenne et forte charge.
- ne nécessite pas une grande surface par rapport au lagunage naturel et lagunage aéré.

**Chapitre IV**  
*Dimensionnement de la  
station d'épuration*



## IV.1 -Introduction

Dans ce chapitre, nous allons explorer les principes fondamentaux et les méthodes de calcul qui permettent de déterminer les caractéristiques techniques et les dimensions des différents ouvrages qui composent la station d'épuration.

Nous allons nous concentrer aussi sur le dimensionnement des différentes conduites de rejet et des conduites qui relient les ouvrages ainsi leurs côtes piézométriques, éléments essentiels pour le bon fonctionnement d'une station d'épuration.

Nous aborderons également le rôle décisif du déversoir d'orage. Le dimensionnement correct de ces éléments est vital pour assurer que la station d'épuration fonctionne de manière optimale et respecte les normes environnementales.

## IV.2 -Déversoir d'orage

Un déversoir d'orage est un dispositif qui limite le débit d'eaux vers une station d'épuration (STEP) pour éviter sa surcharge lors de fortes pluies. Sa projection est indispensable, pour réduire le diamètre et créer, ou maintenir un équilibre vis-à-vis de la charge du débit transité.

A cet effet, nous avons opté pour une projection des déversoirs à seuil latéral classique de dimensions standards. [21]

### a. -Calcul de déversoir d'orage (DVO)

On a l'expression de la formule de BAZIN : [26]

$$L = \frac{3}{2} \times \frac{Q_{dev}}{\mu \times 2gH_{dev}} \quad IV-1$$

- $Q_{dev}$  : débit déversé vers un milieu récepteur ( $m^3/s$ ) exprimé par :  

$$Q_{dev} = Q_{ptp} - Q_{pts}$$
- $Q_{ptp}$  : débit a temps pluie ( $m^3/s$ ) (debit d'entree).
- $Q_{prs}$  : débit a temps sec ( $m^3/s$ ) (débit de sortie).
- $\mu$ : coefficient expérimental = 0.40
- $L$  : longueur de seuil du déversoir (m).
- $g$  : la pesanteur =  $9.81m/s^2$
- $H_{dev}$  : hauteur de la lame déversant (m) est exprimée par  $H_{dev} = H_e - H_s$  avec :
- $H_e$  : hauteur de remplissage du collecteur entrant au DVO.
- $H_s$  : hauteur de remplissage du collecteur sortant du DVO vers la STEP.

#### ➤ Calcul des hauteurs de remplissage

Pour cela, nous avons besoin d'abord de calculer le diamètre pour déterminer le diamètre normalisé.

A partir de la formule de Manning-Strickler, on en déduit : (annexe 2&3)

$$D = [Q * 3.210 / (k \cdot \sqrt{I})]^{3/8} \times 1000 \quad IV-2$$

- **Q** : Le débit.
- **I** : Pente de l'ouvrage en m/m ;
- **K** : Coefficient de rugosité de Manning-Strickler. il varie en fonction du type des matériaux composants les conduites (tient compte de la rugosité des conduites), on a : **K= 80** pour les collecteurs en PVC, **K= 70** pour les collecteurs en béton. (Voir annexe 1)

a. **He** :

$$Q_{ptp} = 3.744 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{cal} = 1023 \text{ mm} \rightarrow D_{nrm} = 1200 \text{ mm}$$

$$rH = 0.59 \rightarrow \text{de l'abaque}$$

$$H_e = rH \times D = 708 \text{ mm}$$

b. **Hs** :

$$Q_{pts} = 1.248 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{cal} = 678 \text{ mm} \rightarrow D_{nrm} = 700 \text{ mm}$$

$$rH = 0.76 \rightarrow \text{de l'abaque}$$

$$H_e = rH \times D = 537 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de H<sub>dev</sub>**

$$H_{dev} = H_e - H_s = 174 \text{ mm}$$

➤ **Calcul de Q<sub>dev</sub>**

$$Q_{dev} = Q_{ptp} - Q_{pts} = 2.496 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Dou :**

$$L = 5.1 \text{ m}$$

### IV.3 -Le prétraitement

#### IV.3.1 -Le dégrillage

##### a. Calcul de dégrilleur :

On utilise la méthode de KIRSCHMER. La largeur de la grille est donnée par l'expression :

$$L = \frac{S \times \sin \alpha}{V \times h_{max}(1 - \beta)\sigma} \quad IV-3$$

- L : Largeur de la grille (m).
- S : surface de passage de l'effluent.

$$S = \frac{Q_{pts}}{V} \quad IV-4$$

- $Q_{pts}$  : Débit de pointe par temps sec.
- V : Vitesse de l'écoulement des eaux brutes à l'entrée (m/s).  
La vitesse d'écoulement (de passage) de l'effluent est comprise entre (0.6 -1.4) (m/s) et cela pour éviter le colmatage en profondeur des barreaux et de ne pas provoquer des pertes de charge trop importantes. Une vitesse de passage inférieure à 0.6m/s provoque un dépôt de sable au fond du canal.
- $\sigma$  : Coefficient de colmatage de grille.
  - La grille manuelle : = 0.25
  - La grille mécanique : = 0.5
- $h_{max}$  : Hauteur maximum admissible sur une grille (m).

$$0.15 \geq h_{max} \leq 1.5$$

- $\beta$  : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$$\beta = \frac{d}{d + e} \quad IV-5$$

- d : épaisseur des barreaux (cm) pour les grilles grossières = 2.
- e : espacement des barreaux (cm) pour les grilles grossières = (5 à 10).
- $\alpha$  : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal = 60°

Application numérique :

$$S = \frac{1.248}{1.2} = 1.4 \text{ m}^2$$

$$\beta = \frac{2}{2+7} = 0.22 \text{ cm}$$

$$L = \frac{1.4 \times \sin 60}{1.2 \times 1.35(1 - 0.0022)0.5} = 1.5 \text{ m}$$

### b. Calcul des pertes de charge

Selon Kirschmer la relation entre la perte de charge et le coefficient de forme des barreaux et l'angle de la grille avec l'horizontale nous donne la formule suivante :

$$\Delta H = \delta \times \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{V^2}{2g} \times \sin \alpha \quad \text{IV-6}$$

- $\Delta H$  : La perte de charge.
- $\delta$  : Le coefficient de forme des barreaux.
- $g$  : Accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).
- $d$  : Épaisseur des barreaux.
- $e$  : Espacement entre les barreaux (cm).
- $V$  : vitesse d'écoulement dans la grille (m/s).
- $\alpha$  : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizon ( $\alpha = 60^\circ$ ).

Type des barreaux	$\delta$
Section rectangulaire	2.42
Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont	1.83
Section rectangulaire avec arrondi semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1.67

Section circulaire	1.79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0.76

Tableau IV-1: Les valeurs de  $\delta$ .

**Application numérique :**

$$\Delta H = 1.79 \times \left(\frac{2}{7}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1,2^2}{2 \times 9.81} \times \sin 60 = 0.0214 \text{ m}$$

### c. Calcul des refus au niveau des grilles

Le volume des débris retenus par la grille est fonction de l'espacement entre les barreaux et la qualité des eaux à épurer, Soit :

$$\frac{12}{e} \leq V \leq \frac{15}{e}$$

$$V_{\max} = \frac{15}{7} = 2.14 \text{ l/EH/an}$$

$$V_{\min} = \frac{12}{7} = 1.71 \text{ l/EH/an}$$

$$V_{\text{moy}} = (2.14 + 1.71) / 2 = 1.925 \text{ l/EH/an}$$

## IV.3.2 -Dessablage déshuilage

### a. Bassin de dessableur-déshuileur

On doit vérifier l'inégalité ci-après pour qui y ait sédimentation :

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s}$$

Avec :

- L : sa longueur (m).
- H : sa profondeur (m), (1 - 2.5).
- $V_e$  : la vitesse horizontale (vitesse d'écoulement est  $0.2 < V_e < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ ).
- $V_s$  : la vitesse de sédimentation (vitesse est  $40 < V_s < 70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ).
- L/H : (10 - 15).

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

➤ **Calcul de volume du dessableur**

On prend :

$$Q_{pts} = 1.248 \text{ m}^3/\text{s} ; V_e = 0.3 \text{ m/s} ; V_s = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 0.014 \text{ m/s} ; H = 2 \text{ m} ; T_s = 10 \text{ min}$$

$$V = Q_{pts} \times T_s = 1.248 \times 10 \times 60 = 748.8 \text{ m}^3$$

➤ **La surface horizontale**

On a :  $H = 2 \text{ m}$ .

$$\text{Donc } Sh = V/H = 748.8/2 = 374.4 \text{ m}^2$$

➤ **La longueur**

On prend  $L/H = 10 \text{ m} \rightarrow L = 10 \times 2 = 20 \text{ m}$

➤ **La largeur**

On opte pour un bassin de forme rectangulaire de surface :  $Sh = L \cdot l$

$$l = Sh/L = 374.4/20 = 18.72 \text{ m}$$

➤ **Le volume d'air à insuffler dans le dessableur**

La quantité d'air varie de 1 à 1.5 m<sup>3</sup> d'air /m<sup>3</sup> d'eau

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

IV-7

- $V$  : volume d'air à injecter (m<sup>3</sup>), on prend  $V = 1.5 \text{ m}^3$
- $Q_{pts}$  : débit de la station (débit de pointe par temps sec)

$$\text{Donc : } q_{\text{air}} = 1.248 \times 1.5 = 1.872 \text{ m}^3/\text{s} = 6739.2 \text{ m}^3 \text{ d'air /h}$$

➤ **Vérification de la condition de dimensionnement :**

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s} \rightarrow \frac{20}{2} \leq \frac{0.3}{0.016} \rightarrow 10 < 18.75 \text{ Condition vérifiée.}$$

**b. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur**

A partir de rapport  $\frac{MES}{DBO_5}$ , à l'aide du tableau ci-après on peut évaluer le pourcentage des MVS (matières volatiles en suspension).

MES/DBO <sub>5</sub>	1.5	1.17	1	0.83	0.67
%MVS	60	65	68	70	75

*Tableau IV-2: pourcentage des MVS.*

$$\frac{12755.6}{17811.5} = 0.716$$

Donc : **MES= 70% MVS+ 30% MM**

La charge en MES a l'entrée de dessableur est :

- Les MVS :  $MVS = 12755.6 \times 0.7 = 8928.92 \text{ kg/j}$
- Les matières minérales (MM) :  $MM = 12755.6 \times 0.3 = 3826.68 \text{ kg/j}$
- Les matières minérales éliminées :

Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales :

$$MM_e = 3826.68 \times 0.7 = 2678.68 \text{ kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MM_s = MM_t - MME$$

$$MM_s = 3826.68 - 2678.68 = 1148 \text{ kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur :

$$MES_s = MVS + MM_s$$

$$MES_s = 8928.92 + 1148 = 10076.92 \text{ kg/j}$$

#### IV.4 -Traitement primaire

##### IV.4.1 -Dimensionnement de décanteur primaire

On opte pour un décanteur d'une forme circulaire, les principes de calcul du décanteur sont :  
La charge superficielle (vitesse limite de chute) qui est définie par.

$$V_{lim} = \frac{Q_{pts}}{S} \quad IV-8$$

- $Q_{pts}$  : débit de la station.
- $S$  : surface totale.

Le temps de séjours est compris entre 1 et 2 heures. [7]

La hauteur d'eau dans l'ouvrage : la hauteur minimum est de 2m.

**Remarque**

Il faut prévoir une hauteur de revanche contre le débordement de 0.75 m ; dont la hauteur totale est **H= 4.75m**.

Pour un réseau unitaire la vitesse limite est déterminée en fonction du rapport  $Q_{pts}/Q_{moy h}$ .

**Horizon 2054 :**

$K = Q_{pts}/Q_{moy h}$	2.5	3	5	8	10
$V_{lim} (m/h)$	2	2.5	3.75	5	6

Tableau IV-3: les valeurs de la vitesse limite en fonction de k.

On a :

- $Q_{moy h}$  : débit moyenne horaire = 2995.2 m<sup>3</sup>/h
- $Q_{pts}$  : débit de pointe en temps sec = 4492.8 m<sup>3</sup>/h

D'ou :

$K = 4492,8 / 2995,2 = 1,5$  donc d'après ce tableau on tire la vitesse = 2 m/h

➤ **La surface horizontale du décanteur :**

$$sh = Q_{pts}/V_{lim} = 4492.8 / 2 = 2246.4 \text{ m}^2 \qquad \qquad \qquad sh = 2246.4 \text{ m}^2$$

➤ **Volume du décanteur :**

$$V = Q_{pts} \times T_s ; \text{ on prend } T_s = 2 \text{ h}$$

$$V = 4492.8 \times 2 = 8985.6 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad V = 8985.6 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur de décanteur :**

$$H = V/sh$$

$$H = 8985,6/2246.4 = 4\text{m} \qquad \qquad \qquad H = 4 \text{ m}$$

➤ **Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{4 \times 8985.6}{3.14 \times 4.75}} = 49.08 \text{ m} \qquad \qquad \qquad D = 49.08 \text{ m}$$

Avec :

- D : diamètre du décanteur (m) ;
- V : volume du décanteur (m<sup>3</sup>) ;
- H : hauteur du décanteur (m).

➤ **Détermination du temps du séjour :**

- Pour le débit moyen horaire

$$T_s = V/Q_{moy h} = 8985.6/2995.2 = 3h$$

- Pour le débit de pointe par temps sec.

$$T_s = V/Q_{pts} = 8985.6/4492.8 = 2h$$

➤ **Calcul de la quantité des boues éliminées :**

Sachant que le décanteur primaire permet l'élimination de 30% de DBO5 et 60% de MES et connaissant les charges de pollution à l'entrée du décanteur :

- DBO5 = 17811.5 Kg/j.
- MES = 10076.92 Kg/j.

➤ **Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc :**

$$\begin{aligned} \text{DBO5}_e : \text{DBO5} &= 0.3 \times 17811.5 = 5343.45 \text{ Kg/j} & \text{DBO5}_e &= 5343.45 \text{ Kg/j} \\ \text{MES}_e : \text{MES} &= 0.6 \times 10076.92 = 6046.15 \text{ Kg/j} & \text{MES}_e &= 6046.15 \text{ Kg/j} \end{aligned}$$

➤ **Les charges à la sortie du décanteur primaire :**

$$\begin{aligned} \text{DBO5}_s &= \text{DBO5} - \text{DBO5}_e = 17811.5 - 5343.45 = 12468.05 \text{ kg/j} & \text{DBO5}_s &= 12468.05 \text{ kg/j} \\ \text{MES}_s &= \text{MES} - \text{MES}_e = 10076.92 - 6046.15 = 4030.77 \text{ kg/j} & \text{MES}_s &= 4030.77 \text{ kg/j} \end{aligned}$$

Designation		Unites	Horizon 2054
Débit de la station		m <sup>3</sup> /s	1.248
Surface horizontale		m <sup>2</sup>	2246.4
Volume		m <sup>3</sup>	8985.6
Hauteur d'eau + hauteur de la revanche		m	4.75
Diamètre		m	49.08
Temps de séjour	Débit moyen horaire	h	3
	Débit de pointe par temps sec		2
DBO5 entrée		Kg/j	17811.5
MES entrée		Kg/j	10076.92
DBO5 éliminée		Kg/j	5343.45
MES éliminée		Kg/j	6046.15
DBO5 sortie		Kg/j	12468.05
MES sortie		Kg/j	4030.77

*Tableau IV-4: dimensions du décanteur primaire pour l'horizon 2054..*

#### IV.5 -Le traitement secondaire.

##### IV.5.1 -Dimensionnement du bassin d'aération.

Le traitement biologique est réalisé dans un ensemble complet qui comprend :

- Les bassins d'aération ;
- Les décanteurs secondaires (clarificateur).

#### IV.5.1.1 - Calcul des caractéristiques du bassin d'aération

##### ➤ La charge massique ( $C_m$ ) : [23]

$$0,1 < C_m < 0,2 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg.MVS.j}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante de  $C_m$  :

On prend une charge massique :  $C_m = 0.2 \text{ DBO}_5/\text{Kg MVS j}$

##### ➤ La charge volumique ( $C_v$ ) :

Prévoit un décanteur primaire de volume  $8985.6 \text{ m}^3$  pour 2054.

Les données : [22]

(DBO5 éliminée de l'effluent)

$$\frac{\text{(DBO5 éliminée de l'effluent)}}{\text{(Unité de volume du bassin)}} C_v = 0.60 \text{ kg/j/m}^3$$

$$C_v = 0.60 \text{ kg DBO}_5/\text{j/m}^3$$

(Unité de volume du bassin)

##### ➤ Le volume du bassin :

$$V = L_0 / C_v$$

IV-9

Avec

- $C_v$  : Charge volumique ( $\text{kg DBO}_5/\text{j/m}^3$ )  $C_v = 0.60 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$
- $L_0$  : charge polluante ( $\text{kg DBO}_5/\text{j}$ ). On a :  $L_0 = 12468.05 \text{ kg/j}$

$$\text{Donc : } V = L_0 / C_v = 12468.05 / 0.60 = 20780.08 \text{ m}^3$$

$$V = 20780.08 \text{ m}^3$$

##### ➤ La hauteur du bassin :

Elle est prise généralement entre 3 et 5m donc on prend :  $H = 4 \text{ m}$

La hauteur de revanche du bassin doit être  $h \geq 80 \text{ cm}$ . On prend  $h = 70 \text{ cm}$

##### ➤ Surface horizontale du bassin :

$$Sh = V / H = 20780.08 / 4 = 5195.02 \text{ m}^2$$

$$Sh = 5195.02 \text{ m}^2$$

##### ➤ Calcul de la largeur du bassin :

$$L = \sqrt{Sh} = \sqrt{5195.02} = 72 \text{ m}$$

$$L = 72 \text{ m}$$

##### ➤ Calcul du temps de séjour :

1- Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = V / Q_{\text{moy.h}} = 2.83 \text{ h}$$

$$T_s = 3 \text{ h}$$

2- Pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = V / Q_{\text{pts}} = 1.89 \text{ h}$$

$$T_s = 2 \text{ h}$$

#### IV.5.1.2 - Calcul des différentes charges et concentrations :

##### a) La masse des boues dans le bassin :

$$X_a = L_0 / C_m = 62340.35 \text{ kg}$$

$$X_a = 62340.35 \text{ kg}$$

**b) La concentration des boues dans le bassin :**

$$[Xa] = Xa/V = 3 \text{ kg/m}^3$$

$$[Xa] = 3 \text{ kg/m}^3$$

**c) La concentration de l'effluent en DBO<sub>5</sub> :**

$$So = L_0/Q_{\text{moy},j} = 173.4 \text{ mg/l}$$

$$So = 173.4 \text{ mg/l}$$

**d) La charge polluante à la sortie du décanteur secondaire (Sf = 30 mg/l) :**

La charge polluante exprimée en DBO<sub>5</sub> à la sortie du décanteur secondaire a une concentration Sf conforme aux normes de rejets fixées à 30 mg/l de DBO<sub>5</sub>.

D'où la charge :

$$Lf = Sf \times Q_{\text{moy},j} = 2156.55 \text{ kg DBO}_5/j$$

$$Lf = 2156.55 \text{ kg DBO}_5/j$$

**e) La charge polluante en DBO<sub>5</sub> éliminée (Le) :**

$$Le = L_0 - Lf = 10311.5 \text{ kg DBO}_5/j$$

$$Le = 10311.5 \text{ kg DBO}_5/j$$

**f) Le rendement de l'épuration :**

$$\eta_{ep} = ((L_0 - L_f)/L_0) \times 100 = 83\%$$

$$\eta_{ep} = 83\%$$

**IV.5.1.3-Besoins en oxygène :**

Les bactéries constituant la boue activée ont besoin d'oxygène d'une part pour se nourrir et de se développer à partir de la pollution éliminée et d'autre part par la dégradation de la matière organique, cet oxygène est apporté généralement par des aérateurs.

La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse cellulaire plus celle nécessaire à la respiration endogène.

Le calcul théorique de la consommation d'oxygène est donné par la formule :

$$Q_{o_2} = a'Le + b'Xa \text{ (kg/j)} \quad IV-10$$

Avec

- **Le** : DBO<sub>5</sub> éliminée dans le bassin d'aération par jour (Kg).
- **Xa** : 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.

Les valeurs moyennes des paramètres **a'** et **b'** sont données dans le tableau suivant :

Paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
$a' \text{ (kgO}_2\text{/kg}_{\text{DBO5}})$	0.52	0.57	0.60	0.64
$b' \left( \frac{\text{kgO}_2}{\text{kg}_{\text{DBO5j}}} \right)$	0.11	0.08	0.07	0.07

Tableau IV-5: Les valeurs moyennes des paramètres  $a'$  et  $b'$ .

Dans notre cas, les valeurs des paramètre  $a'$  et  $b'$  sont des valeurs de faible charge.

➤ **La quantité d'oxygène journalière :**

$$Q_{O_2} = 0.60 \times 10311.5 + 0.07 \times 62340.35 = 10550.72 \text{ kg O}_2\text{/j}$$

$$Q_{O_2} = 10550.72 \text{ kg O}_2\text{/j}$$

➤ **La quantité d'oxygène horaire :**

$$Q_{O_2}/24 = 10550.72/24 = 439.6 \text{ kg O}_2\text{/h}$$

$$Q_{O_2}/24 = 439.6 \text{ kg O}_2\text{/h}$$

➤ **La quantité d'oxygène nécessaire par m<sup>3</sup> du bassin :**

$$Q_{O_2}/\text{m}^3 = Q_{O_2}/V = 0.515 \text{ kg O}_2\text{/h}$$

$$Q_{O_2}/\text{m}^3 = 0.515 \text{ kg O}_2\text{/h}$$

➤ **La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :**

$$Q_{O_2\text{pte}} = (a' \times Le/TD) + (b' \times Xa/24) \quad \text{IV-11}$$

Td : période diurne en heures Td= 16h.

$$Q_{O_2\text{pte}} = (a' \cdot Le/TD) + (b' \cdot Xa/24) = 568.5 \text{ kg } \frac{\text{O}_2}{\text{h}}$$

$$Q_{O_2\text{pte}} = 568.5 \text{ kgO}_2\text{/h}$$

➤ **Besoin réel en pointe en oxygène :**

En réalité, le transfert d'air atmosphérique vers l'eau épurée se trouve gênée par la présence dans les eaux usées des matières en suspension (MES) et d'agent tensio-actif.

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

$$Q_{O_2\text{réel}} = \frac{Q_{O_2}}{\alpha \times \beta} \quad \text{IV-12}$$

$\alpha$  : Rapport des coefficients de transfert d'eau usée en eau propre. Les coefficients de transfert dépendants de la nature de l'eau (MES, tensio-actif) et du système d'aération.

$$\alpha = \frac{cs(\text{eau usée})}{cs(\text{eau épure})} = 0.8$$

$\beta$  Tel que :  $0.8 \leq \beta \leq 0.95$

On prend  $\beta = 0.9$

$$Q_{O_2 \text{réel}} = \frac{568.5}{0.8 \times 0.9} = 789.6 \text{ kg } \frac{O_2}{h}$$

$$Q_{O_2 \text{réel}} = 789.6 \text{ kg } O_2/h$$

En moyenne

$$Q_{O_2 \text{réel}} = \frac{10550.72}{0.8 \times 0.9} = 14653.8 \text{ kg } \frac{O_2}{j}$$

$$Q_{O_2 \text{réel}} = 14653.8 \text{ kg } O_2/j$$

#### IV.5.1.4 - Calcul des caractéristiques de l'aérateur :

##### a) Calcul de la puissance de l'aérateur (En) :

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre 1 et 2 kg O<sub>2</sub>/kWh.

$$E_n = \frac{Q_{O_2}}{E_a} \quad IV-13$$

Avec

- En : puissance de l'aérateur nécessaire.
- Q<sub>O<sub>2</sub></sub> : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h).
- E<sub>a</sub> : quantité d'O<sub>2</sub> par unité de puissance.

On prend : E<sub>a</sub> = 1.5 kgO<sub>2</sub>/kwh

$$E_n = \frac{439.6}{1.5} = 293.06 \text{ kw}$$

$$E_n = 293.06 \text{ KW}$$

##### b) Puissance de brassage :

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante

$$E_b = S_h \times P_a \quad IV-14$$

Avec :

P<sub>a</sub> : puissance spécifique absorbé

La puissance spécifique absorbé P<sub>a</sub> pour les aérateurs de surface est P<sub>a</sub> = 80 w/m<sup>2</sup>

S<sub>h</sub> : la surface horizontale du bassin

$$E_b = 5195.02 \times 80 \times 0.01 = 4156 \text{ KW}$$

$$E_b = 4156 \text{ kW}$$

##### c) Calcul de nombre d'aérateur dans le bassin :

$$N_a = E_n / E_b = 4156 / 293.06 = 14.18$$

$$N_a = 14.18$$

On prend N<sub>a</sub> = 14

#### IV.5.1.5 - Bilan de boues :

##### a) Calcul de la quantité des boues en excès :

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'ECKENFELDER : [25]

$$\Delta X = X_{\min} + X_{\text{dur}} + a_m L_e - b X_a - X_{\text{eff}} \quad IV-15$$

Avec :

X<sub>min</sub> : boues minérales (25% MES)

X<sub>dur</sub> : 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 DBO5éliminées).

$b$  : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène.

Les valeurs moyennes des paramètres  $a_m$  et  $b$ , généralement retenues pour les boues activées, sont les suivantes :

Paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
$a_m$	0.50	0.53	0.55	0.60
$b$	0.06	0.055	0.05	0.07

Tableau IV-6: Les valeurs moyennes des paramètres  $a_m$  et  $b$ .

On prend :

$$a_m = 0.55$$

$$b = 0.05$$

$L_e$  : 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 4030.77 kg/j

$$X_{min} = 0.25 \times 4030.77 = 1007.7 \text{ kg/j}$$

$$X_{dur} = 0.3 \times MVS$$

$$X_{dur} = 0.3 \times (0.70 \times 4030.77) = 846.5 \text{ kg/j}$$

$$A_m L_e = 0.55 \times 10311.5 = 5671.3 \text{ kg/j}$$

$$b X_a = 0.05 \times 62340.35 = 1558.5 \text{ kg/j}$$

$$X_{eff} = 0.03 \times Q_{moy,j} = 2 \ 156.55 \text{ kg/j}$$

D'où

$$\Delta X = 3810.45 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 3810.45 \text{ kg/j}$$

**b) Concentration des boues en excès :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m}$$

IV-16

Avec :

- $X_m$  : concentration des boues en excès
- $I_m$  : indice de Molhman.

$I_m$  mesure la décantabilité de la boue. C'est le volume occupé par un gramme de boue après décantation d'une demi-heure.

Généralement, les boues sont bien décantable pour  $80 < I_m < 150$

- Si  $I_m \sim 80$  : la décantation est très bonne mais les boues sont difficilement pompables
- Si  $I_m \sim 150$  : la décantation est très lente

On prend :

$$I_m = 130 \text{ ml/g}$$

D'où

$$X_m = \frac{1200}{130} = 9.23 \text{ kg/m}^3$$

$$X_m = 9.23 \text{ kg/m}^3$$

**c) Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{b_{exc}} = \frac{\Delta X}{X_m} \quad IV-17$$

$$Q_{b_{exc}} = \frac{3810.45}{9.23} = 412.8 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q_{b_{exc}} = 412.8 \frac{\text{m}^3}{\text{j}}$$

**d) Le débit spécifique par m<sup>3</sup> de bassin :**

$$Q_{sp} = \frac{\Delta X}{V} \quad IV-18$$

V : volume du bassin

$$Q_{sp} = \frac{3810.45}{20780.08} = 0.18 \text{ kg/m}^3/\text{j} \quad Q_{sp} = 0.18 \text{ kg/m}^3/\text{j}$$

**e) Les boues recyclées :**

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin d'aération, une optimisation de l'activité de la biomasse bactérienne et d'éviter l'accumulation des boues dans le clarificateur, on procède à un recyclage d'une partie des boues dans le bassin d'aération. En effet, si la quantité de boues recyclées est insuffisante, le volume des boues stockées dans le décanteur secondaire sera trop important.

Dans ce cas, on assiste à un passage en anaérobiose qui provoque une remontée des boues dans le clarificateur.

**❖ Le taux de recyclage :**

- Il peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit.
- Il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100[X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \quad IV-19$$

Avec

- R : taux de recyclage (%)
- [X<sub>a</sub>] : concentration des boues dans le bassin = 3kg/m<sup>3</sup>

$$R = \frac{100 \times 3}{9.23 - 3} = 48.15\% \quad R = 48.15\%$$

**❖ Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R Q_{moy,j} \quad IV-20$$

Donc :

$$Q_r = 0.4815 \times 71885.1 = 34612.63 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q_r = 34612.63 \text{ m}^3/\text{j}$$

**Remarque**

Le débit des boues recyclé est tributaire du débit journalier arrivant à la station d'épuration.

## ❖ Age des boues :

C'est le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \quad IV-21$$

$$A_b = \frac{62340.35}{3810.45} = 16 \text{ jours}$$

$$A_b = 16 \text{ jours}$$

## IV.5.1.6-Calcul du clarificateur (décanteur secondaire) :

Quelle que soit la méthode de traitement choisie, le traitement de l'eau consiste à séparer les boues de l'eau. En effet, à la sortie des bassins biologiques, l'eau épurée est mélangée à la biomasse formée. La séparation de ces éléments est réalisée dans un clarificateur où la biomasse, de densité plus élevée, va se déposer.

Les boues dans le clarificateur sont recyclées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation). Les eaux épurées sont renvoyées vers le milieu naturel.

## ❖ Dimensionnement de clarificateur :

Données de bases :

- Le temps de séjour :  $T_s = 2\text{h}$
- Le débit de point en temps sec (débit de la station) :  $Q_{pts} = 4492.8 \text{ m}^3/\text{h}$

## a) Le volume du clarificateur :

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

$$V = 4492.8 \times 2 = 8985.6 \text{ m}^3$$

$$V = 8985.6 \text{ m}^3$$

## b) La hauteur de clarificateur :

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

On prend  $H=4\text{m}$ , avec une revanche de  $0.75 \text{ m}$

Donc  $H= 4.75\text{m}$

$$H=4.75\text{m}$$

## c) La surface horizontale :

$$Sh=V/H$$

$$Sh=8985.6/4 = 2246.4\text{m}^2$$

$$Sh= 2246.4 \text{ m}^2$$

## d) Le diamètre de clarificateur :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}}$$

IV-22

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 8985.6}{3.14 \times 4}} = 53.48 \text{ m}$$

$$D= 53.48 \text{ m}$$

## e) Le temps de séjour :

Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = V / Q_{moy.h} = 8985.6 / 2995.2 = 3h$$

Pour le débit de pointe en temps sec :

$$T_s = V / Q_{pts} = 8985.6 / 4492.8 = 2h$$

Désignation	Unité	Horizon 2054
<b><u>Dimensionnement du bassin d'aération</u></b>		
- Le volume du bassin (V).	m <sup>3</sup>	<b>20780.08</b>
- La hauteur du bassin (H)	m	<b>4</b>
- La surface horizontale (Sh)	m <sup>2</sup>	<b>5159.02</b>
- La largeur (L)	m	<b>72</b>
- Le temps de séjours (Ts)	h	<b>/</b>
• Débit moyen horaire	h	<b>2.83</b>
• Débit en temps sec	h	<b>1.89</b>
<b><u>Calcul des différentes charges et concentrations</u></b>		
- La masse des boues dans le bassin (Xa)	Kg	<b>62340.35</b>
- La concentration des boues dans le bassin ([Xa])	Kg/m <sup>3</sup>	<b>3</b>
- La concentration de l'effluent en DBO <sub>5</sub> (So)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>137.4</b>
- La charge polluante à la sortie du décanteur secondaire (Lf)	Kg	<b>2156.55</b>
- La charge polluante en DBO <sub>5</sub> éliminée (Le)	DBO <sub>5</sub> /j	<b>10311.5</b>
- Le rendement de l'épuration (η <sub>ep</sub> )	kg DBO <sub>5</sub> /j %	<b>83</b>
<b><u>Besoins en oxygène</u></b>		
- La quantité d'oxygène journalière (Q <sub>O2</sub> )	Kg O <sub>2</sub> /j	<b>10550.72</b>
- La quantité d'oxygène horaire (Q <sub>O2</sub> /24)	Kg O <sub>2</sub> /h	<b>439.6</b>
- La quantité d'oxygène nécessaire par m <sup>3</sup> du bassin (Q <sub>O2</sub> /m <sup>3</sup> )	Kg O <sub>2</sub> /h	<b>0.515</b>
- La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe (Q <sub>O2</sub> pte)	Kg O <sub>2</sub> /h	<b>568.5</b>
- Besoin réel en pointe en oxygène (Q <sub>O2</sub> réel)	Kg O <sub>2</sub> /h	<b>789.6</b>
- Besoin réel en moyenne en oxygène (Q <sub>O2</sub> réel)	Kg O <sub>2</sub> /j	<b>14653.8</b>
<b><u>Calcul des caractéristiques de l'aérateur</u></b>		
- La puissance de l'aérateur (En)	KW	<b>293.06</b>
- La puissance de brassage (Eb)	KW	<b>4156</b>
- Le nombre d'aérateur dans le bassin (Na)	-	<b>14</b>

<b><u>Bilan des boues</u></b>		
- La quantité des boues en excès ( $\Delta X$ )	Kg/j	<b>3810.45</b>
- La concentration des boues en excès ( $X_m$ )	Kg/m <sup>3</sup>	<b>9.23</b>
- Le débit de boues en excès ( $Q_{b_{exc}}$ )	m <sup>3</sup> /j	<b>412.8</b>
- Le débit spécifique par m <sup>3</sup> de bassin ( $Q_{sp}$ )	kg/m <sup>3</sup> /j	<b>0.18</b>
- Le taux de recyclage (R)	%	<b>48.15</b>
- Le débit des boues recyclées ( $Q_r$ )	m <sup>3</sup> /j	<b>34612.63</b>
- L'âge des boues ( $A_b$ )	Jours	<b>16</b>
<b><u>Dimensionnement de clarificateur</u></b>		
- Le volume (V)	m <sup>3</sup>	<b>8985.6</b>
- La hauteur (H)	m	<b>4</b>
- La surface horizontale ( $S_h$ )	m <sup>2</sup>	<b>2246.4</b>
- Le diamètre (D)	m	<b>53.48</b>
- Le temps de séjour ( $T_s$ )	h	<b>/</b>
- Débit moyen horaire	h	<b>3</b>
- Débit en temps sec	h	<b>2</b>

Tableau IV-7: Résultats de calcul d'aérateur pour l'horizon 2054.

#### IV.6 -Traitement tertiaire (désinfection) :

Le traitement biologique ne permet pas à lui seul d'éliminer de façon satisfaisante les germes pathogènes ; ce qui implique en cas de réutilisation de l'eau épurée, une désinfection. La chloration est utilisée depuis longtemps pour son action bactéricide et apparaît comme élément complémentaire de traitement indispensable dès lors que les eaux sont destinées à l'agriculture.

En Algérie, l'hypochlorite de sodium (eau javel) est le produit désinfectant le plus utilisé dans les stations d'épuration à cause de sa disponibilité sur le marché et son faible coût.

##### IV.6.1 -Evaluation de la quantité de l'hypochlorite de sodium nécessaire :

###### a) Dose du chlore à injecter :

La dose du chlore nécessaire dans les conditions normales pour un effluent traité est d'environ 10 mg/l pour un temps de contact de 30 minutes. [23]

###### b) La dose journalière en chlore :

$$D_j = Q_{moy.j} \times [Cl_2] \quad IV-23$$

$$D_j = 71885.1 \times 0.01 = 718.85 \text{Kg/j}$$

$$D_j = 718.85 \text{ kg/j}$$

##### IV.6.2 -Dimensionnement du bassin de désinfection :

$$Q_{pts} = 4492.8 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (débit de pointe en temps sec)}$$

$$T_s = 30 \text{ mn}$$

###### a) Le volume du bassin :

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

$$V = 4492.8 \times 30/60 = 2246.4 \text{ m}^3$$

$$V = 2246.4 \text{ m}^3$$

###### b) La hauteur du bassin :

$$\text{On fixe } H = 3\text{m}$$

$$H = 3\text{m}$$

## c) La surface horizontale :

$$Sh = V/H$$

$$Sh = 2246.4 / 3 = 748.8 \text{ m}^2$$

$$Sh = 748.8 \text{ m}^2$$

## d) La largeur et la longueur :

On prend :  $L=2b$

$$L = \sqrt{2 \times Sh}$$

$$L = \sqrt{2 \times 748.8} = 38.70 \text{ m}$$

$$\text{Alors : } b = 19.35 \text{ m}$$

$$L = 38.70 \text{ m}$$

$$b = 19.35 \text{ m}$$

Désignation	Unité	Horizon 2054
<b>Caractéristiques du bassin de désinfection</b>		
- Dose journalière du chlore Dj	kg/j	718.85
- Le volume	m <sup>3</sup>	2246.4
- Hauteur	m <sup>2</sup>	3
- Surface horizontale	m	748.8
- Longueur	m	38.77
- Largeur	m	19.35

*Tableau IV-8: Résultats de calcul du bassin de désinfection pour l'horizon 2054.*

## IV.7 -Traitement des boues :

## IV.7.1 -L'épaisseur :

Il reçoit les boues issues du décanteur primaire et secondaire.

La production journalière des boues est de :

## ❖ Calcul de la quantité totale des boues :

## a) Boues issues du décanteur primaire :

La boue primaire :

$$DX_p = DBO5_e + MES_e$$

$$DX_p = 5343.45 + 6046.15 = 11389.6 \text{ Kg/j}$$

$$DX_p = 11389.6 \text{ Kg/j}$$

## b) Boues issues du décanteur secondaire :

Boues secondaire  $DX_s = 3810.45 \text{ Kg/j}$

(Représente les boues en excès)

$$DX_s = 3810.45 \text{ Kg/j}$$

## c) La quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_t = DX_p + DX_s$$

$$DX_t = 11389.6 + 3810.45 = 15200.05 \text{ Kg/j}$$

$$DX_t = 15200.05 \text{ Kg/j}$$

IV-24

## d) La concentration des boues :

A l'entrée de l'épaisseur les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes :

- Boues primaires : (20÷30) g/l
- Boues secondaires : (10÷30) g/l

## e) Calcul du débit journalier reçu par l'épaisseur :

## ➤ Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p/S_1$$

- $DX_p$  : quantité issue du décanteur primaire
- $S_1$  : concentration des boues.

On prendra  $S_1 = 25 \text{ g/l}$ 

$$Q_1 = 11389.6/25 = 455.58 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_1 = 455.58 \text{ m}^3/\text{j}$$

## ➤ Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = DX_s/S_2$$

- $S_2$  : concentration des boues.

On prendra  $S_2 = 20 \text{ g/l}$ 

$$Q_2 = 3810.45/20 = 190.52 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_2 = 190.52 \text{ m}^3/\text{j}$$

## ➤ Le débit total :

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 455.58 + 190.52 = 646.1 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_t = 646.1 \text{ m}^3/\text{j}$$

## ➤ La concentration du mélange :

$$S = \frac{DX_t}{Q_t}$$

$$S = \frac{15200.05}{646.1} = 23.53 \text{ Kg/m}^3$$

$$S = 23.53 \text{ Kg/m}^3$$

## IV.7.1.1 - Calcul des démentions de l'épaisseur :

## a) Le volume de l'épaisseur :

$$V = Q_t \times T_s$$

- $T_s$  : temps de séjours = 2j.

$$V = 646.1 \times 2 = 1292.2 \text{ m}^3$$

$$V = 323.05 \text{ m}^3$$

## b) La surface horizontale :

Pour une profondeur de  $H = 3.5 \text{ m}$ .

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

$$Sh = \frac{323.05}{3.5} = 92.3 \text{ m}^2$$

$$Sh = 92.3 \text{ m}^2$$

## c) Le diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Sh}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 92.3}{\pi}} = 10.84 \text{ m}$$

$$D = 10.84 \text{ m}$$

**d) La hauteur du cône :**

La hauteur du cône de l'épaisseur sera définie par :

$$\text{Hauteur du cône} = D \times 0.15$$

$$H = 10.84 \times 0.15 = 1.62 \text{ m}$$

$$H = 1.62 \text{ m}$$

**e) Volume du cône :**

Volume du cône =  $S_h \times \text{hauteur du cône} / 3$

$$\text{Volume du cône} = 92.3 \times 1.62 / 3 = 49.84 \text{ m}^3$$

$$V = 49.84 \text{ m}^3$$

La concentration des boues à l'extraction varie entre 25 à 30 kg/m<sup>3</sup>.

On prendra la valeur 30 kg/m<sup>3</sup>.

La quantité des boues à extraire sera de :

$$Q_b = 3810.45 / 30 = 127.01 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_b = 127.01 \text{ m}^3/\text{j}$$

**IV.7.2 -Stabilisateur aérobie :**

Le but de la stabilisation est d'éliminer dans la phase de respiration endogène 45% de MVS contenues dans les boues.

L'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface ou insufflation d'air pour maintenir une concentration d'oxygène au moins égale à 2mg / l.

**a) La quantité de MVS contenue dans les boues :**

$$\text{MES} = 10076.92 \text{ kg/j}$$

$$\text{MM} = 3826.68 \text{ kg/j}$$

$$\text{MVS} = 8928.92 \text{ kg/j}$$

**b) La quantité de MVS à la sortie du bassin de stabilisation :**

$$(\text{MVS}) \text{ sortie} = \text{MVS} - 0.45 \times \text{MVS}$$

$$(\text{MVS}) \text{ sortie} = 8928.92 - (0.45 \times 8928.92) = 2232.23 \text{ kg/j}$$

$$(\text{MVS}) \text{ sortie} = 2232.23 \text{ kg/j}$$

**c) Temps de séjour :**

L'élimination des MVS est souvent traduite par la relation suivante :

$$B_a = B_{a0} \times 1^{K_s T}$$

IV-25

- $B_{a0}$  : représente la quantité de MVS au temps initiale
- $B_a$  : représente la quantité de MVS au temps t ;
- $K_s$  : le taux d'élimination des MVS qui dépend de la boue, de la température et également des traitements précédant la digestion.

Les valeurs de  $K_s$  s'échelonnent entre 0.5 et 0.05, nous prenons  $K_s = 0.05$ .

L'alimentation se faisant régulièrement une fois par jour et le mélange étant inégale, la fraction volatile de boues maintenues dans le bassin sera telle que :

$$B_a = B_{a0} \times 1^{K_s T} = 0.95 \times B_{a0}$$

Et la fraction volatile stabilisée sera :

$$(1 - 0.95) \times B_{a0} = 45 \% \text{ de MVS stabilisé}$$

$$0,05B_a = 0,45 \times 2232,23 = 1004,5 \text{ kg}$$

$$\text{Alors : } B_a = 20090 \text{ kg}$$

L'extraction journalier est de 2232.23 Kg MVS /J, l'âge des boues en stabilisation sera donc :

$$T = \frac{20090}{2232,23} = 9 \text{ jours}$$

**d) Boues en excès dans le stabilisateur :**

$$Q_{\text{excès}} = 3826,68 + 2232,23 = 6058,91 \text{ kg / j} \quad \text{IV-26} \quad Q_{\text{excès}} = 6058,91 \text{ kg / j}$$

**IV.7.2.1 - Dimensionnement du bassin de stabilisation :**

**a) La masse de boue à maintenir dans le stabilisateur :**

$$M_b = Q_{\text{excès}} \times t \quad M_b = 54530,19 \text{ kg}$$

Sachant que les boues épaissies peuvent atteindre des taux de concentration  $C_{be}$  de 80 à 100 g/l, on prend  $C_{be} = 85 \text{ g/l}$

**b) Volume du bassin de stabilisation :**

$$V = \frac{M_b}{C_{be}} \quad V = 641,53 \text{ m}^3$$

**c) Surface horizontale :**

On prend la profondeur du bassin de stabilisation  $H = 4 \text{ m}$

$$S_H = \frac{V}{H} \quad S_H = 160,38 \text{ m}^2$$

**d) La largeur de bassin :**

Notre stabilisateur a une forme rectangulaire et la surface est donnée par :  $S_H = L \times l$

On a  $L = 2 \cdot l$

$$l^2 = S_H / 2 \Rightarrow l = \sqrt{\frac{S_H}{2}} \quad l = 8,95 \text{ m}$$

**e) La longueur de bassin :**

$$L = 2 \times l \quad L = 17,9 \text{ m}$$

**f) Aération du bassin :**

La quantité d'air nécessaire s'effectuera à l'aide des aérateurs de surface, il faut :

2 kg O<sub>2</sub>/kg MVS détruit

La masse des boues détruites par jour est de 1218.46 kg/j

$$D_{O_2} = 2 \times 2232.23 = 4\,464.46 \text{ KgO}_2/\text{j}$$

$$D_{O_2} = 4\,464.46 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

### IV.7.3 -Lits de séchage :

Les boues épaissies sont épandues sur des lits pour y être déshydratées naturellement. Les massifs sont constitués de zones délimitées par des murets. Ils sont constitués d'une couche de sable posée sur une couche de support de gravier. Des drains disposés sous la couche de support collectent les eaux qui s'égouttent et les amènent au sommet de la station. L'épaisseur maximale de boue introduite dans la zone de séchage est de 40 cm.

Les opérations successives de remplissage d'un lit doivent être faites à intervalles rapprochés, soit 2 à 3 jours. Le temps de séchage est de 4 à 6 jours selon le climat et la saison.

Une largeur optimum de 8 m et une longueur de 20 à 30 m est conseillée si le lit n'est alimenté qu'en un seul point.

#### IV.7.3.1 -Calcul des lits de séchage :

Pour le dimensionnement des lits de séchage, on prend les valeurs suivantes :

- La hauteur des boues : 30 cm
- Longueur du lit varie entre 20 et 30 m :  $L = 20 \text{ m}$
- Largeur du lit varie entre 1 et 8 m :  $B = 8 \text{ m}$
- La pente de drain varie entre 3 à 4 % :  $I = 4 \%$

#### a) Temps de séchage :

Le temps de séchage varie entre trois semaine (21 jours) à un mois et demi (45 jours), pour sécher 30 à 40 cm de boue liquide.

Dans notre cas on prend **30 jours**.

#### b) Le volume de boues épandues sur chaque lit :

$$V = b \times L \times H$$

$$V = 0.3 \times 20 \times 8 = 48 \text{ m}^3$$

$$V = 48 \text{ m}^3$$

Le séchage des boues sera effectué quotidiennement avec un délai correspondant au temps d'évacuation des boues et de nettoyage des lits.

La quantité des boues à extraire quotidiennement est :

$$Q_f = (MVS)_{\text{sortie}} = 2232.23 \text{ kg/j.}$$

La concentration des boues du stabilisateur varie entre 20 à 80 g/l. On la prend =55 g/l.

D'où le volume journalier des boues à extraire est :

$$V_1 = 2232.23 / 55 = 40.58 \text{ m}^3/\text{j.}$$

#### c) Nombre de lits nécessaires à chaque épandage :

$$N \geq \frac{V_1}{V}$$

$$N = 40.58 / 48 = 0.84$$

On prend  $n = 1$

#### d) Volume des boues épandues par lit et par an :

$$V_2 = 12 \times V$$

$$V_2 = 12 \times 48 = 576 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 576 \text{ m}^3$$

e) Volume des boues à sécher par an :

$$V_{ba} = V_1 \times 365$$

$$V_{ba} = 40.58 \times 365 = 14\,811.7 \text{ m}^3$$

$$V_{ba} = 14\,811.7 \text{ m}^3$$

f) Nombre de lits nécessaire :

$$N > \frac{V_{ba}}{V_2}$$

$$N = 14\,811.7 / 576 = 25.71$$

$$N = 26 \text{ lits}$$

g) Surface nécessaire :

$$S = S_0 \times N$$

Où : So c'est la surface du lit de séchage :  $S_0 = L \times b = 20 \times 8 = 160 \text{ m}^2$

$$S = 160 \times 26 = 4\,160 \text{ m}^2$$

$$S = 4\,160 \text{ m}^2$$

Désignation	Unité	Horizon 2054
<b>Dimensionnement l'épaisseur</b>		
- Boues issues du décanteur primaire (DXp)	Kg/j	11389.6
- Boues issues du décanteur secondaire (DXs)	Kg/j	3810.45
- La quantité totale journalière des boues (DXt)	Kg/j	15200.05
• La concentration des boues		
- Boues primaires	g/l	25
- Boues secondaires	g/l	20
- Le débit arrivant du décanteur primaire (Q <sub>1</sub> )	m <sup>3</sup> /j	455.58
- Le débit arrivant du décanteur secondaire (Q <sub>2</sub> )	m <sup>3</sup> /j	190.52
- Le débit total (Q <sub>t</sub> )	m <sup>3</sup> /j	646.1
- La concentration du mélange (S)	kg/m <sup>3</sup>	23.53
- Le volume (V)	m <sup>3</sup>	323.05
- La surface horizontale (Sh)	m <sup>2</sup>	92.3
- Le diamètre (D)	m	10.84
- La hauteur du cône (H)	m	1.62
- Le volume du cône (V)	m <sup>3</sup>	49.84
- La quantité des boues à extraire (Q <sub>b</sub> )	m <sup>3</sup> /j	127.01
- Stabilisateur aérobie		
- La quantité de MVS contenue dans les boues		
- MES	Kg/j	10076.92
- MM	Kg/j	3826.68
- MVS	Kg/j	8928.92
- La quantité de MVS à la sortie du bassin de stabilisation	Kg/j	2232.23
- Temps de séjour	Jour	9
- Boues en excès dans le stabilisateur (Q <sub>excès</sub> )	Kg/j	6058.91
- La masse de boues à maintenir dans le stabilisateur (Mb)	Kg	54530.19
- Le volume (V)	m <sup>3</sup>	641.3
- La surface horizontale (Sh)	m <sup>2</sup>	160.38

- La largeur (l)	m	8.95
- La longueur (L)	m	17.9
- Aération du bassin (DO2)	kgO <sub>2</sub> /j	4464.46
<b><u>Lit de séchage</u></b>		
- Longueur (L)	m	20
- Largeur (B)	m	8
- Temps de séchage	j	30
- Le volume de boues épandeur sur chaque lit (V)	m <sup>3</sup>	48
- Volume des boues épandeur par lit et par an (V1)	m <sup>3</sup>	40.58
- La quantité des boues à extraire (Qf)	Kg/j	2232.23
- Volume des boues à sécher par an (Vba)	m <sup>3</sup>	576
- Nombre le lit (N)	-	26
- Surface nécessaire (S)	m <sup>2</sup>	4160

**Tableau IV-9:** Les résultats de dimensionnement de l'épaississeur, stabilisateur aérobie et lit de séchage

#### IV.8 -Relevage

##### IV.8.1 -Dimensionnement du puisard

Le puisard est de forme rectangulaire

✓ **Volume :**

$$V = Q_{pts} \times \frac{t_s}{4}$$

Avec :

✓ Q<sub>pts</sub> : Débit total pompé m<sup>3</sup>/h.

✓ t<sub>s</sub> : temps de séjour (t<sub>s</sub>=10minutes)

✓ La hauteur du puisard ne doit pas dépasser 5m, (2m ≤ H ≤ 5m).

$$V = 4492.8 \times \frac{10}{60 \times 4} = 187.2 \text{ m}^3$$

✓ **Surface :**

$$S = V/H$$

On prend **H=4m.**

$$\text{D'où } S = 187.2/4 = 46.8 \text{ m}^2$$

✓ **Largeur :**

On fixe la longueur L=5m et on trouve la largeur

$$S_{\text{puisard}} = l \times L$$

l : Largeur

L : longueur

D'où  $l = S/L = 46.8 / 5 = 9.36$  m

### IV.8.2 -La conduite de refoulement

On a :  $Q_{pts} = 1.248$  m<sup>3</sup>/s

D'après la formule de BONNIN

$$D_{\text{éco}} = \sqrt{Q_{pts}} = 1.117 \text{ m}$$

Donc le diamètre normalisé est : **D = 1200 mm**

La vitesse d'écoulement est :  $V = 4.Q/\pi. D^2$

**V= 1.3 m/s**

### IV.8.3 -Calcul de la hauteur manométrique de la pompe

$$HMT = H_g + \Sigma h_{p \text{ lin}} + \Sigma h_{p \text{ sin}} + P_{\text{exh}}$$

IV-27

Où H : pertes de charge totale dans la conduite sous pression, m ;

$H_g$  : différence des cotes (partie souterraine et surface), m ;

$\Delta H = \Sigma h_{p \text{ lin}} + \Sigma h_{p \text{ sin}}$  : pertes de charge linéaire et singulière =  $1.05 \Sigma h_{p \text{ lin}}$

$P_{\text{exh}}$  - pression à l'exhaure  $P_{\text{exh}} = (1 ; 1.5)$  m

$$H_g = h_2 - h_1$$

- ✓  $H_g$  : Hauteur géométrique
- ✓  $h_1$  : cote au niveau de la bache de réception.
- ✓  $h_2$  : cote au niveau de l'ouvrage d'entrée (dessableur).

$$H_g = 997.6 - 991.3 = 6.3 \text{ m.}$$

L'expression de perte de charge linéaire s'écrit :

$$\Delta H_{\text{lin}} = \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m}$$

IV-28

- ✓ K : coefficient de perte de charge.
- ✓ Q : débit pompé qui est de 1.248 m<sup>3</sup>/s
- ✓ L : longueur de la conduite qui est de m
- ✓ D : diamètre de la conduite 1200 mm
- ✓  $\beta$  : coefficient dépendant du régime d'écoulement
- ✓  $\beta = 1.77$  pour le régime turbulent rugueux.
- ✓ m : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite.

Tuyau	K	m	β
Acier	0.00179 à 0.001735	5.1 à 5.3	1.9 à 2
Fonte	0.00179 à 0.001735	5.1 à 5.3	1.9 à 2
Amiante ciment	0.00118	4.89	1.85
Plastique	0.001052	4.774	1.77

Tableau IV-10: Les valeurs de K, m et β.

Pour le PEHD, on a :

- ✓ K=0.001052
- ✓ m=4.774
- ✓ β=1.77

Donc :

$$\Delta H_{lin} = \frac{0.001052 \times 19.5 \times 1.248^{1.77}}{1.2^{4.774}} = 0.013 \text{ m}$$

$$\Delta H = 0.013 \text{ m}$$

$$\text{HMT} = 6.3 + 0.013 + 1 = 7.31 \text{ m}$$

$$\text{HMT} = 7.31 \text{ m}$$

- ✓ **Choix de la pompe**

Pour choisir le type de pompe on utilise le catalogue **KSB**

Var	N	Q <sub>cal</sub> = Q <sub>f</sub> / n (l/s)	HMT (m)	Pompe choisie	η (%)	Nombre de tours (tr/min)	D <sub>2</sub> (mm)	P <sub>abs</sub> (Kw)	(NPSH) <sub>r</sub> (m)
1	1	1248	7.3	Amarex KRT K 700- 902/35010XNG- K	77.9	598	1200	168.7	4.2

Tableau IV-11 : caractéristique de la pompe choisie.

Toutes les caractéristiques de la pompe et le moteur sont représentés sur la fiche technique. (Annexe 4).

Le nombre de pompe est de 2, (1+1) une qui fonctionne et une autre de secoure identiques.

#### IV.9 -Profil hydraulique

Nous allons calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, qui donne la position de la ligne de charge. Les Cotes moyennes du terrain naturel des zones d'implantation des ouvrages sont représentées sur le tableau ci –dessous :

Désignation des ouvrages	Côtes du terrain naturel (m)
Dégrilleur	998
Dessableur-déshuileur	997.6
Décanteur primaire	997
Bassin d'aération	996.2
Décanteur secondaire (clarificateur)	994.2
Bassin de désinfection	994.3

Tableau IV-12 : côtes du terrain naturel des ouvrages.

#### IV.9.1 -Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages

Nous avons choisi le PEHD, comme matériau qui présente aussi une bonne caractéristique de point de vue dureté, étanchéité et résistance à la corrosion et faible rugosité.

L'expression de perte de charge est exprimée par la formule de **DARCY WEISBACH** :

$$\Delta H = \frac{K \times L \times Q^B}{D^m} = Cp_A - Cp_B \quad IV-29$$

Avec :

- **K** : coefficient de perte de charge
- **Q** : débit en m<sup>3</sup>/s ;(Q=1.248 m<sup>3</sup>/s)
- **L** : longueur de la conduite
- **D** : diamètre de la conduite
- **B** : coefficient dépendant du régime d'écoulement
- **m** : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite
- **Cp<sub>A</sub>** : Côte du plan d'eau au point A
- **Cp<sub>B</sub>** : Côte du plan d'eau au point

##### a. Diamètre

D'après la formule ( IV-29) le diamètre est donné par cette formule :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K \times L \times Q^B}{Cp_A - Cp_B}} \quad IV-30$$

##### b. Longueurs des conduites

On utilise les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$L_{eq} = 1.15 \times L_{réelle}$$

Dans notre cas les distances sont faibles, les pertes de charges singulières seront négligées donc on prend les longueurs réelles

Ouvrages	L <sub>réelle</sub> (m)
Dégrilleur –Déssableur-déshuileur	35.4
Déssableur-déshuileur – Décanteur	19
Décanteur – Bassin d'aération	21
Bassin d'aération – Clarificateur	31.2
Clarificateur – Bassin de désinfection	41.8

**Tableau IV-13** : longueurs réelles des conduites reliant les ouvrages.

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de BERNOULLI donnée par

$$\frac{P_1}{W} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{W} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_{1-2} \quad IV-31$$

- $\frac{P_1}{W}, \frac{P_2}{W}$  : la pression dans les sections (1) et (2).
- $\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$  : énergies cinétiques en (1) et (2).
- $Z_1, Z_2$  : cotes des points (1) et (2).
- $H_{1-2}$  : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

On élimine les énergies cinétiques car la variation de vitesse est très faible.

Donc :

$$\frac{P_1}{W} + Z_1 = \frac{P_2}{W} + Z_2 + H_{1-2}$$

On pose :

$$\frac{P_1}{W} = H_1 \text{ et } \frac{P_2}{W} = H_2$$

Donc :  $H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$

$Cp_1 = H_1 + Z_1$  : cote piézométrique au point (1).

$Cp_2 = H_2 + Z_2$  : cote piézométrique au point (2).

$$C_{p1}' = C_{p2} + H_{1-2}$$

IV-32

### IV.9.2 -Calculs des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques

#### a- Conduite dégrilleur -dessableur (A-B)

On a :

Côte du radier du dégrilleur(A) : 998 m ;

Hauteur d'eau : 1.2m

D'où :  $C_{pA} = 999.2$  m

Côte du radier du dessableur-déshuileur(B) : 995.6 m

Hauteur d'eau : 2 m

D'où :  $C_{pB} = 997.6$  m

$L = 35.4$  m

#### ❖ Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{(C_{pA} - C_{pB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0.001052 \times 35.4 \times (1.248)^{1.77}}{(999.2 - 998.6)}} = 0.6 \text{ m} \quad D_n = 600 \text{ mm}$$

#### ❖ Cote piézométrique

$$D'où \text{ on aura : } C_{pB}' = C_{pA} - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow C_{pB}' = 998.5 \text{ m}$$

#### b- Conduite dessableur – bassin de décantation (A-B)

$C_{pA}' = 998.5$  m

Côte du radier du bassin de décantation (B) : 995 m ;

Hauteur d'eau : 4 m

D'où :  $C_{pB} = 999$  m

L=19 m

❖ Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0.001052 \times 19 \times (1.248)^{1.77}}{(999 - 998.5)}} = 0.55 \text{ m} \quad D_n = 600 \text{ mm}$$

❖ Cote piézométrique

$$D'ou\ on\ aura : C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow C_{PB}' = 998 \text{ m}$$

**c- Conduite bassin décantation – aération (A-B)**

C<sub>PA</sub>' = 998 m

Côte du radier d'aérateur (B) : 994.2 m ;

Hauteur d'eau : 4 m

D'où : C<sub>PB</sub> : 998.2 m

L=21 m

❖ Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0.001052 \times 21 \times (1.248)^{1.77}}{(998.2 - 998)}} = 0.68 \text{ m} \quad D_n = 700 \text{ mm}$$

❖ Cote piézométrique

$$D'ou\ on\ aura : C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow C_{PB}' = 997.8 \text{ m}$$

**d- Conduite d'aération -bassin de clarificateur (A-B)**

C<sub>PA</sub>' = 997.8 m

Côte du radier du bassin de clarification(B) : 992.8 m ;

Hauteur d'eau : 4 m

D'où : C<sub>PB</sub> : 996.8 m

L=31.2m

## ❖ Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0.001052 \times 31.2 \times (1.248)^{1.77}}{(997.8 - 996.2)}} = 0.48 \text{ m} \quad D_n = 500 \text{ mm}$$

## ❖ Cote piézométrique

$$D' \text{ où on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow C_{PB}' = 996.4 \text{ m}$$

## e- Conduite clarificateur -bassin de désinfection (A-B)

$C_{PA}' = 996.4 \text{ m}$

Côte du radier du bassin de désinfection(B) : 992.3 m ;

Hauteur d'eau : 3 m

D' où :  $C_{PB} : 995.3 \text{ m}$

$L = 41.8 \text{ m}$

## ❖ Diamètre

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^\beta}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0.001052 \times 41.8 \times (1.248)^{1.77}}{(996.4 - 995.3)}} = 0.55 \text{ m} \quad D_n = 600 \text{ mm}$$

## ❖ Cote piézométrique

$$D' \text{ où on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \Rightarrow C_{PB}' = 995.6 \text{ m}$$

Le tableau ci- dessous résume les résultats obtenus :

Désignations	Côte du terrain (m)	Côte du radier (m)	Plan d'eau (m)	Côte piézométrique (m)
-Dégrilleur	998	998	1.2	999.2
-Dessableur-déshuileur	997.6	995.6	2	998.5
-décanteur primaire	997	995	4	998
-bassin d'aération	996.2	994.2	4	997.8
-décanteur secondaire	994.8	992.8	4	996.4
-bassin de désinfection	994.3	992.3	3	995.6

**Tableau IV-14** : différentes côtes des ouvrages.

#### IV.10-Conclusion

À l'issue de notre étude, il apparaît clairement que la superficie du terrain allouée est adéquate pour l'implantation des ouvrages et de leurs accessoires jusqu'à l'horizon 2054. Cette conclusion repose sur une analyse minutieuse des besoins en espace pour chaque composant, ainsi que sur les projections de croissance démographique et d'urbanisation.

Dans ce chapitre nous avons déterminé les dimensions optimales pour les différents ouvrages, en tenant compte des contraintes techniques et environnementales. Les résultats obtenus montrent que les infrastructures prévues pourront non seulement répondre aux exigences actuelles, mais aussi s'adapter aux futurs besoins grâce à une planification rigoureuse et une utilisation efficiente de l'espace disponible.

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Compte tenu de la commune Bir El Ater et de l'horizon 2054, du procédé d'épuration par boues activées à faible charge et de la superficie du terrain dédiée à la station d'épuration, l'objectif du traitement de l'eau est d'obtenir une eau pure respectant les normes de rejet fixées par la loi et peut donc être rejeté dans le milieu naturel sans présenter de danger.

Il convient de noter que la construction d'une station d'épuration des eaux usées urbaines de la commune Bir Ater semble être la meilleure solution aux problèmes d'assainissement dont souffre la population, qui ne cesse de croître parallèlement aux changements de mode de vie.

L'évaluation des charges polluantes et des charges hydrauliques arrivant en tête de la station d'épuration nous a permis de dimensionner les différents ouvrages constituant le procédé d'épuration par boue activée à faible charge.

À partir des calculs effectués, en tenant compte de l'horizon 2054, nous pouvons dire que la superficie du terrain réservé pour la station d'épuration (28 ha), est suffisante. Nous tenons à noter aussi que dans la majorité des ouvrages dimensionnés nous avons choisi la forme circulaire des bassins clarificateur et épaisseur, car cette forme facilite le déplacement des racleurs (de fond ou de surface). Dans l'optique d'une réutilisation agricole des eaux épurées, un bassin de désinfection a été dimensionné.

Nous sommes optimistes quant à l'impact positif de la mise en place de cette station d'épuration sur les problèmes d'assainissement à Bir El Ater. En plus de résoudre les problèmes de la ville, elle offrira des avantages aux agriculteurs locaux en valorisant les boues et en permettant la réutilisation des eaux épurées.

En résumé, mener une étude de ce type ne constitue pas une solution définitive pour résoudre les problèmes d'assainissement et d'épuration. Il est également essentiel de surveiller le système d'évacuation et la station, ainsi que de les entretenir régulièrement.

Enfin, nous estimons que notre étude a été menée correctement et qu'elle puisse servir de guide pour les futures promotions.

## Références bibliographiques

- [7] AREZKI KATIA, L. N. (2020). Dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville d'Azazga [MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES non publié]. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- [8] Bettach, A. (2013). Traitement des eaux usées domestiques par biodénitrification : effet du nitrate. Mémoire de licence, Université Chouaib Doukkali. Maroc. En linge
- [9] Alyssa, D. (2015). Une station d'épuration, comment ça marche ? (s. d.). Site du Collège Albert Camus de la Rochelle (17) - Pédagogie - Académie de Poitiers
- [10] Épaississeur statique boues. (s. d.). Accueil Memento degremont® de SUEZ - Degremont®.
- [11] Boues activées - frcheap.bedandbreakfaststamford.org. (s. d.). Commodity big promotion -  
frcheap.bedandbreakfaststamford.org. <https://frcheap.bedandbreakfaststamford.org/category?name=boues%20activées>
- [12] JORA, 51(41), 20. <https://www.joradp.dz/ftp/jo-francais/2012/f2012002.pdf>
- [13] BOUCHERIT, I., & BOUNEBAB, M. A. (2016). DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES URBAINE DE LA VILLE D'OUED ZENATI WILAYA DE GUELMA [MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES, Université Abderrahmane MIRA].
- [14] MAREF, N. (2020). *Traitement et épuration des eaux Cours et Exercices* [Polycopie de cours non publiée]. Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes.
- [15] BELMILOUD, K. (2015). *DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION DE LA VILLE DE TAZMALT WILAYA DE BEJAIA* [MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES non publié]. Université Abderrahmane MIRA.
- [16] ONEDD. (2022). Bulletin d'analyses des eaux usées bir el ater (02/SSET/ONEDD/2022).

- [17] Ilyès BOUCHERIT, BOUNEBAB Mohamed Anis. (2016). Dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées urbaine de la ville d'oued zenati wilaya de guelma [MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES, Université Abderrahmane MIRA.
- [18] SATIN, M et SELMI, B. Guide technique de l'assainissement- Le monsieur 1995.
- [19] DEGREMONT MEMONTO 2005. Technique de l'eau : tome 1, 10eme édition ; DEGREMONT Paris.
- [20] METAICHE, M. (2014). RESEAUX URBAINS HYDRAULIQUES. Département de Génie Civil, Université de Bouira.
- [21] MOREAU, B. (2002). *DEVERSOIR D'ORAGE : FONCTIONS, REGLEMENTATION ET IMPLANTATION* [ENGREF]. [https://www.oieau.fr/eaudoc/system/files/documents/36/183234/183234\\_doc.pdf](https://www.oieau.fr/eaudoc/system/files/documents/36/183234/183234_doc.pdf)
- [22] Agence de l'eau Établissement public de l'Etat. (2017). *AUTO-EVALUATION DES INFRASTRUCTURES ET DES ÉQUIPEMENTS DES DISPOSITIFS D'ÉPURATION DES EAUX INDUSTRIELLES*. [https://www.eau-seine-normandie.fr/sites/public\\_file/docutheque/2017-11/AutoEvaluation\\_infrastructures\\_STEP\\_industrielles.pdf](https://www.eau-seine-normandie.fr/sites/public_file/docutheque/2017-11/AutoEvaluation_infrastructures_STEP_industrielles.pdf)
- [23] BELARBIA Abdenour, B. K. (2015). *DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'ÉPURATION DE LA VILLE DE TAZMALT WILAYA DE BEJAIA* [MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES non publié]. Université Abderrahmane MIRA.
- [24] Dhaouadi, H. (2008). Les procédés biologiques d'épuration.
- [25] GAID, A. (1984). EPURATION BIOLOGIQUE DES EAUX URBAINES TOM I & II. OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES.
- [26] OFFICE NATIONAL D'ASSAINISSEMENT D'ALGER SYSTEME RACCORDEMENT, ETUDE D'AVANT PROJET POUR LA REALISATION DE LA STATION D'EPURATION DU GROUPEMENT URBAIN L'ARBI BEN MHIDI
- [1] [Carte topographique Bir El Ater, altitude, relief \(topographic-map.com\)](#)
- [2] [Bir el-Ater - Carte \(mapcarta.com\)](#)
- [3] <https://agronomie.info/fr/origine-des-eaux-usee/>
- [4] [https://www.pseau.org/outils/ouvrages/amorce\\_boues\\_de\\_step\\_techniques\\_de\\_traitement\\_valorisation\\_et\\_elimination\\_2012.pdf](https://www.pseau.org/outils/ouvrages/amorce_boues_de_step_techniques_de_traitement_valorisation_et_elimination_2012.pdf)

[5] <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/boues-epuration-reduire-valoriser/>

[6] <https://www.senat.fr/rap/102-215-2/102-215-269.html>

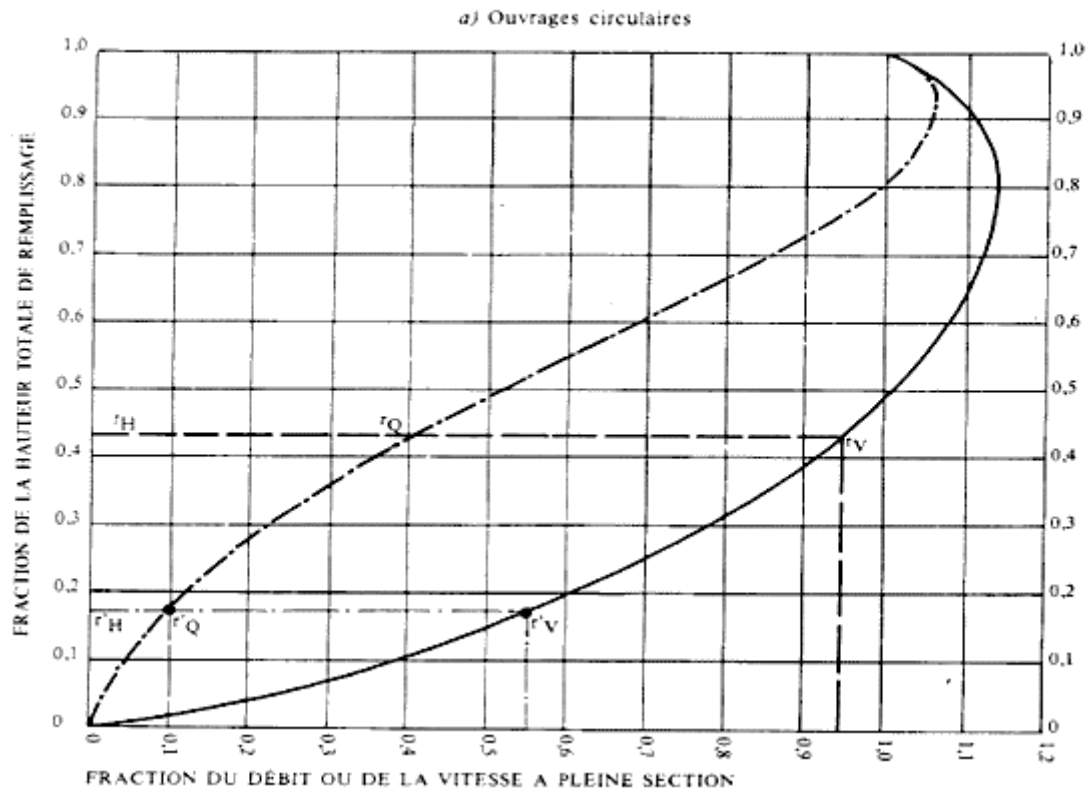
[27] <https://fr.weatherspark.com/y/58622/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Bir-el-Ater-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e>

## ANNEXE 1

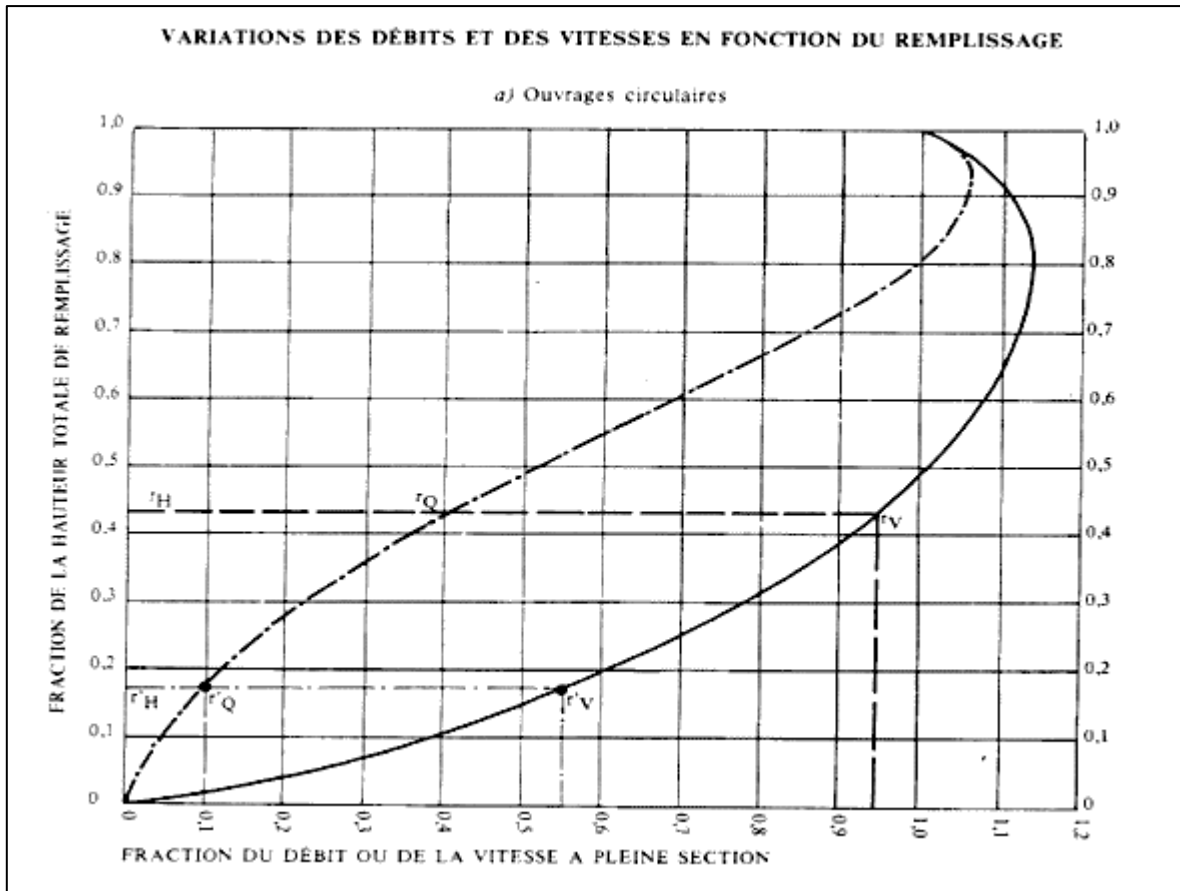
Nature des parois	$K_s$	$n = \frac{1}{K_s}$
Parois très lisses: revêtements en mortier de ciment et sable, très lisses, planches rabotées; tôle métallique sans soudure	100	0,010
Mortier lissé	85	0,0111
Parois lisses: planches avec des joints mal soignés; enduit ordinaire; grès	80	0,0119
Béton lisse, canaux en béton avec des joints nombreux	75	0,0134
Maçonnerie ordinaire; "ciment-gun"; terre exceptionnellement régulière	70	0,0142
Parois rugueuses: terre irrégulière, béton rugueux ou vieux; maçonnerie vieille ou mal soignée	60	0,0167
Parois très rugueuses: terre très irrégulière avec des herbes; rivières régulières en lit rocheux	50	0,0200
Terre en mauvais état, rivière en lit de cailloux	40	0,0250
Terre complètement à l'abandon; torrents transportant de gros blocs	15	0,0667

## ANNEXE 2

### VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE



## ANNEXE 3



## ANNEXE 4

Projet  
 Numéro de position du client  
 N° du projet  
 Pos.N°  
 Créé par



Page 1 / 6  
 Créé 19/06/2024  
 Actualiser 19/06/2024

### Feuille de données

**Type de pompes** Amarex KRT K 700-902/35010XNG-K

#### Caractéristiques techniques

Débit	1,420	l/s	Fluide	10 Eaux usées communales, dégrillé
Hauteur manométrique	9.46	m	Densité	1 kg/m <sup>3</sup>
Vitesse de fonctionnement	598	1/min	Viscosité	998 mm <sup>2</sup> /s
Puissance absorbée	169	kW	Température	20 °C
Rendement	77.9	%	Test hydraulique selon	-
NPSH requis de la pompe	4.22	m		
Hauteur manométrique H(Q=0)	14.1	m		
Plage d'utilisation	Hauteur manométrique		Débit	
	De	12.7	m	770 l/s
	A	3.17	m	2,160 l/s

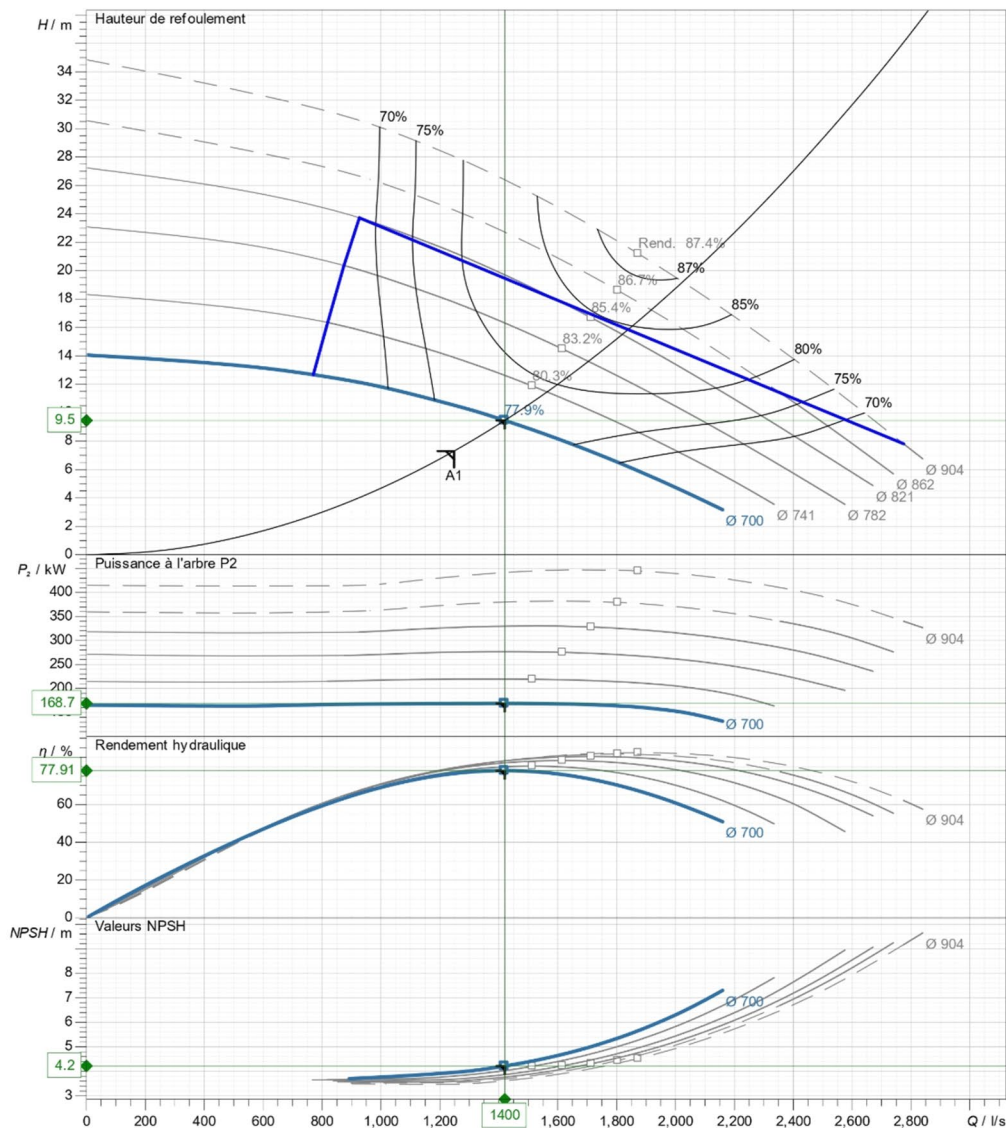
Projet  
 Numéro de position du client  
 N° du projet  
 Pos.N°  
 Créé par



Page 3 / 6  
 Créé 19/06/2024  
 Actualiser 19/06/2024

### Courbe de fonctionnement

### Type de pompes Amarex KRT K 700-902/35010XNG-K



Type de roue	Roues multicanales	Fermé	Numéro de courbe	K43573
Passage libre	190 mm	Densité 998.3 kg/m³	Fréquence	50 Hz
Diam. de roue	700 mm	Viscosité 1.005 mm²/s	Vitesse	598.02 1/min

Projet  
 Numéro de position du client  
 N° du projet  
 Pos.N°  
 Créé par



Page 5 / 6  
 Créé 19/06/2024  
 Actualiser 19/06/2024

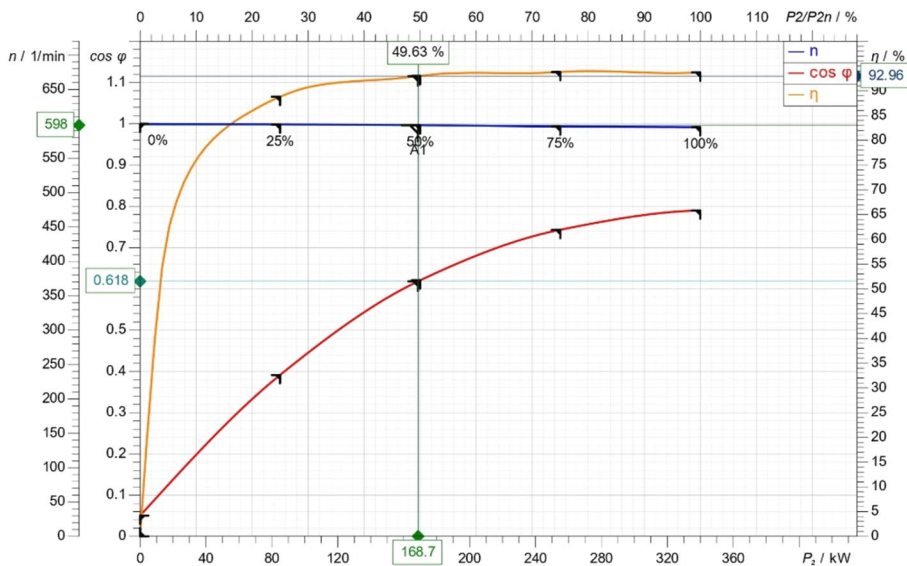
### Fiche technique - Données moteur

#### Type de moteur **35010XNG K / D**

Constructeur moteur	KSB SE & Co. KGaA	Tension nominale	400	V
Exécution standard	-	Fréquence réseau	50	Hz
Indice de protection	IP68	Puissance nominale P2	340	kW
Classe d'isolation	H	Intensité nominale	663	A
Température du réfrigérant	< / = 40 °C (104 °F)	Vitesse nominale	595	1/min
Mode de démarrage	Démarrage direct	Couple au démarrage	6	
Nr. démarrages/heure	10	Intensité de démarrage	3978	A
		Tension maxi	420	V
		Tension mini	380	V
Carter moteur	Fonte grise EN-GJL-250			
Protection antidéflagrante	--			
Type de pompes	Amarex KRT K 700-902/35010XNG-K			

Charge	P1 kW	P2 kW	eta %	cos phi	I A
4/4	362.88	340.0	93.7	0.79	663.0
3/4	271.87	255.0	93.8	0.74	528.0
2/4	182.79	170.0	93.0	0.62	425.0
1/4	95.72	85.0	88.8	0.39	353.0

Câble d'alimentation 6 x S1BN8-F 3x70/35 Diamètre 10.75 l/s...11.58 l/s  
 Câble de commande 1 x S1BN8-F 10G1.5 Diamètre 4.42 l/s...4.69 l/s  
 Câble, enveloppe externe Caoutchouc synthétique imperméable  
 Long. Conduite 10 m



KSB SE & Co. KGaA, Turmstrasse 92, 06110 Halle (Germany), Phone +49 (345) 48260, Fax +49 (345) 4826 4699, w w w .k s b .c o m

26009710 (Baard 2609), 04-bit, Anonymous User



## **Abréviation**

A.S : Agglomération Secondaire.

ACL : Agglomération Chef-Lieu.

B.A: Béton Armé.

CF : Coliformes Fécaux.

Cm : Charges Massiques.

CT : Coliformes Totaux.

Cv : Charges Volumiques.

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DVO : déversoir d'orage.

EH : Équivalent-Habitants.

Hab : habitant.

MES : Matières En Suspensions.

MM : Matières Minérales.

MO : Matières Organiques.

MVS : Matières Volatiles en Suspensions.

PDAU : Plan Directeur d'Aménagement d'Urbanisme.

STEP : Station d'épuration.

Z.E : Zone éparsé.

## **Résumé :**

Notre présent travail comprend la réalisation d'une station d'épuration pour la commune Bir EL ATER dans la wilaya de Tébessa dans le but d'améliorer les conditions écologiques de la région et la qualité des eaux usées, préserver le milieu naturel et protéger la santé publique.

Ce mémoire a pour but de dimensionner la station d'épuration des eaux usées par boues activées à faible charge, qui permettra de traiter la pollution de 276481 équivalent habitant à l'horizon 2054.

## **ملخص :**

يتضمن عملنا الحالي إنشاء محطة لتنقية المياه لبلدية بير العاطر في ولاية تبسة بهدف تحسين الظروف البيئية في المنطقة وجودة مياه الصرف الصحي، والحفاظ على البيئة الطبيعية وحماية الصحة العامة. تهدف هذه الرسالة إلى تقدير محطة تنقية مياه الصرف الصحي بوحل نشط ذو تحميل منخفض، التي ستعالج تلوثاً يعادل 276481 نسمة بحلول عام 2054.

## **Abstract :**

Our current work involves the construction of a wastewater treatment plant for the town of Bir EL ATER in the wilaya of Tébessa with the aim of improving the ecological conditions of the region and the quality of wastewater, preserving the natural environment, and protecting public health. This thesis aims to design a wastewater treatment plant using low-load activated sludge, which will address the pollution from 276,481 equivalent inhabitants by the year 2054.