

INTRODUCTION

Les principales menaces pour l'environnement sont les dangers qui menacent l'eau. L'approvisionnement en eau par habitant est en diminution, la rareté de l'eau et la part décroissante par habitant sont un problème plus important. La pollution de l'eau dans certains pays est principalement due aux eaux usées de mauvaise qualité et aux polluants industriels. Plus de 2,5 milliards de personnes n'ont pas accès à l'assainissement [1].

Ces eaux polluées se déversent quotidiennement dans les milieux récepteurs (les lacs, les rivières etc...).

La préservation de la qualité de l'eau souterraines et les champs de captage d'eau potable, qui représentent la principale ressource d'alimentation en eau potable de la commune de Messelmoune, la protection du littoral et l'environnement et ainsi empêcher l'avidité des agriculteurs d'utiliser les eaux usées pour l'irrigation des cultures agricoles devient une priorité des pouvoirs publics pour protéger la population contre les maladies notamment à transmission hydriques.

Pour remédier à ces problèmes, il est indispensable d'installer une station d'épuration afin d'épurer les eaux usées rejetées. Cette mesure permettra, d'une part, la réduction de la pollution des ressources superficielles et souterraines de la région et de minimiser ainsi les risques d'apparition des maladies à transmission hydrique (MTH), et d'autre part, la possibilité de réutilisation des eaux usées épurées en agriculture et même des boues d'épuration à d'autres fins.

Dans le cadre de notre étude, nous allons caractériser les eaux usées et proposer une station d'épuration destinée à traiter les eaux usées de la ville de Messelmoune avant de les rejeter dans l'oued Messelmoune et dans la mer.

La présente étude comporte les volets suivants:

- Dans le premier chapitre, nous présentons la ville de Messelmoune ainsi que ces différentes caractéristiques (géographiques, démographiques, climatologiques,...).
- Dans le deuxième chapitre, nous présentons l'évaluation de la pollution des eaux usées et les procédés d'épuration.
- Le troisième chapitre est consacré à l'étude du rejet des eaux usées de cette localité.
- Dans le quatrième chapitre, nous proposerons le dimensionnement de la future station d'épuration aux horizons 2030 et 2050.

En fin, nous terminons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Présentation générale de la ville de MESSELMOUNE

I – 1. Situation géographique :

La commune de Messelmoune dépend administrativement de la wilaya de Tipasa et de la daïra de Gouraya selon le dernier découpage administratif de 1984, elle s'étend sur une superficie de **20103ha**, cette commune regroupe une agglomération chef-lieu de MESSELMOUNE qui englobe aussi la cité des Frères Morsli, et une agglomération secondaire : Frères Abidat et la zone éparse de Bouhriz.

Elle est située à 50Km environ à l'ouest du Chef-lieu de la Wilaya de Tipasa, le chef-lieu de la commune de Messelmoune est traversé par la route nationale RN° 11 (Reliant Alger à Oran) et qui longe le littoral d'Est en Ouest. Les limites communales sont :

- Au Nord par la mer méditerranée.
- A l'ouest par les communes de Gouraya, Aghbel, Larhat et de BeniMilleuk.
- Au sud par la wilaya d'AinDefla.
- A l'Est par les communes de HadjretEnnous et de SidiSemiane [2].



Figure I.1 : Situation géographique de la commune de Messelmoune (image satellitaire, Googleearth)

I -2 Topographie [2] :

La commune de MESSELMOUNE représente une région montagneuse dans sa presque totalité, mis à part le chef-lieu, la cité des Frères Morsli et l'agglomération secondaire (Frères Abidat) à l'Est, près de l'oued MESSELMOUNE, toutes les autres entités urbaines (Hameaux) se situent en zone montagneuse.

A l'échelle régionale, la commune est enclavée au nord, par la mer méditerranéenne et au sud par les monts du Zaccar et du Dahra à la limite de wilaya d'Ain Defla.

L'altitude varie de 400m au centre de la commune, jusqu'à plus de 1000m, au sud (Bled Leibel) et 900m à l'ouest (Djbel Tagourey).

I -3 GEOLOGIE [2]:

La structure géologique est constituée :

- D'alluvions actuelles : limons et caillons provenant des dépôts l'oued, de sable des plages.
- D'alluvions récentes : provenant du fond des vallées et formant un remblai de quelque mètre au-dessus de l'oued, elles sont dues pentes qui sont parfois abruptes.
- Du miocène (gréso-conglomératique avec des marnes et sédiment) (tuf, coulées grisâtres).
- Miocène continental (roches sédimentaires).
- Du cénozanien : constitué de calcaire beiges, durs, de brèches et de poudingues provenant du flysch et des faciès du géosynclinal de l'atlas littoral et de l'albien : remarqué par des argiles schisteuses noirâtres alternant avec de petits lits de quartzite ferrugineuse.
- Du crétacé : composé de marnes calcaires que l'on voit en petits bancs dans les monticules nous avons également un faciès gréseux à intercalations de calcaires blanchâtres assez durs.
- Du trias : constitué de brèches dolomitiques gypseuses composées de cargneules jaunâtres, de gypses et de dolomies noirâtres.

I -4 HYDROGEOLOGIE [3]:

Les alluvions anciennes et récentes du lit d'oued forment une nappe aquifère d'une superficie d'environ 4.76 km², qui repose sur un substratum marneux du Miocène. L'épaisseur des alluvions formant l'aquifère est comprise entre 5 et 40 m. Généralement la nappe aquifère est exploitée par quelques agriculteurs par des forages et des puits peu profonds ne dépassant pas les 40 m de profondeur. Le débit fournis par ces ouvrages est compris entre 3 et 30 l/s. Le substratum de la nappe est constitué par les formations imperméables traversées par l'Oued. Il s'agit soit des roches éruptives du Burdigalien, des marnes plus récentes, ou bien des flysch Albo-Aptiens. L'alimentation de la nappe s'effectue principalement par les eaux des crues.

I-5- : Climatologie [2]:

Le climat de la commune de Messelmoune est celui de la méditerranée caractérisé par un été chaud et sec et une saison froide et pluvieuse.

Au niveau régional, la municipalité de Messelmoune fait partie d'un climat tempéré, c'est-à-dire doux en été et pluvieux en hiver.

I-5-1 : pluviométrie [2]:

La pluviométrie annuelle de l'ordre de 653mm. Elle constitue un atout favorable au développement d'une agriculture en sec.

La période pluvieuse s'étale du mois de septembre au mois de mai, avec toutefois une plus grande intensité à partir du mois de novembre.

Les variations pluviométriques mensuelle et saisonnier sont présentées dans les tableaux suivants :

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
P _(mm)	121.8	83.5	72.6	65.6	42.9	9.6	5.2	8.2	30.1	41.1	87.6	84.9

Tableau I.1 : répartition mensuelle des précipitations.

Précipitation par saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne
P _(mm)	290.2	181.1	23	158.8

Tableau I.2 : régime saisonnier des pluies.

I-5-2-Température [2] :

Les variations de la température moyenne modérée, il en résulte que le développement de la culture agricole est possible pendant toute l'année, les données sont présentées dans le tableau suivant :

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
M°C	12.6	14.3	17.2	18.5	24	29.6	33.5	34.1	28.9	23	16.7	13.3
m °C	6.1	6.9	8.9	9.8	14.1	18.6	21.7	22.4	18.6	14.3	9.9	7.2
$T = \frac{(M+m)}{2}$ °C	9,3	10.6	13	14,1	19	24,1	27,6	28,2	23,7	18,6	13,3	10,2

Tableau I.3 : variations mensuelle des températures M, m et T.

- M : Température mensuelles maximales.
- m : Température mensuelles minimales.
- T : Température mensuelles moyennes.

I.5.3-les vents [2]:

Le vent souffle et sa vitesse varie tout au long de l'année, avec une légère augmentation en été, un paramètre important à prendre en compte pour le choix des cultures, les données sont présentés dans le tableau suivant :

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
V (m/s)	1.9	2.1	2.7	2.9	2.9	3.1	3.0	3.0	2.8	2.3	2.4	2

Tableau I.4: variations de la vitesse moyenne mensuelle des vents.

I.6- La population [2] :

La commune de MESSELMOUNE compte une population de 7651 habitants d'après le dernier recensement de 2008 avec une forte concentration de la population au niveau du chef-lieu de la commune, cette population est répartie comme suit :

- Le chef-lieu de MESSELMOUNE qui englobe aussi la cité des FrèresMorsli : 6450habitante soit 84.30% de la population totale.
- Agglomération secondaire dénommée :
- FreresAbidat : 876 habitants soit 11.45% de la population totale.
- La zone eparse : 325habitants soit 4.25% de la population totale.

I.6.1-Evolution démographique [2]:

Selon le PDAU (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme)de la commune de Messelmoune, le taux de croissance de la population varie selon les groupes de population:

1, 62%: le chef-lieu et la cite des FrèresMorsli.

0,46% : agglomération secondaires.

1.83% : zone éparsé (Bouhriz).

Cette population doit être projetée à différents horizons d'étude.

C'est-à-dire :

Actuel (2019)

Moyen terme (10 ans, soit à l'année 2030) ;

Long terme (30 ans, soit à l'année 2050) ;

Pour le calcul du nombre d'habitant de la localité pour différents horizons par la méthode géométrique donnée par la relation suivante :

$$P_x = P_0 * (1+\alpha)^n$$

P_x : Population à l'horizon du projet.

P_0 : Population de l'année de référence (**2015**).

α : Taux d'accroissement démographique 1,62% (PDAU Messelmoune).

n : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul.

Le résultat du calcul de l'évolution de la population à différents horizons de l'étude est donné dans le tableau ci-après :

Zone \ Année	2008	2019	2020	2030	2040	2050
Chef-lieu (MESSELMOUNE) et la cité des FRERES MORCLI	6450	7698	7822	9186	10787	12668
Agglomération secondaires (frères ABIDAT)	876	922	926	970	1016	1064
Zone épars (BOUHRIZ)	325	397	404	485	582	698
Totale	7651	9017	9152	10641	12385	14430

Tableau I.5: Evolution de la population à différents horizon.

I.7- Alimentation en eau potable [2]:

a- Le chef-lieu :

L'alimentation en eau potable du chef-lieu de la commune de Messelmoune se fait à partir d'un réservoir d'une capacité de 625m³ situé au chef-lieu, ainsi que deux réservoirs d'une capacité de 100m³ chacun, situés dans la partie haute de la ville et a Bâb el Oued dans la partie ouest.

Ils sont alimentés à partir du forage F1 situé dans la partie Est de la ville de Messelmoune d'une capacité de 27 l/s.

Le refoulement est assuré par une conduite en PVC de diamètre Ø200mm PN16 sur une distance de 1.050 km environ.

L'alimentation des deux réservoirs de 100m³ chacun se fait à partir du réservoir 625m³ par une conduite en acier galvanisé de diamètre Ø90mm.

La distribution est assurée par un réseau ramifié existant de diamètre Ø 60mm à Ø200mm et une nouvelle conduite maitresse de distribution sur la RN11 en PEHD de Ø 160mm sur une distance de 1,050 km.

b- Cité FrèresMorsli :

Cette agglomération est dotée d'un réservoir de 500m³, alimenté à partir d'un forage de 6 l/s par une conduite de refoulement en amiante ciment de diamètre Ø150mm sur une distance de 800m environ.

La distribution est assurée par un réseau existant de conduites, variant de diamètre Ø50mm à 150mm en acier galvanisé.

c- L'agglomération secondaire des FrèresAbidat:

Cette agglomération secondaire est frère dotée d'un réservoir de 250m³ alimenté à partir d'un forage de 6l/s par une conduite de refoulement en aiment ciment de diamètre Ø 100mm. La distribution au niveau de cette agglomération est assurée par un réseau existant de conduites, variant de diamètre 50mm à 150mm en acier galvanisé.

d- Zone éparse :

Le Hameau Bouhriz est doté d'un nouveau réservoir de 100m³, alimenté à partir d'un forage de 4l/s par une conduite de refoulement en PEHD de diamètreØ90mm sur une distance de 225m.

la distribution est assurée par un réseau existant de conduites, variant de diamètre 50mm a 125mm en acier galvanisé et en PEHD en plus, il existe deux (02) bâches a eaux existantes anciennes, alimentées à partir d'une source de faible débit environ0.5l/s a 0.9 l/S alimentant cette agglomération .

Durant la période estivale sont acheminés par l'AEP à partir du chef-lieu pour combler le déficit en eau potable.

Pour les autres hameaux dont les habitations sont éparpillées, le système d'alimentation par puits individuel et sources naturelle est en vigueur.

I-7-1- Calcul des besoins en eau potable :

Les besoins en eau potable peuvent être estimés d'après le nombre d'habitants et en fonction des dotations.

Le débit moyen est le besoin en eau potable et est calculé par la relation suivante $Q_m=C*N$.

C (l/j/hab.): consommation journalière par habitant (dotation).

N (hab.): nombre d'habitation.

a- le chef-lieu(Messelmoune) et la cité des FrèresMorcli :

Pour les horizons 2019 et 2020, 2030, la dotation est de 200l/j/hab. les besoins en eau sont :

Pour l'année 2019 : $200*7698=1539,6m^3/j$ soit 17,82l/s.

Pour l'année 2020 : $200*7822=1564,4m^3/j$ soit 18,10l/s.

Pour l'année 2030 : $200*9186=1837.24m^3/j$ soit 21,26l/s.

Pour les horizons 2040 et 2050 ; la dotation prévue est de 220l/j/hab. les besoin en eau sont alors :

Pour l'année 2040 : $220*10787=2373,14 m^3/j$ soit 27,46 l/s.

Pour l'année 2050 : $220*12668=2786,96 m^3/j$ soit 32,25 l/s.

b- agglomération secondaires (FrèresAbidat) :

Pour les horizons 2019 et 2020, 2030, la dotation est de 200l/j/hab. les besoins en eau sont :

Pour l'année 2019 : $200 \times 922 = 184,4 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 2,13 l/s.

Pour l'année 2020 : $200 \times 926 = 185,2 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 2,14 l/s.

Pour l'année 2030 : $200 \times 970 = 194 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 2,24 l/s.

Pour les horizons 2040 et 2050 ; la dotation prévue est de 220 l/j/hab. les besoin en eau sont alors :

Pour l'année 2040 : $220 \times 1016 = 223,52 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 2,58 l/s.

Pour l'année 2050 : $220 \times 1064 = 234,08 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 2,70 l/s.

c- Zone éparsé (Bouhriz) :

Pour les horizons 2019 et 2020, 2030, la dotation est de 80 l/j/hab. les besoins en eau sont :

Pour l'année 2019 : $80 \times 397 = 31,76 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 0,36 l/s.

Pour l'année 2020 : $80 \times 404 = 32,32 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 0,37 l/s.

Pour l'année 2030 : $80 \times 485 = 38,8 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 0,45 l/s.

Pour les horizons 2040 et 2050 ; la dotation prévue est de 100 l/j/hab. les besoin en eau sont alors :

Pour l'année 2040 : $100 \times 582 = 58,2 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 0,67 l/s.

Pour l'année 2050 : $100 \times 698 = 69,8 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 0,80 l/s.

I-7-2 : qualité des eaux potables de la commune de Messelmoune :

Les eaux d'alimentation de la ville de Messelmoune sont directement distribuées sans aucun traitement préalable. Les analyses bactériologiques de l'eau de robinet sont effectuées par le service d'hygiène de Wilaya de Tipaza. La plupart des eaux des robinets montre qu'elles sont de bonne qualité bactériologique (voir tableau.I.6).

Paramètre	Résultats	Unités	Date	Lieu
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : cité frères MorcliMesslmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : cité frères MorcliMesslmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : cité frères MorcliMesslmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Salle de soin Messlmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Salle de soin Messlmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Salle de soin Messlmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Salle de soin Messlmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Salle de soin Messlmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Salle de soin Messlmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Ecole BouabdallahMesslmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Ecole BouabdallahMesslmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Ecole BouabdallahMesslmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Ecole Ahmed gharbiMesslmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Ecole Ahmed gharbiMesslmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Ecole Ahmed gharbiMesslmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Siege APC Messlmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Siege APC Messlmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	11/04/2019	Robinet : Siege APC Messlmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Siege APC Messlmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Siege APC Messlmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Siege APC Messlmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Ecole BouabdelhMesslmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Ecole BouabdelhMesslmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Ecole BouabdelhMesslmoune

Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Parc communal Messlmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Parc communal Messlmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Parc communal Messlmoune
Coliforme fécaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Ecole Ahmed azibiMesslmoune
Escherichia coli	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Ecole Ahmed azibiMesslmoune
Entérocoques intestinaux	00	UFC/100ml	20/03/2019	Robinet : Ecole Ahmed azibiMesslmoune

Tableau I.6: représenter les analyses physico- chimiques et bactériologiques des eaux potables de la commune de Messlmoune.

Interprétation :

A la lumière des résultats des analyses bactériologiques des eaux du robinet de la ville de Messelmoune, nous pouvons affirmer que ces eaux de consommation sont de bonne qualité bactériologique.

I-8- Industrie :

Tous les rejets résultant de l'utilisation d'eau non domestique sont caractéristiques des projets industriels : Le rejet d'usines et le rejet d'activités artisanales ou commerciales.

Les activités de la commune de Messelmoune sont artisanales et commerciales. Ce type d'assainissement peut être classé comme activité artisanale et commerciale, ainsi que l'activité médicale. Parmi celles - ci on peut citer :

I-8.1 La station de lavage graissage :

Le rejet des carburants huiles et des graisses est rejeté dans les cours d'eau, Il est donc nécessaire de les récupérer pour éviter tout dommage au travail de la future station d'épuration.

I-8.2 Centre de santé:

Le rejet de produits chimiques dans les canaux de drainage est éliminé malgré la faible charge, ce qui peut empêcher le processus biologique (la mort des bactéries aérobies), il est donc nécessaire de restaurer ces produits chimiques pour réduire la pollution et permettre le traitement biologique.

unités	Nombre	Principaux polluants
La station de lavage graissage	1	Carburants, huiles, graisses
Centre de santé	1	produits chimiques

Tableau I.7 : Récapitulatif des principales unités industrielles de Messelmoune

I-9- Réseau d'assainissement [2]:

a- Le chef-lieu (Messelmoune) :

Le réseau d'assainissement de la ville de Messelmoune est composé de collecteurs de diamètre variant, de Ø 400 à 1000mm en béton comprimé et en système unitaire, il est raccordé au réseau de la ville à un seul rejet : le seul collecteur principale existant de diamètre Ø 1000mm qui prend en charge la partie haute et se dirige vers la partie est de la ville qui déverse dans la mer.

La partie ouest de la ville déverse ses eaux dans un point de relevage via une conduite de refoulement sur le collecteur de diamètre Ø 1000mm de la ville.

b- FrèresMorsli :

Le réseau d'assainissement il est raccordé au réseau du chef-lieu par une station de relevage, qui refoule vers le réseau de la ville Actuellement ce poste de relevage fut abandonner, qui a son tour déverse dans un bassin de décantation puis au rejet vers l'oued, ce réseau est constitué de collecteurs de diamètre de Ø 300mm à 500mm.il est constitué de collecteurs en amiante ciment de diamètre Ø 150mm.

c- Frères Abidat :

Le réseau d'assainissement dans cette agglomération est composé deux plateaux filtrants (fosses en pierres dont le radier est filtrants), il est constitué de collecteurs de diamètre variant de Ø 300a 500mm ces derniers rejettent dans les dits bassins qui filtrant les eaux naturellement à travers les différentes couches.

d- Zone éparsé :

Il existe un réseau d'assainissement mais il est dans un état moyen et de diamètreØ 300mm en béton ordinaire qui rejette dans un bassin de décantation puis le rejet se fait vers l'oued.

Par contre, aucun système d'évacuation des eaux usées n'existe pour les autres hameaux de la zone éparsé de la commune.

Du fait de la difficulté du relief et l'espacement des habitations entre elles, le système d'évacuation individuel avec fosse septique est prédominant.

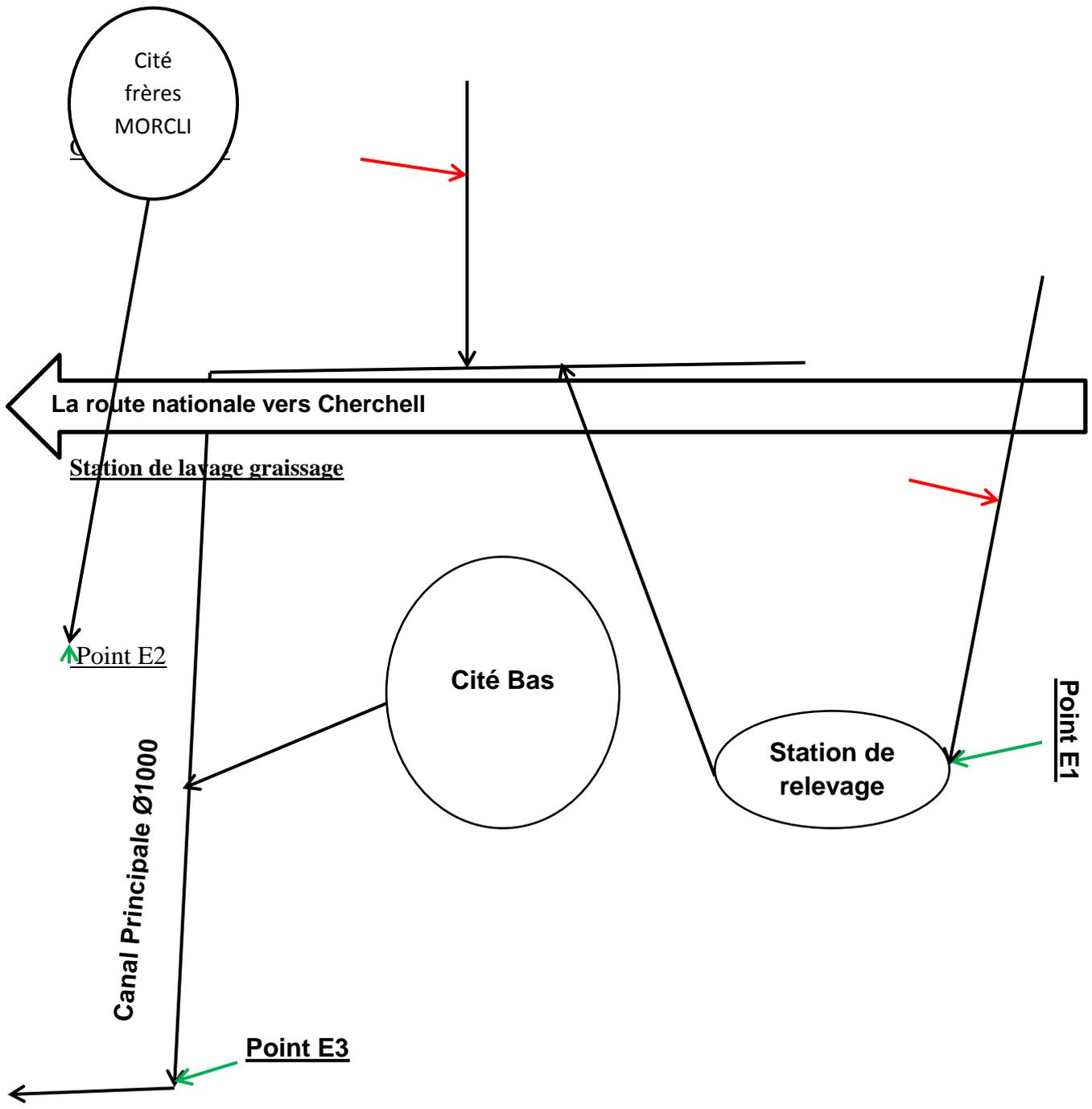


Figure I.2 : point de prélèvement des échantillons.

I-10 : Le milieu récepteur :

Les eaux résiduaires urbaines (ERU) du le chef-lieu de Messelmoune sont rejetées dans, près de l'oued Messelmoune, et la cité des Frères Morcli et Frères Abidat sont rejetés dans l'oued Messelmoune qui déverse dans la mer sans aucun traitement.

L'oued Messelmoune dilue cette pollution notamment en période de pluie.

Ce rejet représente une menace pour le milieu récepteur en ce qui concerne la contamination le champ de captage d'eau potable et des eaux souterraines, qui constituent la principale ressource de cette région. Il est donc nécessaire de prévoir une station d'épuration pour réduire la pollution de ces zones et garantir la qualité de l'eau, la protection les eaux littorales et l'environnement.



Rejet de l'aval au poste de relevage au niveau de point E1.



rejet de Frères Morcli au niveau point E2 (Oued Messelmoune)



Le point de prélèvement E3 (à l'aval de la ville de MESSLMOUNE dans la mer)

Chapitre II :

Evaluation de la pollution des eaux usées et procédés d'épuration

II-1- Origine et nature :

La nature des eaux usées à une composition variable selon sa source, il existe plusieurs catégories d'eaux usées:

Eaux résiduaires industriels et urbaines, eaux usées agricoles.

Les types les plus importants d'eaux usées sont :

II-1-1 Eaux résiduaires urbaines :

Ces eaux ont deux origines possibles:

1 /Eaux usées domestiques [4,5]:

Les eaux usées domestiques comprennent : provient de diverses utilisations domestiques de l'eau et à la caractéristique de la pollution organique et se divise en deux parties:

- les eaux vannes provenant des cabinets d'aisances, contenant des matières organiques biodégradables et des micro-organismes, charges de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux, (Boraz et Paul) et des virus dangereux
- les eaux ménagères dont l'origine reste l'habitation (salle de bains, cuisine, buanderie, etc.) qui sont chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques.

2 /Eaux de ruissellement [5]:

Les eaux de ruissellement représentées les eaux de pluie et de lavage des chaussées et peut être se charges plus ou moins en pollution et diluer en cas pluie persistante.

Les teneurs en MES et DCO sont toujours supérieures à plusieurs centaines de mg/l, en raison des polluants d'hydrocarbures résultant des mouvements du moteur, de la pollution de l'air, en particulier de la poussière ... Ces polluants transportent de l'eau en cas de pluie, cette eau est collectée dans un réseau unitaire ou séparatif.

II-1-2- les eaux industrielles [4,5]:

Les eaux d'origine industrielle sont très variés selon on le type d'activité, Ces eaux contiennent des substances organiques et minérales, et cette eau sont de nature différente de l'eau domestique parce qu'elles contiennent des produits chimiques et des substances toxiques provenant d'usines et hôpitaux, cette toxicité influe directement sur l'équilibre écologique du milieu récepteur et sur l'équilibre biologique au niveau de la STEP.

II-1-3- Eaux usées agricoles [4]:

Peuvent être classées en deux groupes :

- les rejets cours de fermes :les rejets des fermes proviennent du lavage des locaux, des étables, appareils d'épandage, de l'épandage de boues d'épuration et de l'élevage ce qui pose problème en raison de leur charge potentielle de métaux lourds, de bactéries et de sels minéraux.- les eaux de drainage.

- les eaux de drainage : elles concernent deux types de pollution :

- Celle causée par les fertilisants (engrais chimiques et organiques).
- Celle due aux produits phytosanitaires (pesticides).

L'utilisation massive des engrais et des produits chimiques de traitement des plantes influent fortement le régime et la qualité des eaux et détruit la vie dans, les rivières et rend impropres à la consommation humaine, et parfois animale, les eaux superficielles et souterraines, le transfert des engrais et pesticides a la nappe se fait soit par infiltration sur l'ensemble de la surface cultivée, soit par rejet dans les puits perdus, les gouffres et bétoires, la pratique de l'irrigation accéléré le transfert.

II-2- Pollution des eaux usées :

La définition de 1961 de la pollution de l'eau a été définie par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme "tout changement les propriétés naturelles, chimiques et biologiques de l'eau, entraînant une modification directe ou indirecte de leur état, de sorte que l'eau devient moins adaptée aux usages naturels qui lui sont attribués, que ce soit pour la consommation ou consommation domestique, agricole ou autre. " [6].

Caractéristiques	Unités	Valeurs
pH	/	6,5 – 7,5
MES	mg/l	600 -900
DCO	mg/l	600 - 1100
DBO ₅	mgO ₂ /l	300 - 500
(Azote total kjeldahl) NTK	mg N/l	70 - 120
Phosphore totale P _t	mg p/l	15 - 30

Tableau II.1 : composition des eaux résiduaires urbaines (ERU). [5,7].

II-2-1- Différents types de pollution :

On distingue 6 types de pollution :

- a) organiques.
- b) chimiques.
- c) physiques.
- d) Microbiennes.
- e) Thermiques.
- f) Radioactives.

A/ Pollution organique [4]:

La décomposition de la matière organique par les micro-organismes libère des nitrites, nitrates, ammonium, méthane et hydrogène sulfuré, la matière organique résiduelle persistant dans l'eau constitue un milieu favorable au développement des germes qui peuvent être pathogènes la présence de matière organique. La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales) chaque activité rejette des composés spécifiques biodégradables ou pas. On distingue pour les eaux usées urbaines les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergents (anioniques, cationiques, non ioniques), les huiles et goudrons. Il est à noter l'existence d'autres substances organiques utilisées ou fabriquées industriellement, c'est le cas des phénols, des aldéhydes et des composés azotés.

B/ Pollution chimique :

La pollution de l'eau par les polluants chimiques industriels pose de graves problèmes pour les organismes vivants (animaux, plantes et micro-organismes), considérée comme l'un des types de pollution les plus dangereux, et qui est apparue comme le résultat naturel du progrès industriel massif, en particulier dans le domaine des industries chimiques.

Lorsque les installations industrielles rejettent leurs déchets et produits secondaires sans traitement dans les voies navigables, ce qui représente un réel danger pour tous les éléments de l'environnement, car ils contiennent des composés chimiques toxiques le risque est que la plupart d'entre eux soient très stables et aient un effet durable.

Le plus important de ces matériaux que nous trouvons:

Acides, bases, détergents industriels, colorants, certains composés du phosphore et beaucoup de métaux lourds toxiques tels que le plomb et le mercure, causant une grave pollution de l'eau.

C/ Pollution physique :

Ce sont toutes les matières susceptibles de se déposer dans les milieux récepteurs sous formes de sédiments (sable, graviers, particules métalliques...) ou de formes un dépôt de tartre dans les canalisations (carbonate de calcium, sulfate de calcium...)

D/ Pollution microbienne :

C'est la pollution la plus dangereuse de point de vue sanitaire, on la détermine par analyses bactériologiques (germes test).

Une eau peut être limpide, inodore et incolore mais peut contaminer des bactéries et ou des virus pathogènes pouvant causer des maladies à transmission hydriques.

E / pollution thermique :

L'un des plus importants cas de pollution résultant de la lave et des centrales électriques est-il également introduction des eaux usées industrielles chaudes pour le refroidissement dans les usines et les réacteurs thermiques, et les usines de dessalement, et l'avantage de cette eau à haute température que le taux normal, ce qui perturbe l'équilibre et dommages à la vie végétale et animale: le taux de réactions chimiques se multiplie, entraînant la destruction de poissons et de plantes et la perturbation des cours d'eau.

F/ Pollution radioactives :

Il exprime la concentration d'éléments radioactifs in vivo qui peut contenir des éléments naturellement radioactifs, tels que:

Explosions nucléaires, usines atomiques et hôpitaux centres de recherche scientifique, industries électriques et générateurs fonctionnant au charbon ou au pétrole, l'une des principales sources de ce type de pollution.

II-2-2 : Caractérisation des eaux usées [5]:

Habituellement, le potentiel de pollution d'une eau apprécié par une série d'analyses physico-chimiques (DCO, DBO₅, MES, T, pH.....) dont certaines eau sera susceptible d'apporter dans le milieu où elle sera rejetée, ces mesures sont complétées par des analyses plus spécifiques concernant des composés toujours présents et à l'origine de nuisances majeures, tels le phosphore et ou l'azote. Dans certains particuliers, des produits toxiques peuvent être recherchés.

II-2-2-1- Le débit :

Le débit des eaux usées d'une ville varie considérablement d'une heure à l'autre, d'une journée à l'autre et d'une saison à une autre. Le débit de rejet est généralement estimé à partir du volume consommé par unité de temps (70 à 80%) et les (20 à 30%) représentent les pertes par filtration, évaporation, concernant le débit maximum que reçoit la station en temps de pluie, il est nécessaire de tenir compte du coefficient de pointe $C_p = 1,5 + 2,5 / (Q_m)^{1/2}$ (Q_m en l/s).

II-2-2-2 : Quantification de la pollution des eaux :

A- Demande biochimique en oxygène :

Elle représente la quantité d'oxygène dépensée par les phénomènes biochimiques, d'une part, la dégradation des matières organiques par voie aérobie, nécessaire à la destruction des composés organiques, d'autre part. En effet, dans un effluent complexe, ces deux types d'oxydation se superposent, d'où l'emploi du terme biochimique. [5]

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo statée à 20°C est mis à incuber en présence d'air. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous.

Celui-ci est remplacé en permanence par l'oxygène de l'air situé au-dessus de l'échantillon.

L'anhydride carbonique formé est piégé par l'hydroxyde de potassium ou l'hydroxyde de sodium.

Après cinq jours, on lit la valeur de la DBO directement sur le DBOmètre directement en mgO₂/l ce qui nous donne la valeur de DBO₅. [8]

La biodégradabilité :

La biodégradabilité d'une substance exprime son aptitude à être décomposée par les microorganismes.

Elle est influencée par plusieurs facteurs tels que : la concentration du produit à dégrader, le nombre et la nature des micro-organismes, et enfin le pH et la température du milieu.

- **Coefficient de biodégradabilité** : $K = DCO / DBO_5$. [9]

Le rapport entre ces deux valeurs détermine la possibilité et le rendement de dégradation que l'on peut espérer par un traitement biologique.

K : rapport (DCO/DBO5)	Mode de traitement
K=1	Pollution totalement biodégradable
1<K<1.6	Epuration biologique très possible
1.6<K<3.2	Traitement biologique associé à un traitement physico-chimique
K>3.2	Traitement biologique impossible

Tableau II.2 : Coefficient de biodégradabilité

- Rapport nutritionnel : DBO₅/N/P de l'ordre de 100/5/1, [5,10].

DBO₅/N=20;

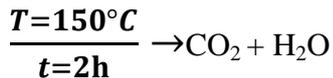
DBO₅/P=100;

N/P=5

B- Demande chimique en oxygène DCO :

La demande chimique en oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène consommée pour l'oxydation chimique de la totalité des matières organiques et minérales dissoutes dans l'eau qu'elles soient ou non biodégradables, l'oxydation est fournie par un oxydant puissant le bichromate de potassium, ce dernier agissant en milieu d'acide sulfurique pendant deux heures à ébullition à 150 °C.[5]

Matière organique oxydable + oxydant ($K_2Cr_2O_7$) + H_2SO_4 + catalyseur (Ag_2SO_4)



C- Les matières en suspension MES:

Les matières en suspension (MES) représentent les matières solides contenues dans l'eau usées sont séparables par filtration décantation, ou par centrifugation, les teneurs en matières en suspension sont obtenues après séchage à 105°C Celsius a l'étuve.

Les matières volatiles en suspension (MVS) représentent la fraction organique des MES et elles sont obtenues par calcination de ces MES a 525 °c pendant deux heures.

Les matières minérale (MM) représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est à - dire son "extrait sec", constitué des matières solubles.

Les matières décantables sont composées des matières en suspension qui sédimentent en deux heures dans une éprouvette. [5]

Elles constituent un paramètre important qui marque le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.

D- La température :

C'est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré, surtout dans le cas de rejets industriels dans le réseau. Le fonctionnement de certains ouvrages d'épuration, notamment les dégraisseurs, est sensible à des températures trop élevées: ainsi, tout rejet doit être inférieur à 30°C. [5]

E-pH :

Le pH mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimiques. La valeur du pH influe la croissance des micro-organismes présents dans l'eau, la plupart des bactéries par exemple peuvent croître dans une gamme de pH comprise 5 et 9, l'optimum étant situ entre 6,5 et 8,5. Des valeurs inférieures à 5 ou supérieures à 9 affectent la survie des micro-organismes aquatiques selon l'OMS. [9]

F- Azote:

L'azote peut être présent dans les eaux usées sous plusieurs formes :

Forme réduite: Azote organique (N) et Azote ammoniacal (NH₄⁺).

Forme moléculaire: Azote dissous (20mg/1 à la température ambiante).

Forme oxydée: Azote nitreux (NO₂) et Azote nitrique (NO₃).

L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques est essentiellement sous forme ammoniacale.

Azote total Kjeldahl (NTK) :

Représente les formes réduites de l'azote (organique et ammoniacal) dans l'eau. Mesures-en mg N/l. [9]

G- Le phosphore :

Le phosphore présent dans l'eau usée se trouve sous formes des sels Minérales et sous formes de composés organiques. [11]

- Organique : d'origine industrielle ou biologique provenant des matières fécales (d'origine humaine ou industrielle).

- Minérales : les ortho et poly phosphates provenant de lessive, d'engrais phosphatés(phosphates issus des produits lessiviels).

Permet de juger des conditions de traitement biologique des effluents des risques liés à l'eutrophisation des eaux calmes. [5]

H- Substances toxiques ou indésirables :

Elles représentent des éléments toxiques, au niveau de l'usine de traitement et au niveau de l'environnement naturel, causant la mort de bactéries aérobie et la faussent de certaines mesures telles que la DBO, et arrête la purification de certaines adaptations bactériennes, parmi ces éléments « fortes concentrations, phénol, cyanure.

I- La couleur et l'odeur :

Dans les eaux usées brutes, la couleur est due à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdes par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'odeur est due à une fermentation des matières organiques.

II-3- Normes de rejet :

Dans le contexte de la préservation de l'environnement et de la santé publique, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a défini des critères permettant de déterminer les valeurs maximales des normes d'élimination des eaux usées décrites dans le tableau ci-dessous. [12,13].

Paramètres	Normes utilisées (OMS)
pH	6,5-8,5
DBO ₅	30 mg/l
DCO	90 mg/l
MES	30 mg/l
NTK	40 mg/l
PO ₄ ⁻	2 mg/l
Phosphore total	10 mg/l
Température T	30°C
Huiles et graisses	20 mg/l
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

Tableau II.3 : Normes de rejet des eaux usées.

II 4- collecte des eaux :

II 4-1- Système d'assainissement :

Un système d'assainissement peut être décomposé en deux grandes catégories d'ouvrages :

- Les canalisations.
- L'ensemble des ouvrages situés le long des canalisations ou à l'exutoire de celle-ci.

II 4-2- Différents systèmes de canalisation : [5]

Ils se caractérisent à partir du type d'évacuation qu'ils réalisent, on distingue :

A / Le système unitaire :

L'ensemble des eaux usées et pluviales est, en système unitaire, évacué par un réseau unique "qu'on lave tout et qu'on évacue le tout à l'égout".

Ce réseau est équipé de profils d'orage permettant à l'eau de canaliser l'eau du l'évacuateur vers le milieu naturel en cas de pluies intensité. [5]

B / Le système séparatif :

Le système de séparation est constitué de deux réseaux spécialisés dans chaque réseau en fonction de la nature des effluents :

- un réseau de rejet des eaux usées domestiques et des effluents industriels.
- un réseau de rejet des eaux pluviales permet évacuer dans le milieu naturel.

Le système de séparation a pour but de mettre en place une station d'épuration

Pour le réseau d'égouts domestiques et les déchets industriels liquides. [5]

C / Le système pseudo-séparatif :

C'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties : - les apports d'eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques.

-les apports d'eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà reçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueducs,...). [5]

D/ Le système composite :

Le système composite est parfois une variante du système séparatif. Il prévoit. Grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur épuration. [5]

E/ Le système sous pression ou sous dépression :

Ce système est utilisé dans les zones non gravitaires en raison du terrain pour élever le niveau de l'eau par pompage et pour faire fonctionner les canalisations en chargé dans le système sous pression .

Dans le système sous dépression, la station de décharge et les colonnes de transport sont utilisées pour dépression la conduite. [5]

II-5- Procédés d'épuration des eaux usées :

Les procédés d'épuration des eaux résiduaires peuvent classer en deux catégories :

- Procédés physico-chimiques.
- Procédés biologiques.

II-5-1- Les procédés physico-chimiques :

L'épuration physico-chimique des eaux usées est consisté séparer les matières les plus grossières, d'huiles et de graisses, de substances en suspension MES et de polluants toxiques qui peuvent être séparées par filtration ou éliminées par décantation, et Les particules fines sont éliminées par des techniques de coagulation-floculation (physico-chimiques), sont ajoutée un coagulant qui permet aux particules fines de précipiter pour faciliter leur élimination.

L'inconvénient majeur de l'opération par voie physique –chimique réside :

- L'épuration chimique (floculant et coagulants) coûteuse et difficile à réaliser.
- celui de l'élimination insuffisante des matières organiques en particulier de la pollution soluble.
- celui de l'augmentation de la production des boues.

II-5-2- Les procédés biologiques :

Dans lesquels la matière organique est dégradable par des microorganismes Ceci est en présence d'air, où ce dernier absorbe les matières organiques.

(Biodégradation d'une antenne qui dépend de l'activité aérobie de la bactérie)

L'équation totale pour la décomposition et la décomposition de cette substance organique est la suivante :

**Eau + contaminants organiques + micro-organismes (bactéries) +oxygène →
Nombre accru d'organismes (bactéries aérobies) + CO₂ + H₂O.**

II-5-2-1- Lits bactériens : [10,14]

Le lit bactérien est un filtre ou filtre percolateur constitué sur une hauteur convenable de matériaux poreux grosses suivies de particules plus petite peut être :

Traditionnel : pouzzolanes (roche volcanique), Caillaux concassées (silice). Synthétique : le plastique

Ces matériaux sont arrosés par une eau décantée, l'eau passe à travers ces couches, à travers grand support de tube avec des trous.

La ventilation est utilisée par aération forcée pour fournir l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries dans l'air et à l'augmentation du ruissellement de surface de l'eau traitée.

La pollution contenue dans l'eau et l'oxygéné de l'aire diffusent à travers le film biologique jusqu'aux microorganismes assimilateurs, tandis qu'inversement, les sous-produits et le gaz carbonique s'éliminent dans les fluides liquides et gazeux.

a- Avantage des lits bactériens :

- bonne qualité de l'eau traitée.
- surface au sol réduit et exploitation et entretien faciles.
- faible consommation d'énergie.

b- Inconvénients des lits bactériens :

- décanteur primaire.
- décanteur secondaire.
- problèmes de boues.

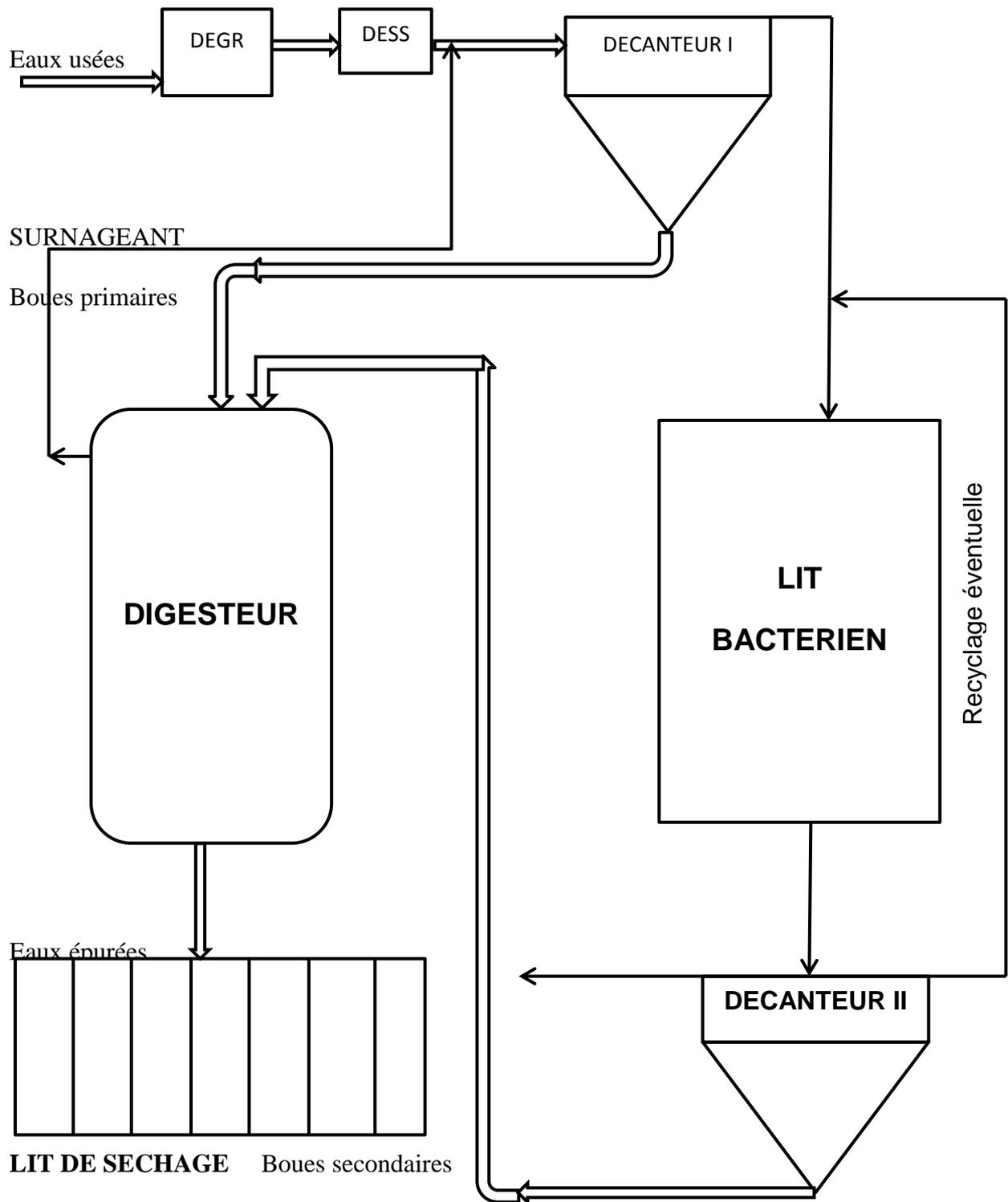


Figure II.1 : Représentation schématique d'une station d'épuration à lit bactérien forte à charge.

II-5-2-2- Disques biologiques :

Cette technique, appelée rotation biologique contactons (RBC) par les Anglo-Saxons, elle consiste une série de disques circulaires faiblement espacés, partiellement immergés (40% généralement) dans l'eau à traiter et tournant autour d'un axe horizontal. De par la rotation, la biomasse qui se développe sur les disques se trouve alternativement en contact avec l'eau à traiter et l'oxygène de l'air. Les disques réalisés en polythène ou en PVC sont fournis en dimension standard allant jusqu'à 3.5 m de diamètre, 7.5 m de longueur et 9 300 m² de surface unitaire. Ils sont espacés de 2 à 3 cm et leur vitesse de rotation est de 1 à 2 tours par minute.

Les disques biologiques nécessitent un prétraitement, décantation primaire ou tamisage fin, ainsi qu'un clarificateur final pour retenir les boues en excès.

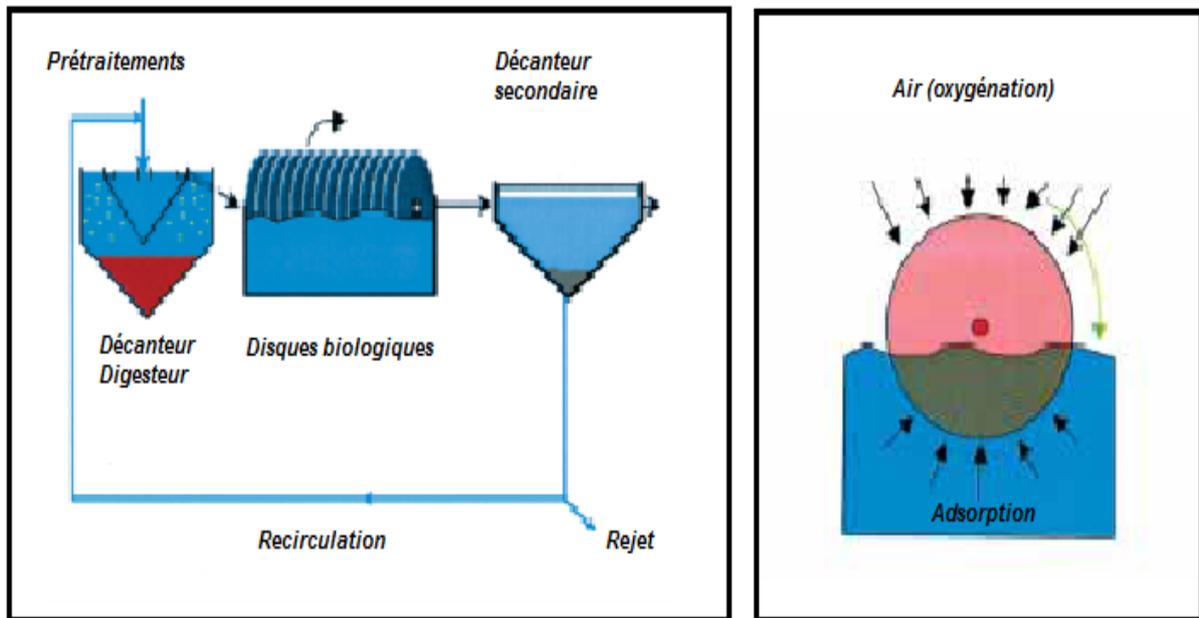


Figure II.2 : Synoptique d'une station d'épuration **figure II.3:** Schéma d'un disque biologique.

II-5-2-3- les boues activées [5]:

Les boues activées sont des systèmes qui fonctionnent biologiquement, avec une aération artificielle, est un procédé de fermentation aérobie continu et recyclage partiel de la biomasse du décanteur secondaire vers le bassin d'aération, le substrat s'est toutes les matières biodégradables, et la biomasse c'est les bactéries de la microflore.

Les boues activées des processus d'autoépuration dans les milieux naturels, Les bactéries aérobies sont exposées à l'oxygène en introduisant de l'air régulièrement diffusé dans l'effluent d'un bassin d'aération, elles absorbent la matière organique et forment de gros flocons appelés "boues activées".

La quantité de boues activées permettant d'assurer la dénitrification efficace des eaux brutes représente un pourcentage de 30% à 45% de la biomasse totale.

Le domaine d'application de ce procédé en eaux résiduaires urbaines et vise les stations d'épuration de moins de 10000EH (Equivalents Habitants).

A- Avantage au procédé par boues activées :

- bonne qualité de l'eau traitée, mais peut subir des fluctuations.
- surface au sol relativement réduite.

B- inconvénients des boues activées :

- décanteur primaire.
- décanteur secondaire.
- problèmes de boues.
- coût d'exploitation plus élevé, entretien mécanique.

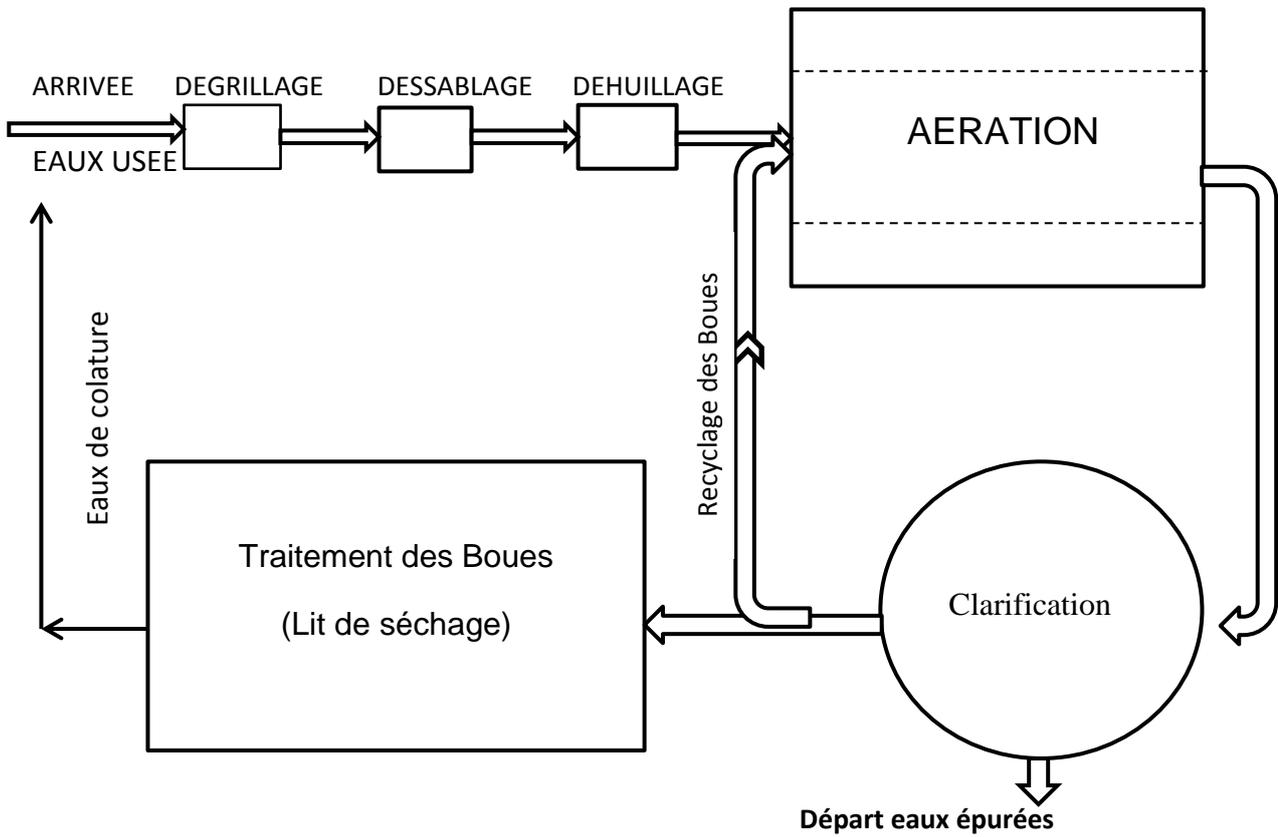


FIG : II-4- Station d'épuration – BA - aération prolongée.

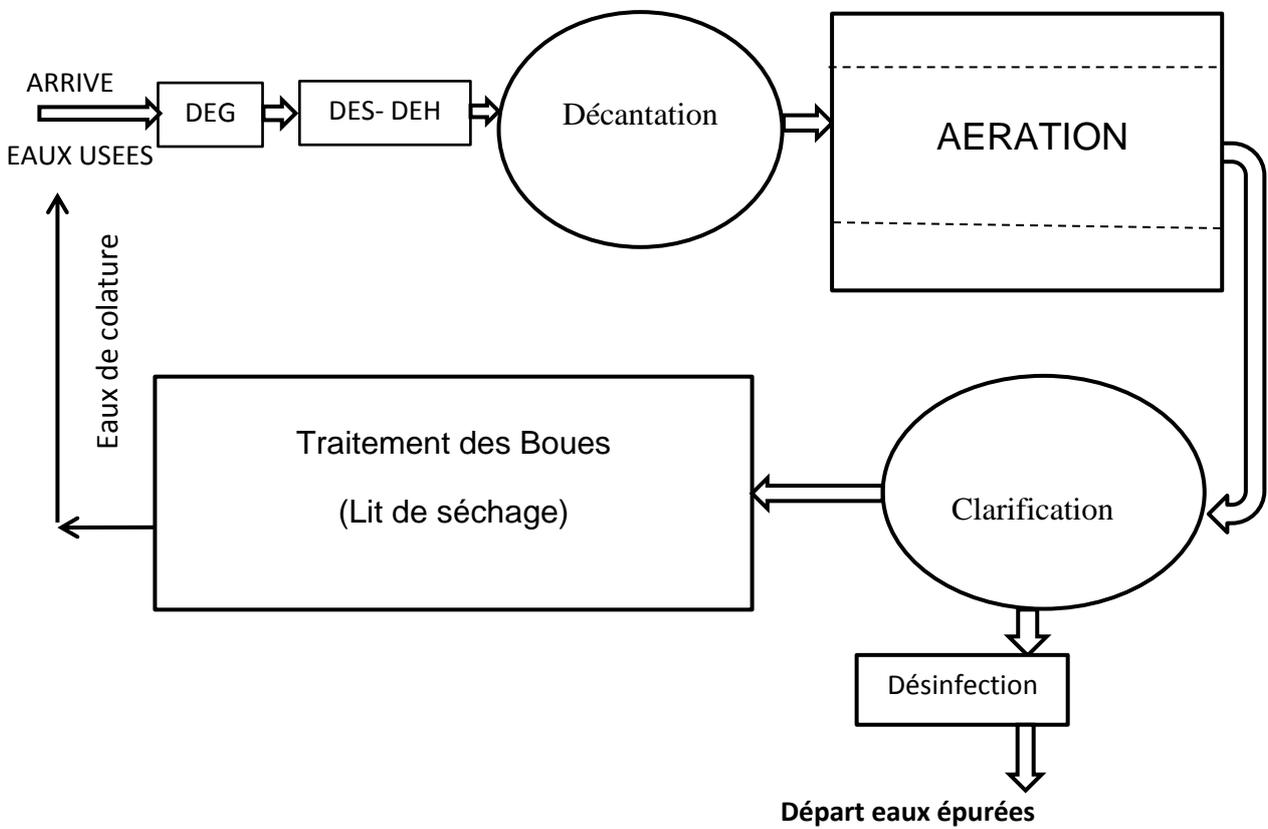


FIG II-5 - : Station d'épuration boues actives à moyenne charge.

II-5-3 : Le lagunage [5]:

On désigne par bassin de stabilisation toute dépression ou excavation naturelle ou artificielle dans laquelle s'écoulement naturellement les eaux usées brutes ou décantées

Le principe du lagunage est identique à celui des boues –activées sauf qu'il n'Ya pas de recyclage de boues, le processus commence par le traitement primaire (le traitement physique) puis l'eau passe dans les bassins (lagune), qui sont équipés de machines de ventilation pour activer l'oxydation de l'air, afin de fournir les conditions appropriées aux micro-organismes.

Et les algues, qui contribuent au dégrader des polluants et des matières organiques véhiculées par les eaux usées, cette phase est appelée traitement biologique.

Les mécanismes de l'épuration et le fonctionnement d'un lagunage peuvent être décrits comme suit :

Eaux usées + O₂ + bactéries → boues + effluent traité.

Sels minéraux + gaz carbonique + lumière + végétaux → masse végétale + oxygéné.

A/ lagunage anaérobie [5]:

En lagunage anaérobie, la pollution décantable forme des boues qui sont peu à peu digérées par voie anaérobie (minéralisation de la matière organique et dégagement de CO₂, CH₄ et H₂S). Il est utilisé en traitement primaire pour éliminer la partie organique décantable des effluents.

B/ Lagunage naturel [5]:

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour, dans plusieurs bassins étanches disposés en série.

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

C/ Lagunage aéré : [16]

Le lagunage aéré consiste à intensifier l'activité aérobie par un brassage et une aération artificielle par des aérateurs mécanique flottants ou fixes ou une insufflation d'air.

Les équilibres biologiques sont voisins de ceux du procédé classique par boues activées. Mais en l'absence de recirculation de biomasse dans le système, la concentration en micro-organismes est faible et la décantation lente.

Il existe deux types de lagunes aérées :

- **Lagunage aéré aérobie :[16]**

Les étangs aérobie sont caractérisés par le fait que seuls les organismes aérobie présentent une activité, la dégradation des matières organiques est réalisée par des bactéries et des algues en utilisant les facteurs physiques tels que le vent et la lumière.

Dans ces bassins, les algues produisent par photosynthèse d'importants volumes d'oxygène permettant de milieu en aérobie.

La surface d'échange air- eau favorise également la dissolution d'oxygène dans l'eau, contribuant à augmenter sa concentration dans le milieu.

- **Lagunage aéré facultatives :[16]**

Les étangs facultatifs résultent en une combinaison des deux étangs précédents, la profondeur des bassins est de l'ordre de 1 à 2.5m, deux zones sont ainsi observées : une zone aérobie dans la zone supérieure du bassin, et une zone anaérobie dans la partie inférieure.

L'utilisation des algues est différente suivant le traitement désiré, et certains auteurs appellent :

Lagunage complet lorsque l'installation est directement alimentée d'eau brute non décantée.

❖ **Avantages du procédé par lagunage :**

- bonne qualité de l'eau traitée
- Une technique simple nécessitant un travail minime et travaillant peu ou pas d'énergie.
- faible production de boues en excès.
- Elimination un grande partie des germes pathogènes et des nutriments : phosphore et azote (en été) ;

❖ **Inconvénients du procédé par lagunage :**

- Pour établir ce type de stations, nous avons besoin de grands terrains et de l'espace pour permettre sa construction, Le type de plantes filtrantes est beaucoup dans le désert (parce que la station est composée de très grands bassins).
- Un prétraitement est nécessaire pour éviter de drainer la récession par d'éliminer le sable et les particules grossières.

II-6- La désinfection [5]:

Le traitement a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré afin de protéger les zones sensibles (zones de baignade et zone conchylicole), la réduction des germes pathogènes s'opérant par une désinfection physico-chimique des effluents épurés.

Les techniques usuelles ou en cours de développement décrites ci-après mettent en œuvre un agent chimique ou physique afin d'assurer la destruction des micro-organismes, on peut envisager la désinfection par des traitements par :

- la désinfection par chloration est la technique la plus employée, elle s'opère par injection de chlore ou de dioxyde de chlore, cette technique n'élimine qu'une partie des germes pathogènes. On utilise alors le pouvoir oxydant du chlore avec un contact supérieur à 30 minutes au débit de pointe. Pour obtenir 99,9% de réduction des coliformes, les doses admises sont les suivantes:
 - après lits bactériens, 3 à 10 mg/l...
 - après les boues activées, 2 à 8 mg/l

Plus les rejets sont chargés et moins la chloration est efficace, la décantation est donc un critère important à observer.

- La désinfection par rayonnement UV est très employée, le pouvoir germicide des UV est important, l'efficacité de ce traitement est affectée par la présence de tout composé susceptible d'absorber le rayonnement (matières en suspension, substances colloïdales..).
- la désinfection au brome: c'est un agent oxydant puissant, à la même titre que le chlore.
- la désinfection par ozone.
- la désinfection par lagunage.
- la désinfection par membranes.

Type de procédé Paramétré	Forte charge	Moyenne charge (Conventionnel)	Faible charge & très faible charge (aération prolongée)
Charge massique C_m $C_m = \text{KgDBO}_5 / \text{kg MVS.J}$	0,40 à 1,20	0,15 à 0,40	0,07 à 0,15 faible charge. $C_m < 0,07$ très faible charge.
Charge volumique C_v $C_v = \text{KgDBO}_5 / \text{m}^3 . \text{J}$	1,50 à 3	0.50 à 1.5	$C_v < 0.40$
Durée de rétention ($t=v/q$) Dans le bassin d'aération (temps de séjour) (h)	1 à 2h	2 à 4h	12 h à plusieurs jours
Concentration de biomasse dans le bassin, X (g/l)	1,5 à 3	3 à 5	5 à 8
Consommation d'oxygène $\text{Kg O}_2 / \text{kg DBO}_5$ réduite	0.30 à 0.50	0.50 à 1	1.50 à 2
Production de boues en excès, $\text{Kg}_{\text{MES}} / \text{Kg}_{\text{DBO}_5}$ réduite	0.80	0,60	0,20
Pourcentage de recyclage, %	Jusqu'à 300	50 à 100	10 à 50
Rendement d'épuration, %	< 80%	80 à 90%	Plus de 90%

Tableau II.4 : Principaux paramètres de fonctionnement des stations d'épuration par boues activées en fonction de la charge appliquée [14].

II-7- Le traitement des Boues :

II-7.1 But :

Les boues sont des déchets issus du traitement et de l'épuration des eaux usées issues des processus physiques et chimiques impliqués dans le traitement, il s'agit d'un mélange de solides et d'eau contaminée.

Les boues contiennent des nutriments tels que l'azote, le phosphore et les matières organiques, qui peuvent être utilisés comme engrais ou sol organique amélioré après traitement.

Le traitement des boues a pour objectif de :

- l'amendement des sols comme engrais et valoriser en agriculture.
- réduire la fraction organique afin de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les risques de contamination les nuisances olfactives.
- diminuer le volume total des boues afin de réduire leur coût d'évacuation (déshydratation).
- valoriser le mieux possible les boues produites comme engrais en agriculture [5].

II-7.2 Composition :

Les quantités de boues produites dépendent étroitement de la nature et des caractéristiques physico-chimiques des eaux, du type de traitement biologique mis en œuvre (lits bactériens ou boues activées selon la charge appliquée), par exemple les stations d'épuration à boues activées en aération prolongée sont parmi les ouvrages qui produisent un minimum de boues en excès d'où fait directement la déshydratation ou l'épaississent au préalable (pas de stabilisation), par contre à forte charge, celle-ci produira de boues biologiques fermentescibles et en grande quantité qui débutera par une [5]:

II-7.3 Stabilisation des boues :

Le traitement de stabilisation des boues est indispensable afin d'assurer la réduction de leur pouvoir fermentescible.

La stabilisation ou digestion aérobie consiste en une aération prolongée des boues, qui favorise l'auto-oxydation de la matière organique jusqu'à dépasser la période de synthèse des cellules.

II-7-3.1 stabilisation aérobie (La digestion aérobie) [5]:

Ce procédé consiste à aérer la boue pendant une période prolongée, au cours de laquelle les micro-organismes aérobies, placés en phase de respiration endogène, dégradent les matières organiques.

L'apport d'oxygène aux bassins de stabilisation au moyen d'insufflation d'air par fonctionnement synchrone des aérateurs, le débit d'air souvent adopté est de l'ordre de $5\text{m}^3/\text{h}$ par m^3 de bassin.

La digestion aérobie nécessite une consommation énergétique très importante, La puissance d'aération à fournir est de l'ordre de $0.1\text{ kg d'O}_2/\text{kg de MV}$; la puissance d'aération nécessaire, pour une homogénéisation suffisante, est de 25 à 30 W/m^3 dans le cas d'une aération par turbine.

Le rendement d'élimination des matières organiques dépend de plusieurs facteurs (temps de séjour charge volumique appliquée, température et nature des boues), il varie généralement entre 20% et 50% .

II-7-3.2 stabilisation anaérobie (la digestion anaérobie) [5]:

La digestion anaérobie est un procédé biologique qui se réalise par fermentation méthanique des boues dans des digesteurs en l'absence d'oxygène, elle permet une dégradation importante des matières organiques, de l'ordre de 40 à 50% .

On distingue deux phases dans le mécanisme de la digestion anaérobie :

- une phase de liquéfaction, durant laquelle la dégradation des matières organiques se fait par des enzymes extra et intracellulaires sécrétées par certaines bactéries transformées essentiellement en acides volatils.
- une phase de gazéification, dans laquelle les bactéries anaérobies transforment ces acides volatils en gaz méthane CH_4 (60% à 70%), en gaz carbonique CO_2 (30% à 35%).

Le bon fonctionnement de la digestion anaérobie dépend plusieurs facteurs :

- une température de la masse de boues de 33 à 35°C et la plus constante possible. —
- un pH de la masse de boues compris entre $6,8$ et $7,8$.
- la concentration en acides volatils dissous inférieure à 1g/litre .

Une bonne production de gaz contenant 70% de méthane CH_4 utilisé comme source d'énergie ($1000\text{ litres de gaz par Kg de matière organique}$).

Chapitre III :

Etude du rejet

III-1- Introduction :

Les eaux résiduaires urbaines de la ville de Messelmoune n'ont jamais fait l'objet d'une caractérisation, par conséquent aucune information n'était disponible à ce sujet, c'est la raison pour laquelle nous avons entrepris une campagne d'analyses après avoir choisi les points de prise d'échantillon ; l'opération a débuté le fin-AVRIL 2019 au niveau de l'égout principal déjà existant et c'est achevée en Mai 2019.

L'étude a porté sur la détermination des paramètres de pollution notamment les tests globaux et leurs interprétations, les différentes analyses sont effectuées sur des échantillons horaires, nous avons essayé dans la mesure du possible et dans la limite des moyens matériels, de réaliser un échantillonnage correct et représentatif.

III-2- Echantillonnage :

Nous avons utilisé le type d'échantillon horaire pour déterminer les facteurs de pollution.

- Echantillonnage horaires (manuel) :

Permettent de suivre la variation de la pollution diurne. Pour des raisons de sécurité et de transport et la possibilité de quantité d'échantillons autorisée en laboratoire, un échantillonnage au jour le jour n'était pas possible.

III-3- Lieux de prélèvement :

Comme le réseau d'assainissement de la ville de Messelmoune n'est que partiellement fonctionnel, la totalité du rejet est collectée vers la mer, pour cela, il nous a semblé utile de quantifier cet effluent en effectuant 1 journée de prélèvement à l'aval de poste de relevage qui collecte les eaux usées vers le centre-ville de Messelmoune au point E1 (voir la figure I.2).

Le deuxième point E2 est choisi au point de convergence le réseau de FrereMorcli avec l'oued Messelmoune qui collecte les rejets liquides de la zone urbaine avoisinante, pour cela, il nous a semblé utile de quantifier cet effluent en effectuant 2 journées de prélèvement.

Le point E3 est suite à l'aval de la ville de Messelmoune après la confluence donc le plus représentatif des eaux rejetées tant sur le plan qualitatif que quantité, pour cela, il nous a semblé utile de quantifier cet effluent en effectuant une semaine de prélèvement.

III-4-Mode de prélèvement :

1/Echantillons horaires :

Ils sont obtenus par prélèvements discontinus à un moment où le débit est important (8h ; 12h ; 18h).

III-5- Conditionnement des échantillons avant analyse :

Les prélèvements ont été réalisés dans des bouteilles en verre de 1L, parfois en plastique de 1,5L, les échantillons sont conditionnés dans deux glacières avec 6 bouteilles pour chacun (Prélèvement E2 et E3), Le conditionnement chimique n'est pas réalisé systématiquement. En raison de difficultés du transport, les paramètres (DBO₅, DCO, MES) est faite le deuxième jour après les prélèvements, par contre les autres paramètres (NTK, PO₄³⁻, P total) est réalisé en parallèle, un ou deux jours au maximum après les prélèvements.

III-6- Méthodes d'analyses :

Les méthodes d'analyses utilisées sont celle fournies par les normes d'ONA (Agence notionnel d'assainissement) citées au tableau III.2. Les principaux paramètres de pollution sur lesquels avait porté l'analyse sont : DBO₅, DCO, MES, PO₄³⁻, NTK.

III-7- Résultats expérimentaux et interprétation :

Pour mieux comparer les résultats, il nous a semblé intéressant de présenter séparément par point de prélèvement.

III-7-1 Le point E1 (aval au poste de relevage) :

Journée du 12-05-2019 :

Les résultats obtenus lors de cette journée sont mentionnés sur le tableau III.3 et illustrés par les figures (III.1, III.2), cette –ci nous montrent l'évolution de pointe pendant une journée, des différents paramètres mesurés, elles nous conduisent aux remarques :

Caractéristiques ou élément analysé	Conservateur utilisé	Température de conservation °C	Temps de conservation
DBO	/	4	6h
DCO	H ₂ SO ₄ a pH <2	4	>24h
MES	/	4	6h (--<24h)
PO ₄ ³⁻	H ₂ SO ₄ a pH <2	4	
NTK	H ₂ SO ₄ a pH <2	4	
pH	/	/	In-situ
T°	/	/	In-situ

Tableau III.1 : Conservation des échantillons [11].

Paramètres mesurés	Méthode utilisées	Normes
pH	électro métrique avec l'électrode en verre	NFT 90-008
Température	thermométrie	/
DBO ₅	Méthode manométrique	/
DCO	Dichromate de potassium	ISO 6060
MES	Filtration /centrifugation	NF EN 872
NTK	KJELDAHL	ISO 5663
Ortho phosphates (PO ₄ ³⁻)	Calorimétrique	ISO 6878

Tableau III.2 : Méthode et normes utilisées pour les analyses... [ONA]

Remarque : [10]

Les matières volatiles en suspension faits par l'estimation à partir de matière en suspension (MVS = 70% MES dans le cas des eaux usées urbains), a cause l'absence de l'équipement dans laboratoire

Paramètre temps	T° (C°)	pH	MES (mg/l)	MVS (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	NTK (mg/l)	P total (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
8 ^h	18	7,94	248,5	173,9	596,6	560	71,937	7,509	17,7327
12 ^h	17,9	8,27	105	73,5	462,2	400	58,769	6,982	12,5857
18 ^h	18,6	8,45	137,5	96,25	480	340	38,18	4,477	6,2668
Moyenne	18,1	8,22	163,6	114,5	512,9	453,33	56,29	6,32	12,19

Tableau III.3 : Variation des paramètres de pollution des échantillons horaires journée du : 12-05-2019 au niveau du point E1.

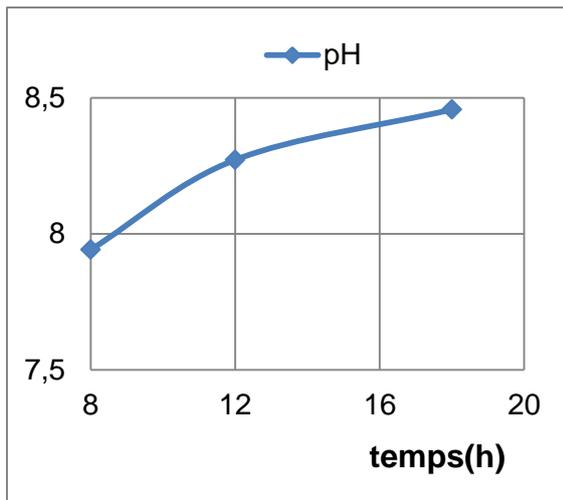


Figure III.1. Variation de pH en fonction du temps(h)

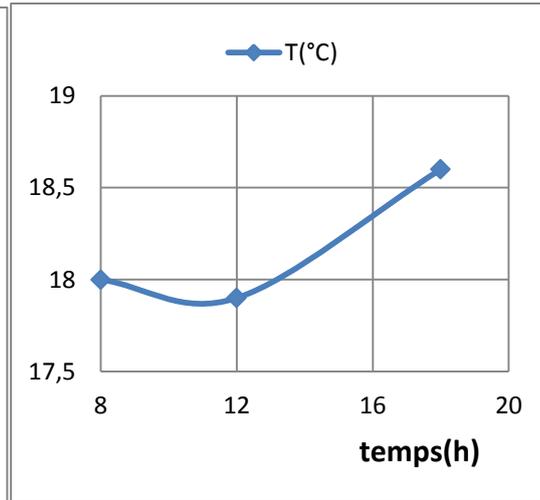


Figure III.2. Variation de température en fonction du temps(h)

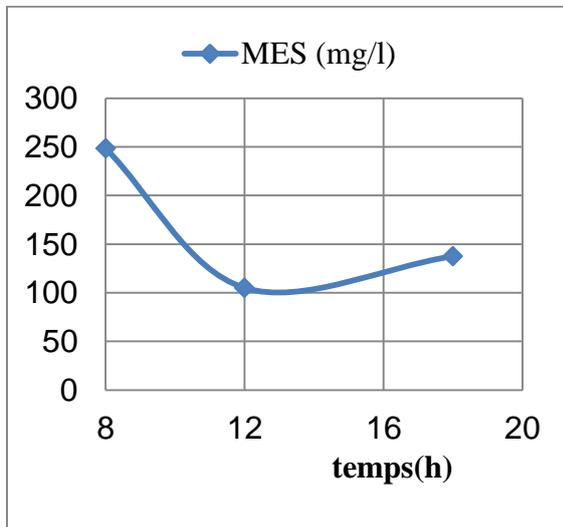


Figure III.3. Variation de MES en fonction du temps(h)

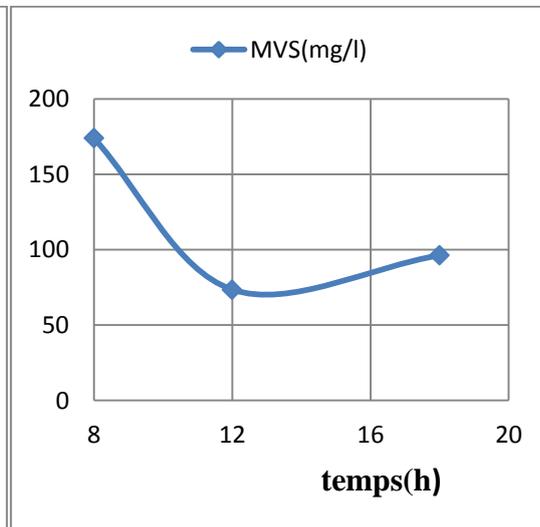


Figure III.4. Variation des MVS en fonction du temps(h)

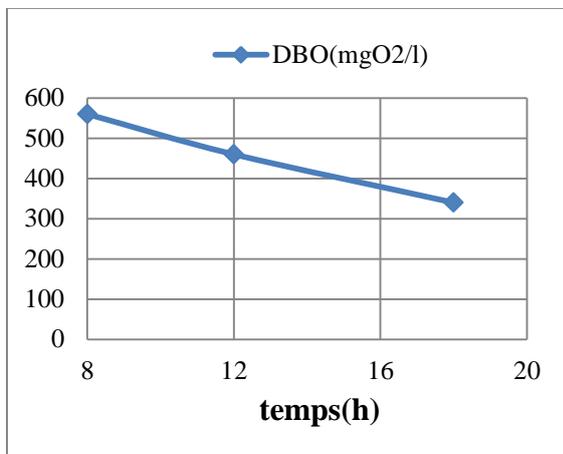


Figure III.5. Variation de la DBO₅ en fonction du temps

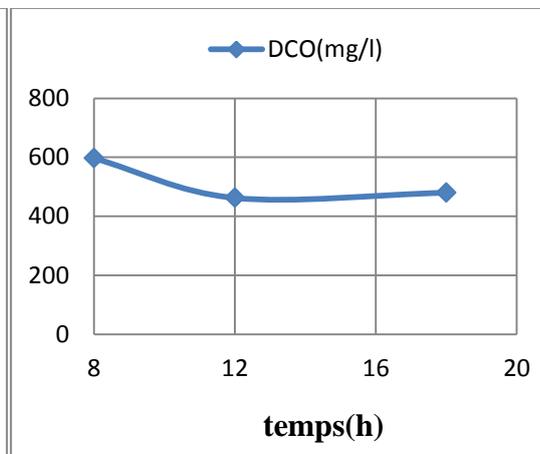


Figure III.6. Variation de la DCO en fonction du temps

III-7-1-1- Température de l'eau :

Les résultats obtenus, montrent que la température à différent temps pour chaque prélèvement, varié entre 17,9 et 18,6°C, avec une moyenne de 18,1°C figure III.2. Ce résultat est favorable au traitement biologique.

III-7-1-2- pH :

D'après la figure III.1, les valeurs du pH varient entre 7,94 et 8,45 avec une moyenne journalière de 8,22, cette valeur du pH est conforme aux normes citées par la bibliographie [9,13].

III-7-1-3- Matières en suspension (MES) :

D'après la figure III.3, les valeurs de MES varient entre 105 à 248,5 mg/l avec une moyenne de 163,6 mg/l nous notons cependant leur valeur minimale vers midi.

III-7-1-4- Matières volatiles en suspension (MVS) :

Les valeurs de MVS varient considérablement (de 73,5 à 173,9 mg/l), avec une moyenne de 114,5 mg / l.

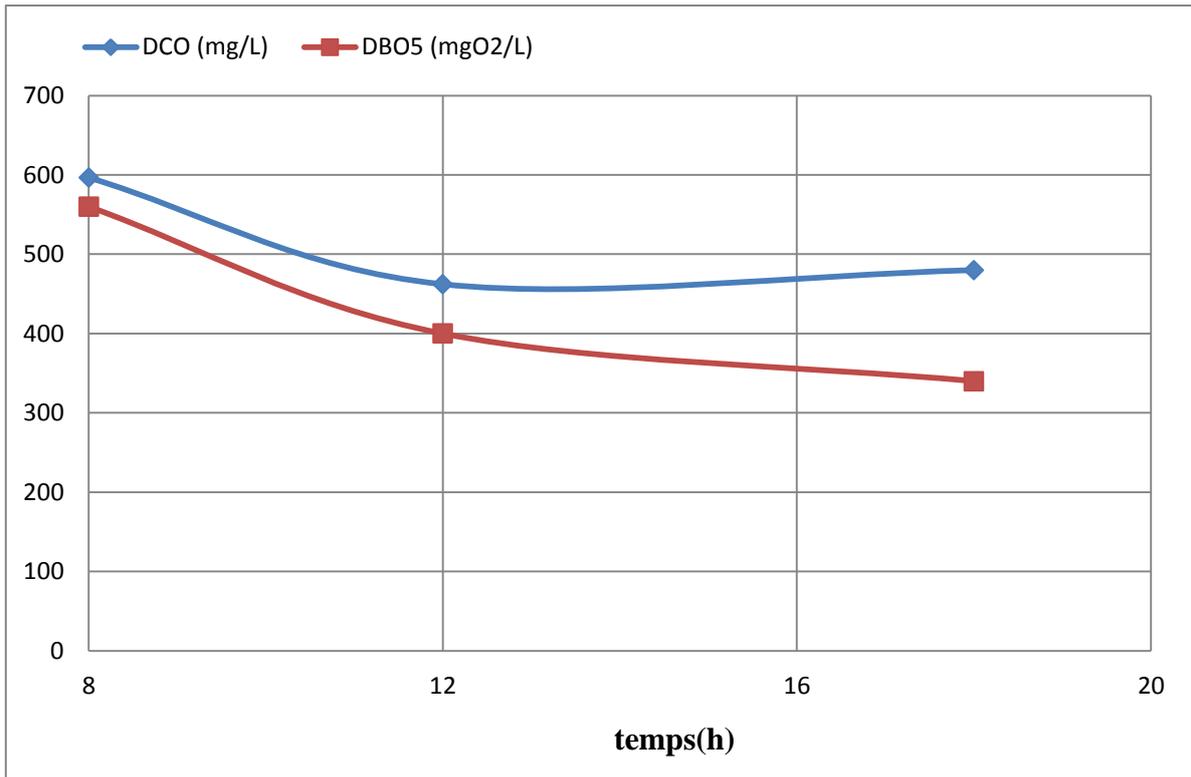


Figure III.7 : variation de la DCO et de la DBO₅ au cours de la journée du **12-mai-2019**. (Lieu de prélèvement E1)

Heures	8 ^h	12 ^h	18 ^h
Paramètres			
DCO/DBO ₅	1,06	1,15	1,41
DBO ₅ /PO ₄ ³⁻	31,58	31,78	54,25
NTK / PO ₄ ³⁻	4,056	4,669	6,092
DBO ₅ /NTK/PO ₄ ³⁻	32/4/1	32 /5 /1	54/ 6 /1

Tableau-III-4 : Variation du coefficient de biodégradabilité et du rapport nutritionnel au cours de la journée du **12-mai-2019** au niveau de E1.

III-7-1-5- Demande chimique en oxygène (DCO):

D'après la figure III.8, les valeurs de la DCO varient entre 462,2 et 596,6 mgO₂/l, avec une moyenne de 512,9 mgO₂/l, elles sont élevées à 8h à grande valeur enregistrée est de 596,6mg/l, alors que la valeur minimale est de 462,2mgO₂/l enregistrée vers midi et augmente ensuite vers 18h, ces valeurs indiquent que l'effluent est moyennement chargé [10].

III-7-1-6- Demande biologique en oxygène DBO₅ :

Le graphe illustrant la variation de la DBO₅ en fonction du temps a la même allure que celle de la DCO (figure-III-8) avec des valeurs inférieures à celles -ci, les valeurs se situent entre 560 et 340 mg/l.

On notera aussi que les valeurs minimales et maximales de ces deux paramètres se situent aux mêmes horaires.

III-7-1-7- Azote total Kjeldahl NTK –phosphore:

Dans les eaux résiduaires urbaines, l'azote se trouve sous forme organique et minérale (ammoniacale, nitrites, nitrates). Comme les concentrations en nitrites et nitrates sont très faibles et vu notre temps limité, nous nous sommes limités à la mesure de l'azote total ou plus exactement l'azote total kjeldahl qui peut être assimilé à l'azote total qui nous donne la teneur en azote organique et ammoniacal.

Quant au phosphore, il se trouve sous forme organique et inorganique avec des teneurs de 2 à 5mg/l de P pour le phosphore organique et 4 à 15 mg/l pour le phosphore minéral, comme cet élément est essentiel pour le déroulement en particulier la teneur en ortho phosphates qui sont directement assimilables par les bactéries et ortho phosphates qui sont directement assimilable par les bactéries et conditionnent par voie de conséquence le développement des microorganismes épurateurs.

D'après le tableau III.4, le rapport nutritionnel DBO₅/N/P est proche des valeurs citées par la bibliographie. Ce résultat est favorable au traitement biologique.

Quant au rapport DCO/DBO₅ (k=coefficient de biodégradabilité), il varie entre 1,34 et 1,108, avec une valeur maximale de 1,58, ces valeurs sont révélatrices du caractère biodégradable de ce rejet.

Remarque :

Le point E3 se caractérise par une pollution élevée par rapport aux points E1 et E2 en raison de l'arrivée des eaux usées dans les zones urbaines vers la station de relevage sans réseaux d'assainissement.

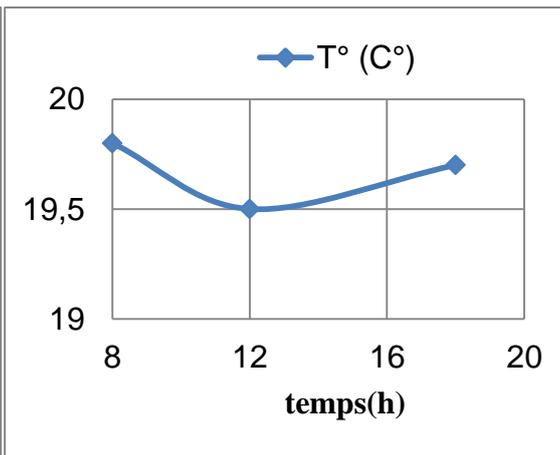
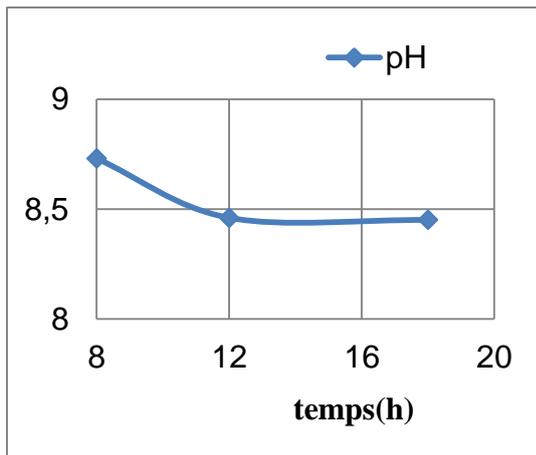
III-7-2 point E2 (OuedMesslmoune):

B/ Journée du 20-04-2019

Les résultats des analyses sont portés sur le tableau (III-5) et représentés par les figures (III-3) qui donnent l'évolution horaire pendant une journée des différents paramètres de pollution.

Paramé Temps	T° (C°)	pH	MES (mg/l)	MVS (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	NTK (mg/l)	P total (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
8 ^h	19,8	8,73	289	202,3	530,8	400	177,4	6,594	13,093
12 ^h	19,5	8,46	200,5	140,3	340,8	280	56,51	2,461	4,048
18 ^h	19,7	8,45	104	72,8	404,8	320	36,24	1,809	3,283
Moyenne	19,6	8,55	197,8	138,4	425,4	333,33	90,05	3,62	6,808

Tableau -III-5 : Variation des paramètres de pollution des échantillons horaires (journée du 20-avril-2019) au niveau du E2.



Figure

III.8 Variation de pH en fonction du temps(h)

III.9 Variation de Température du temps(h)

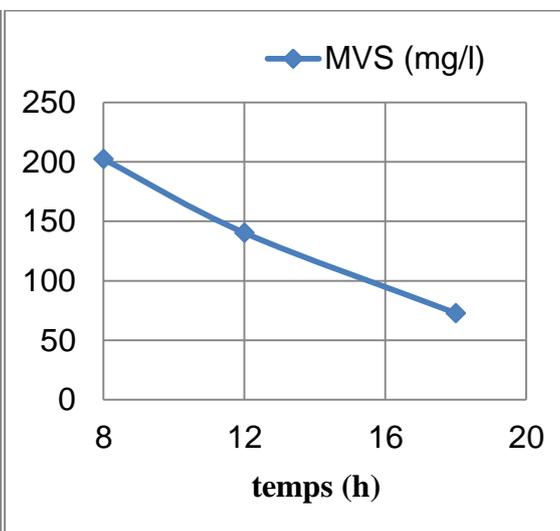
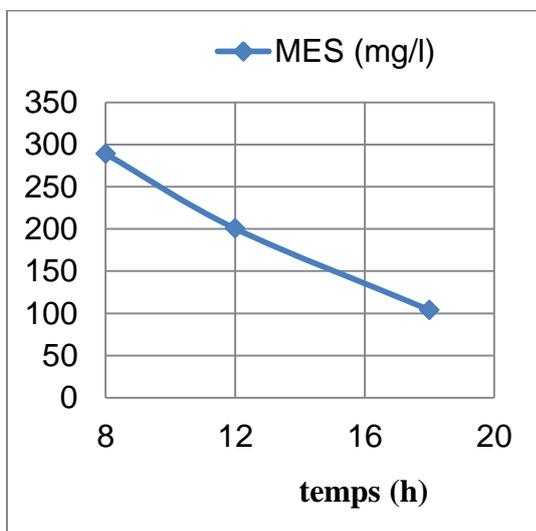


Figure III.10 Variation de MES en fonction du temps(h)

Figure III.11 Variation des MVS en fonction du temps(h)

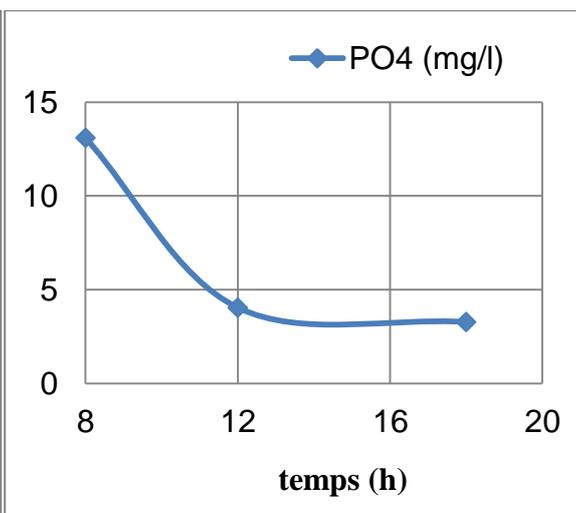
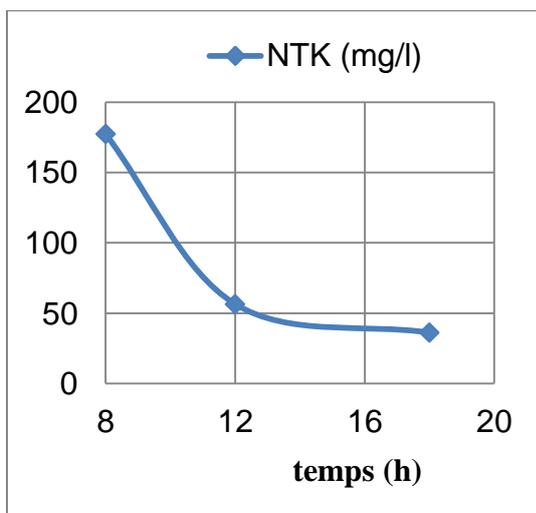


Figure III.12 Variation de MES en fonction du temps

Figure III.13 Variation de PO_4^{3-} en fonction du temps

A -1- Température de l'eau :

D'après la figure III.10, la température de l'eau est comprise entre 19,5 et 19,8°C avec une moyenne de 19,6°C, cette fourchette de valeurs est favorable au traitement biologique.

A-2- pH :

D'après la figure III.9, les valeurs de pH varient entre 8,45 et 8,73 avec une moyenne journalière de 8,55. L'importance de ce paramètre dans le traitement biologique est capitale, le pH doit être compris entre 6,5 et 9, les écarts brusques et importants du pH sont néfastes pour le traitement biologique. Le pH peut engendrer des difficultés à la décantation, à la coagulation et à clarification. Ces valeurs sont en accord avec celles citées par la bibliographie. [9,13]

A -3- Matières en suspension (MES):

D'après la figure III.11, les valeurs des matières en suspension varient de 104 à 289 mg/l avec une moyenne de 197,8mg/l. Nous notons cependant leur valeur minimale vers 18h, en raison du déclin des activités humaines.

A -4- Matières volatiles en suspension (MVS) :

D'après la figure III.12, Les valeurs de MVS varient de 72,8 et 202,3mg/l avec une moyenne 138,4mg/l, la matière organique représente environ 70% de MES.

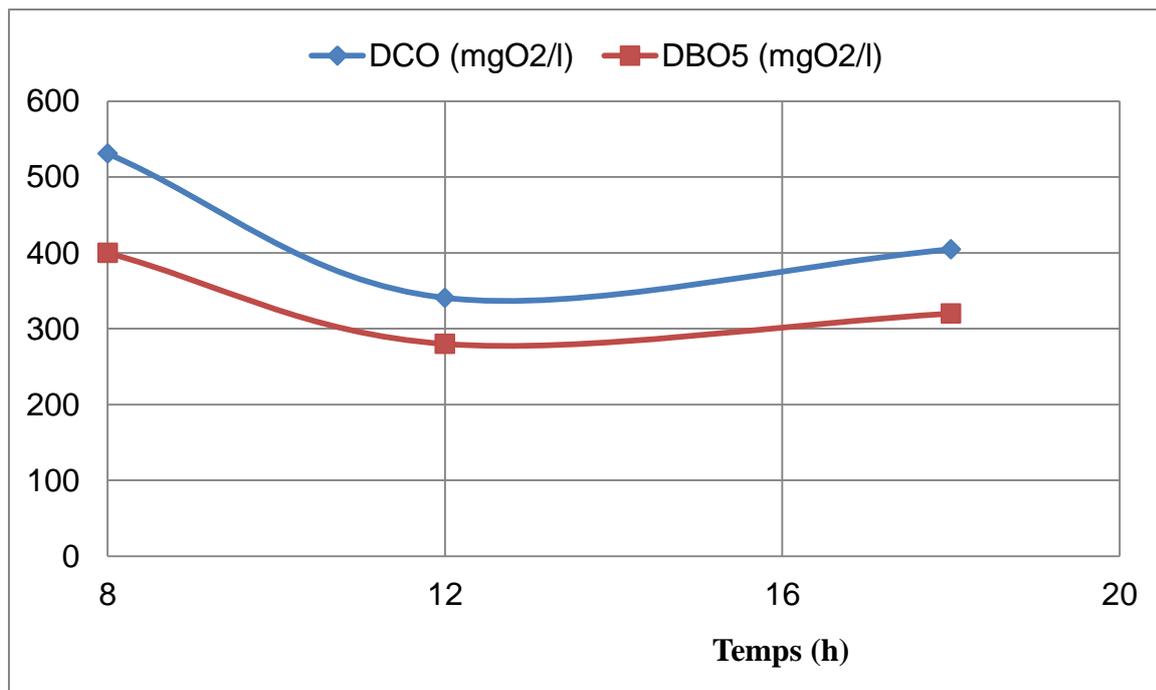


Figure -III-14 : Variation de la DCO et de la DBO₅ au cours de la journée du **20-mai-2019 au niveau E2.**

Heures	8 ^h	12 ^h	18 ^h
Paramètres			
DCO/DBO ₅	1,32	1,21	1,26
DBO ₅ /PO ₄ ³⁻	30,55	69,17	97,56
NTK / PO ₄ ³⁻	13,54	13,95	11,038
DBO ₅ /NTK/PO ₄ ³⁻	30,55 /13,54/1	69,17 /13,95 /1	97,56 /11,04/1

Tableau III.6 : Variation du coefficient de biodégradabilité et du rapport nutritionnel au cours de la journée du **20-avril-2019 au niveau E2.**

A-5- Demande chimique en oxygéné (DCO):

D'après la figure III.16, les valeurs de la DCO varient entre 340,8 et 530,8mgO₂/l, avec une moyenne de 425,4mgO₂/l. Elles sont élevées à 8h à grande valeur enregistrée est de 530,8mgO₂/l, alors que la valeur minimale est de 340,8mgO₂/l enregistrée vers midi pour s'accroître ensuite vers 18h.ces valeurs indiquent que l'effluent est moyennement chargé. [10]

A -6- Demande biologique en oxygène DBO5 :

D'après la figure III.16, elle est comprise entre 280et 400 mgO₂/l avec une moyenne de 333,33 mgO₂/l, Il est à noter aussi que la DCO et la DBO5 varient dans le même sens en fonction du temps.

A-7- NTK et P :

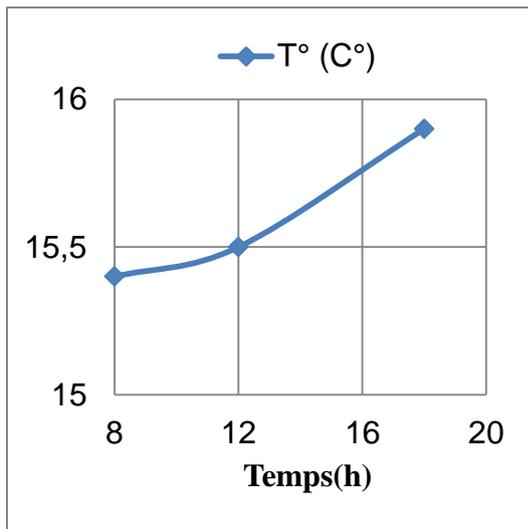
D'après le tableau III.6, les résultats des analyses montrent que les teneurs en phosphates restent d'un effluent urbain moyennement chargé, les pics observés de P se situent vers 8h, cela peut être du aux détergents utilisées dans le lavage de vaisselle, donc on remarque que l'effluent est riche en azote, cet excès en azote ne perturbe en rien le processus biologique d'épuration.

Quant au rapport DCO/DBO₅ (k=coefficient de biodégradabilité), il varie entre 1,32 et 1,121, ces valeurs sont révélatrices du caractère de biodégradable de ce rejet.

B/ Journée du 24-04-2019

Paramètre Temps	T(° C)	pH	MES (mg/l)	MVS (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	NTK (mg/l)	P total (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
8 ^h	15,4	8,72	490	343	330,7	245	148,3	4,754	14,54
12 ^h	15,5	8,45	484,5	339,1	243,8	220	34,69	1,173	3,58
18 ^h	15,9	8,16	52	36,4	245,7	155	39,22	1,723	5,27
Moyenne	15,6	8,44	342,1	239,5	273,4	207	74,07	2,55	7,79

Tableau III.7: Variation des paramètres de pollution des échantillons horaires pour la journée du 24-avril-2019 au niveau E2.



III.15 Variation de température en fonction du temps (h)

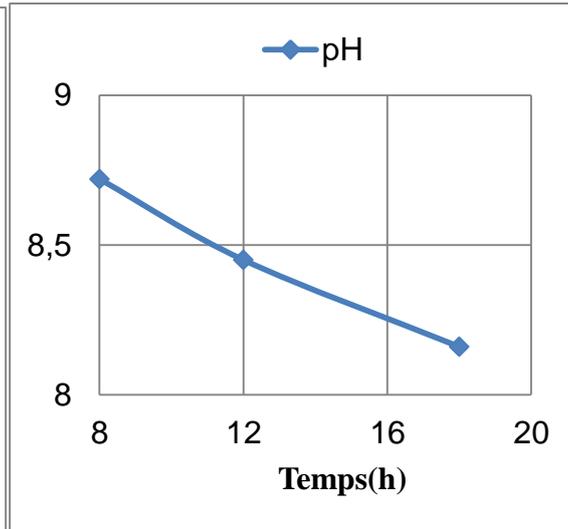


Figure III.16 Variation de pH en fonction du temps (h)

Figure

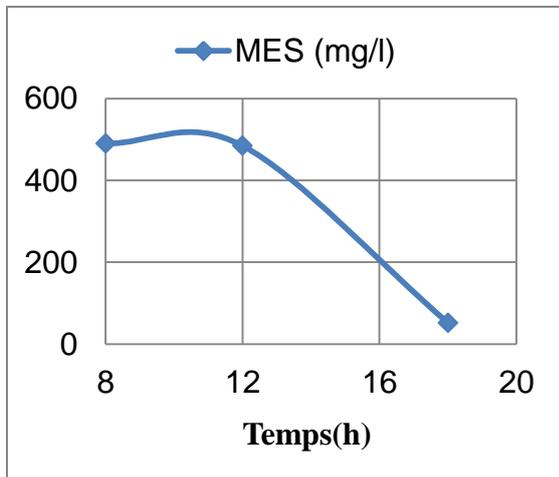


Figure III.17 Variation de MES en fonction du temps(h)

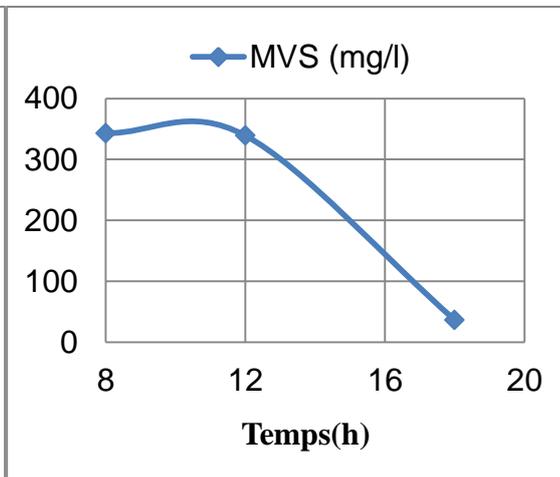


Figure III.18. Variation des MVS en fonction du temps(h)

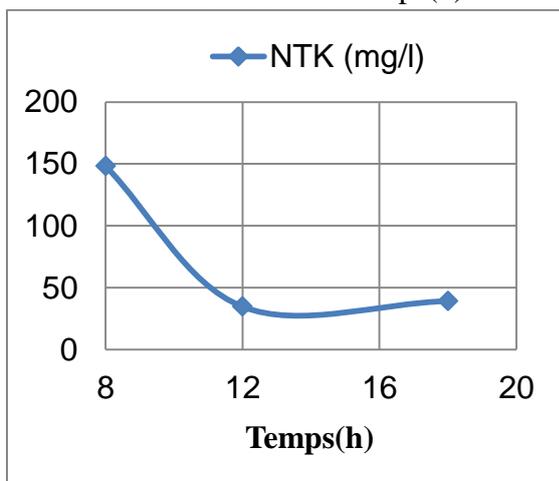


Figure III.19 Variation de NTK en fonction du temps(h)

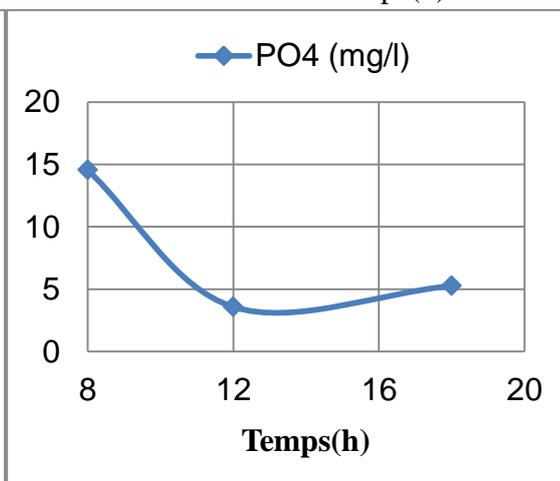


Figure III.20 Variation de PO_4^{3-} en fonction du temps(h)

B -1- Température de l'eau :

D'après la figure III.17, la température de l'eau est comprise entre 15,4 et 15,9°C avec une moyenne de 15,6°C, cette fourchette de valeurs est favorable au traitement biologique.

B-2 - pH :

D'après la figure III.18, les valeurs de pH varient entre 8,16 et 8,72 avec une moyenne journalière de 8,44, les valeurs mesurées sont les mêmes que celles obtenues lors du premier prélèvement.

A -3- Matières en suspension (MES) :

D'après la figure III.19, elles varient de 490 à 52 mg/L avec une moyenne de 342,1/l nous notons cependant leur valeur minimale vers 18h, en raison du déclin des activités humaines.

A -4- Matières volatiles en suspension (MVS) :

D'après la figure III.20, Les valeurs de MVS varient de 343 et 36,4mg/l avec une moyenne 239,5mg/l, la matière organique représente environ 70% de MES.

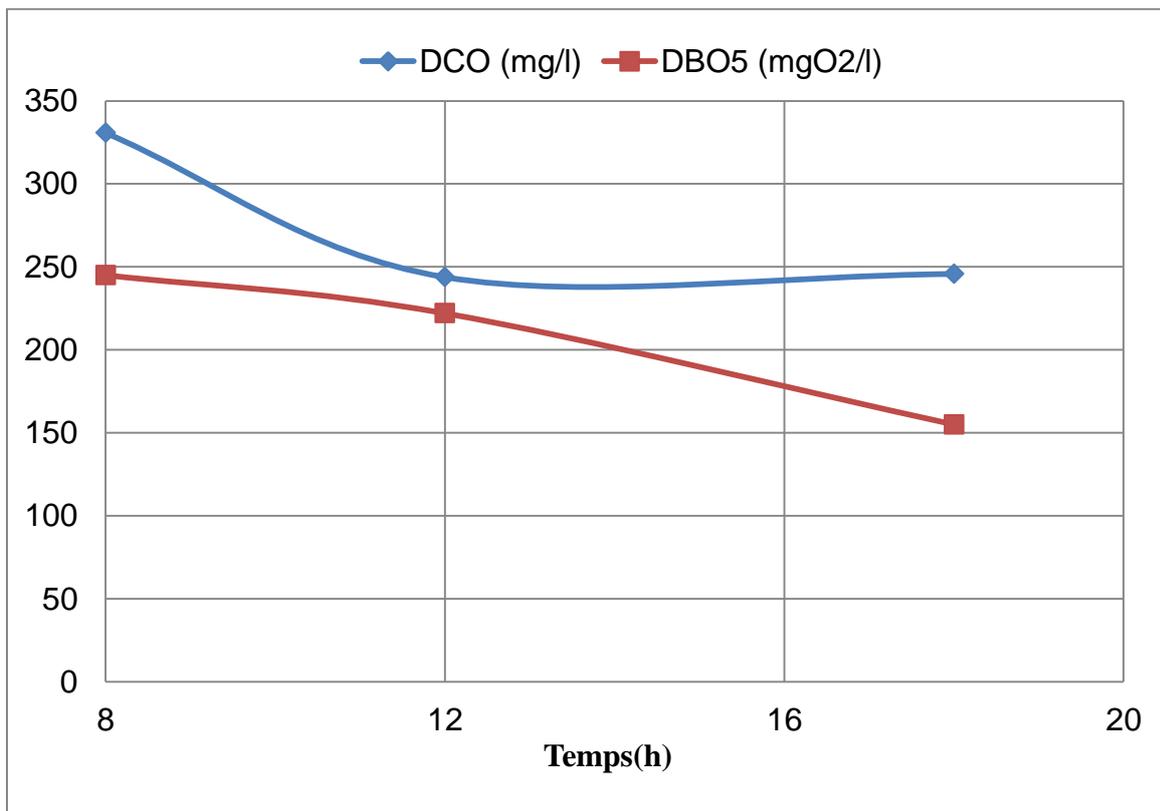


Figure III.21 : variation de la DCO et de la DBO₅ au cours de la journée du 24-avril-2019 au niveau E2.

Heures \ Paramètres	8 ^h	12 ^h	18 ^h
DCO/DBO ₅	1,34	1,10	1,58
DBO ₅ /PO ₄ ³⁻	16,85	61,45	29,41
NTK / PO ₄ ³⁻	10,19	9,68	7,44
DBO ₅ /NTK/PO ₄ ³⁻	16,85/ 10,19/1	61,45/9,68/1	29,41/7,44 /1

Tableau III.8 : Variation du coefficient de biodégradabilité et du rapport nutritionnel au cours de la journée du **24-avril-2019 au niveau de E2.**

B -5- Demande chimique en oxygène DCO :

Les résultats de la DCO se situent entre 243,8 et 330,7 mgO₂/l avec une moyenne de 273,4mgO₂/l. Ces valeurs indiquent que l'effluent est de faible charge.

B -6- Demande biochimique en oxygéné DBO₅ :

Les valeurs de la DBO₅ sont comprises entre 155 et 245 mgO₂/l avec une moyenne de 207mgO₂/l. Il est à noter aussi que la DCO et la DBO₅ varient dans le même sens en fonction du temps.

B-7- : Azote total Kjeldhal et Phosphate

Le rapport nutritionnel DBO₅/PO₄³⁻ (voir Tab.III.6) et en bon accord avec les valeurs citées par la bibliographie (100 à 150). On remarque que l'effluent est riche en azote, cet excès en azote ne perturbe pas le processus biologique d'épuration.

Quant au rapport DCO/DBO₅ (k=coefficient de biodégradabilité), il varie entre 1,10 et 1,34 avec une valeur maximale de 1,58, ces valeurs sont révélatrices du caractère biodégradable de ce rejet.

III-7-3-Le point de prélèvement E3 (20/04/2019) (à l'aval de la ville de MESSLMOUNE près de la mer) :

Des échantillons ont été prélevés au niveau de ce point pendant une semaine jugée la plus représentative étant donné que toutes les eaux y arrivent.

Echantillons horaires :

Ils permettent de suivre la variation des différents paramètres pendant une journée, les résultats sont consignés dans le tableau III.9 et illustrés par les figures III.7, III.8.

Paramètre Temps	T (°C)	pH	MES (mg/l)	MVS (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	NTK (mg/l)	P total (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
8 ^h	15,6	8,126	393,5	275,45	360,48	250	62,5014	1,565	4,7889
12 ^h	14,5	8,258	277,5	194,25	385,46	280	38,5387	0,93	2,8244
18 ^h	19,7	8,51	43,5	30,45	72,48	66	26,4957	0,732	2,2399
moyenne	16,6	8,29	238,16	166,71	272,80	198,66	42,51	1,07	3,28

Tableau III.9 : Variation des paramètres de pollution des échantillons horaires (journée du 20-avril-2019 au niveau de E3.

A – Température :

La température au niveau du point E3 est comprise entre 14,5 et 19,7°C, cette fourchette de valeurs est favorable au traitement biologique en d'accord avec ceux mentionnés dans la littérature.

A -2- pH :

Le pH au niveau du point E3 varie de 8,16 à 8,5 avec une moyenne de 8,29, cette fourchette de valeurs est favorable au traitement biologique, Et d'accord avec ceux mentionnés dans les références.

A -3- Matières en suspension (MES) :

Elles varient entre 43,5 et 393,5 mg/l avec une moyenne de 238,16 mg/l, ces valeurs restent dans les limites des valeurs mesurées précédemment aux points E1 et E2, ces valeurs refluent la composition des rejets d'eau usée urbaine.

A -4- Matières volatils en suspension (MVS) :

Les valeurs des MVS sont comprises entre 194,25 et 275,45 mg/l, avec une moyenne de 30,45 mg/l.

A -5- Demande chimique en oxygéné DCO :

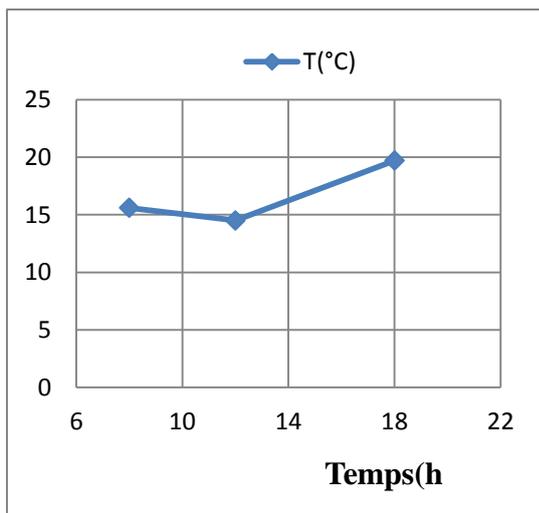
Les résultats de la DCO se situent entre 72,48 et 385,46 mgO₂/l, ces valeurs indiquent que l'effluent est à faible charge.

A -6- Demande biochimique en oxygéné DBO₅ :

Les valeurs de la DBO₅ sont comprises entre 66 et 280 mgO₂/l avec une moyenne de 198,66 mgO₂/l, ces valeurs sont variables entre 8^h et 18^h.

A -7- Azote total Kjeldhal et Phosphate :

Le rapport nutritionnel DBO₅/N/P est proche des valeurs citées par la bibliographie, le coefficient de biodégradabilité est compris entre 1,10 et 1,34 avec une valeur maximale de 1,58 (voir Tab III.10). Le coefficient est révélateur d'un effluent biodégradable.



III.22 Variation de température en fonction du temps(h)

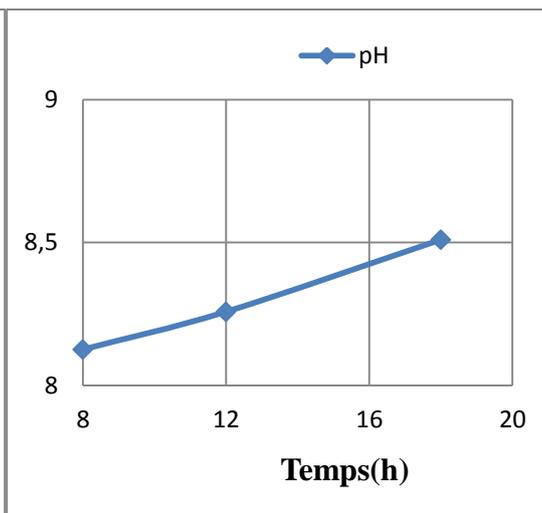
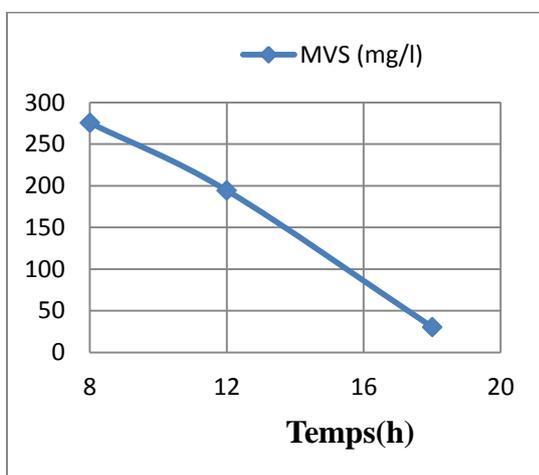


Figure III.23 Variation de pH en fonction du temps(h)

Figure



III.24 Variation des MVS en fonction du temps(h)

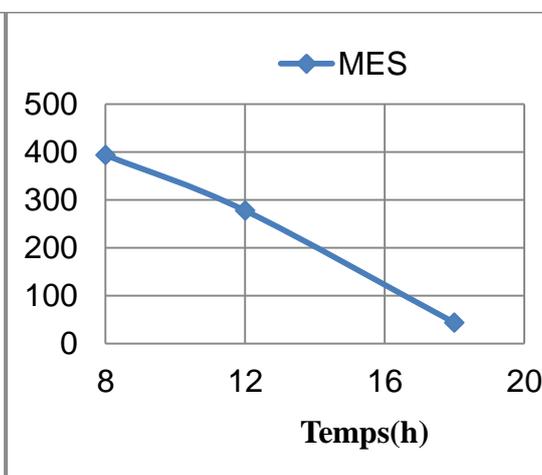


Figure III.25 Variation de MES en fonction du temps(h)

Figure

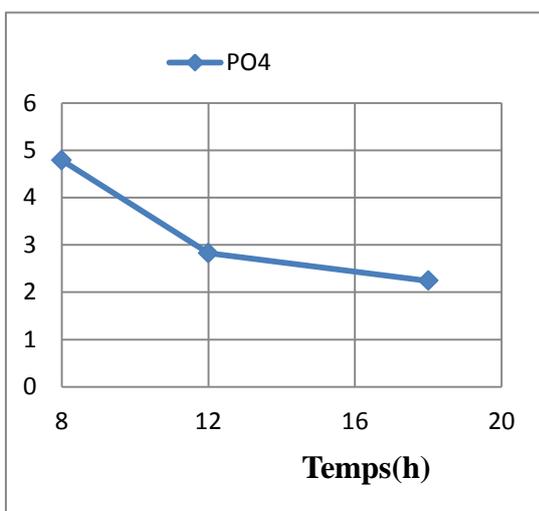


Figure III.26 Variation de PO_4^{3-} en fonction du temps(h)

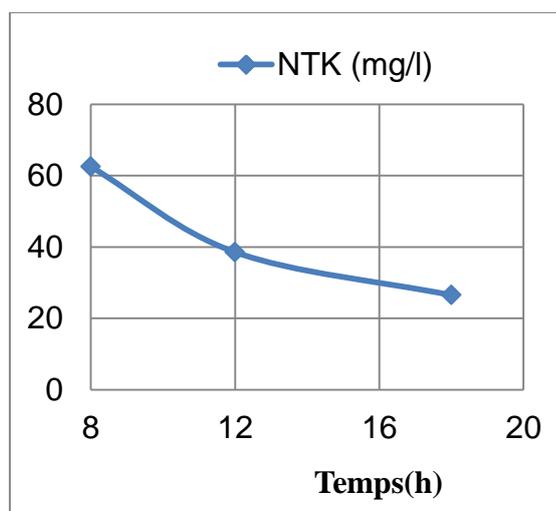


Figure III.27. Variation de NTK en fonction du temps(h)

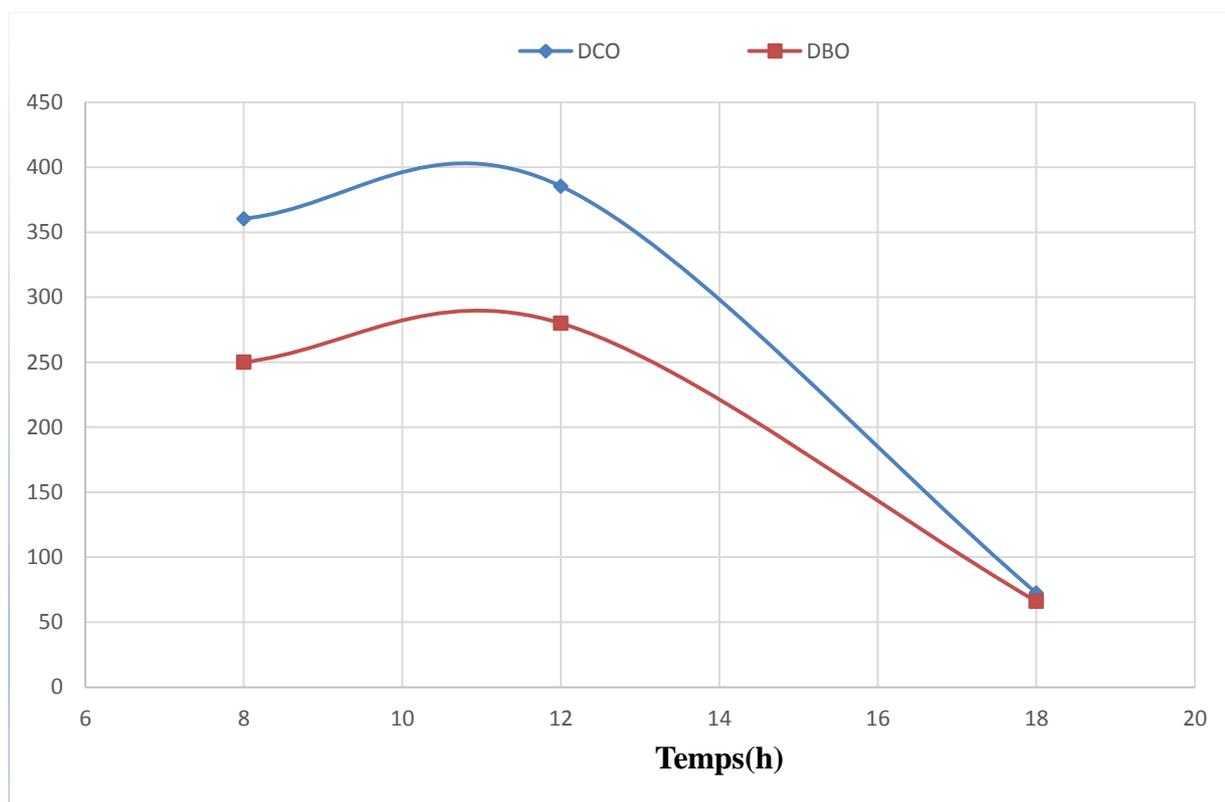


Figure III 28 : Variation de la DCO et de la DBO₅ au cours de la journée du 20-avril-2019 au niveau de E3.

Heures \ Paramètres	8 ^h	12 ^h	18 ^h
DCO/DBO ₅	1,44	1,37	1,09
DBO ₅ /PO ₄ ³⁻	52,20	99,13	29,46
NTK / PO ₄ ³⁻	13,05	13,64	11,82
DBO ₅ /NTK/PO ₄ ³⁻	52/13/1	99/14/1	30/12/1

Tableau III.10 : Variation de la constante de biodégradabilité (pour la journée du 20-avril-2019, au niveau de E3).

Jours \ Paramètres	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
DCO moyenne (mg/l)	272,80	362,24	292,16	193,44	198,08	360,06	374,91
DBO moyenne (mgO ₂ /l)	198,66	348,33	205	135,33	133,33	301,66	270
K moyen	1,37	1,04	1,42	1,29	1,48	1,19	1,38

Tableau.III.11 : Evolution du coefficient de biodégradabilité (K) au cours de la semaine.

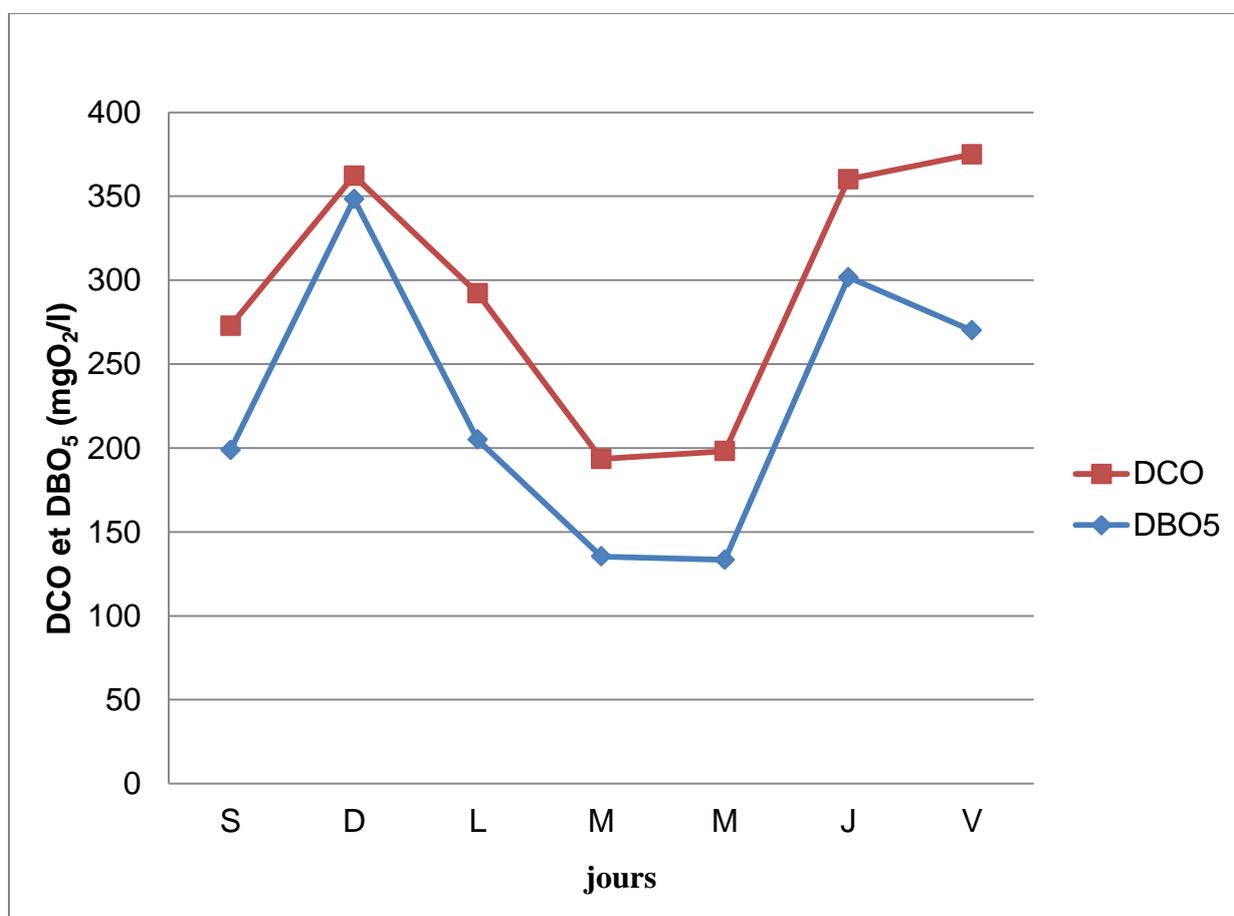


Figure.III.29: Variation de la DBO₅ et de la DCO au cours de la semaine.

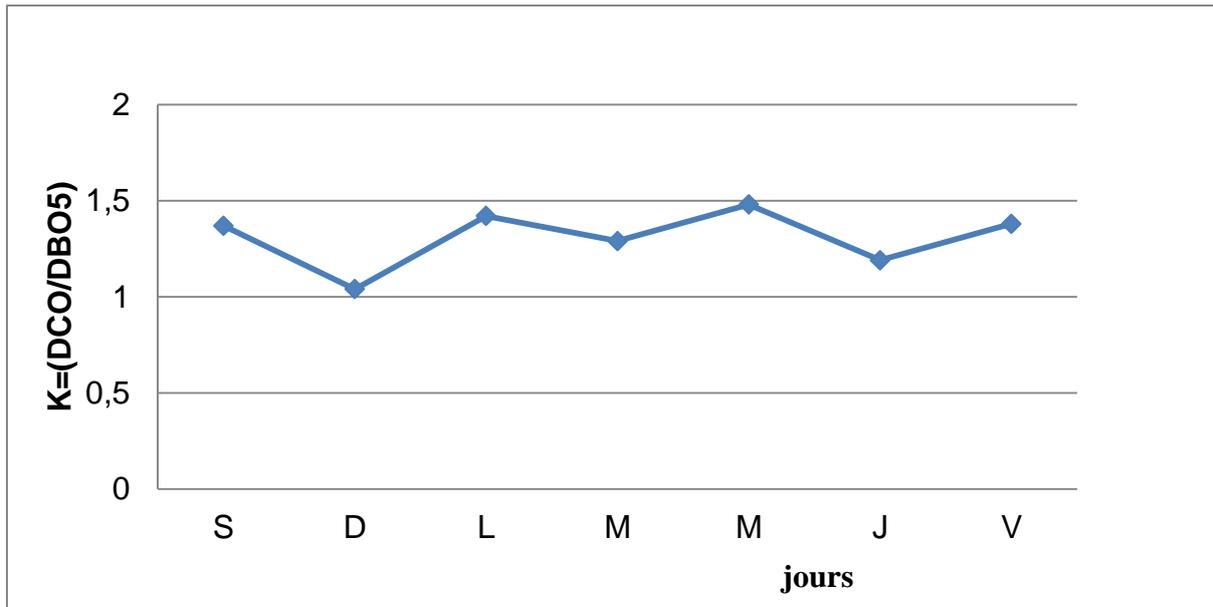


Figure-III-30 : Variation de la constante de biodégradabilité aux cours de la semaine.

III-8 Corrélation DBO₅ – DCO [17]:

La détermination de la DBO₅ est une opération longue à réaliser, pour cela, on établit une corrélation DBO₅-DCO afin de faciliter la valeur de la DBO₅ en connaissant la valeur de la DCO, qui est plus facile et plus rapide à déterminer au niveau de la station d'épuration.

Méthode utilisée :

La méthode la plus utilisée est la loi statistique linéaire des moindres carrés, la représentation graphique des couples (DCO, DBO₅) a montré qu'il est possible d'envisager un ajustement des données à l'aide d'une droite $\text{DBO}_5 = a \text{ DCO} + b$ (Figure-III-34).

Où : $a = \frac{\sum X_i \cdot Y_i - N \bar{X} \bar{Y}}{\sum X_i^2 - N \bar{X}^2}$ qui représente la pente de la droite.

Jours	S	D	L	M	M	J	V
paramètres							
MES moyenné (mg/l)	238,16	167,33	382,66	90,83	246,66	100	166,66
MM moyenné (mg/l)	71,44	50,19	114,79	27,24	73,99	30	50
MVS moyen (mg/l)	166,71	117,13	267,86	63,58	172,66	70	116,66

Tableau- III-12 : Variation de la teneur en matière en suspension au cours de la semaine au niveau du point de E3.

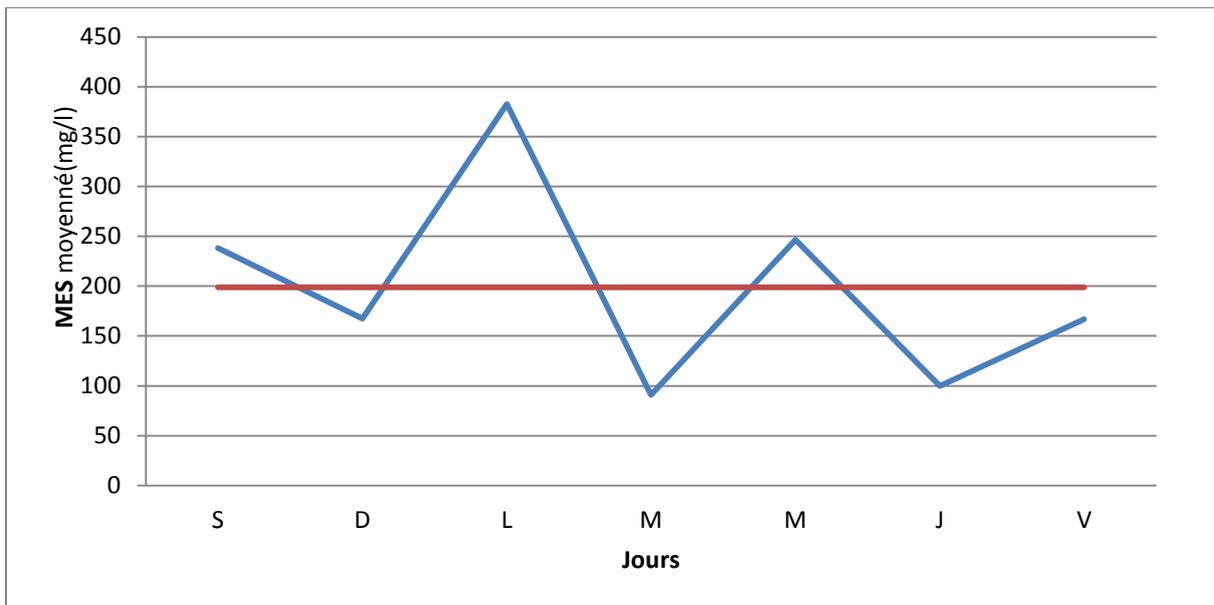


Figure III.31. Variation de MES moyenne (mg/l) au point de E3.

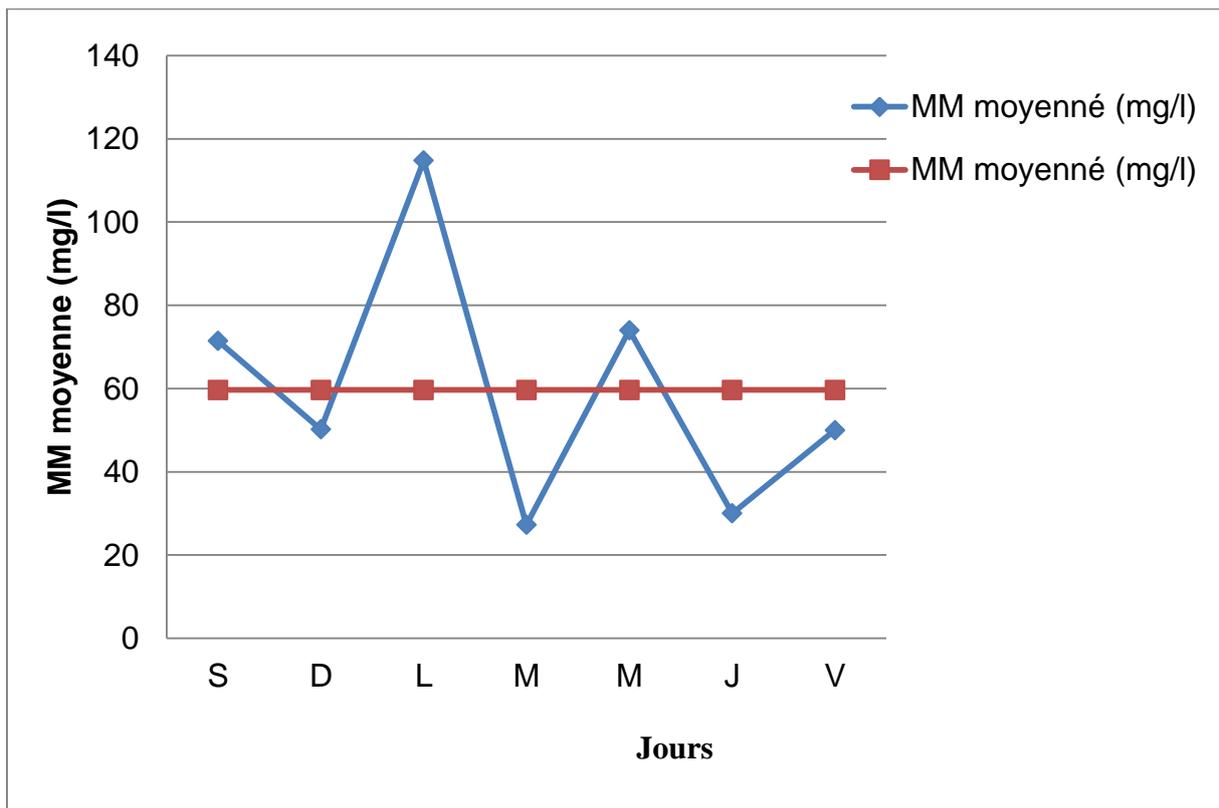


Figure III.32. Variation de MM moyenne (mg/l) au point de E3.

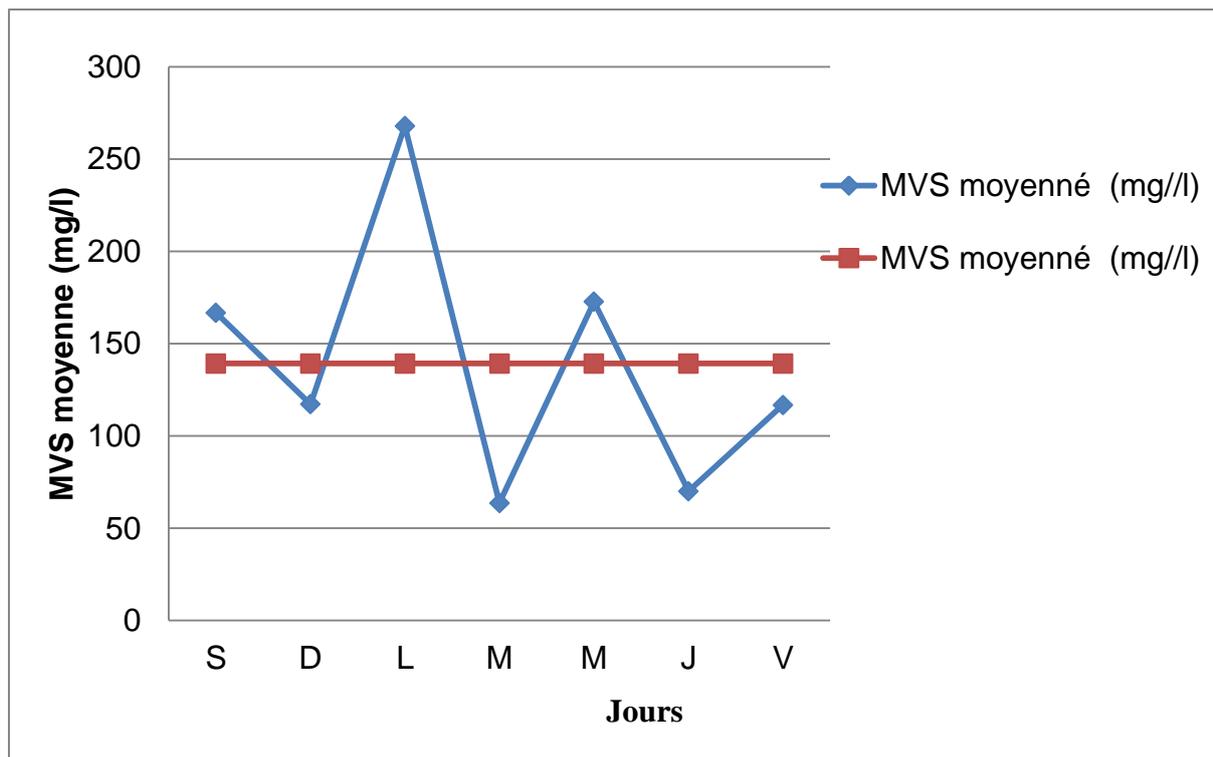


Figure III.33. Variation de MVS moyenne (mg/l) au point de E3.

Jours	S	D	L	M	M	J	V
DBO ₅ moyenne	198,66	348,33	205	135,33	133,31	301,60	270
NTK moyenne	42,51	74,52	64,14	20,96	43,42	30,28	22,14
PO ₄ ³⁻ moyenne	3,28	7,19	5,20	1,12	1,85	7,50	5,58
NTK/PO ₄ ³⁻	12,986	10,34	12,33	18,71	23,47	4,03	3,97
DBO ₅ /po ₄ ³⁻	60,56	48,45	39,42	120,83	72,06	40,21	48,39
DBO ₅ /NTK/PO ₄ ³⁻	60/13/1	49/10/1	40/12/1	121/19/1	72/23/1	40/4/1	49/4/1

Tableau III.13 : Variation du rapport nutritionnel (DBO₅/N/P) au cours de la semaine au niveau du point de prélèvement de E₃

N° d'échantillon	DCO (mgO ₂ /l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)
1	596,64	520
2	462,22	400
3	480,48	340
4	530,8	400
5	340,8	280
6	404,8	320
7	330,7	245
8	243,8	222
9	245,7	155
10	360,48	250
11	385,46	280
12	72,48	66
13	125,76	125
14	490,56	300
15	260,16	190
16	246,72	150
17	240,96	160
18	106,56	90
19	406,08	380
20	233,28	175
21	447,36	410
22	506,68	420
23	352,64	240
24	306,48	245
25	287,68	210
26	464	310
27	373,05	290
28	97,44	96
29	356,64	220
30	126,24	90

Tableau III .14 : Corrélation DBO₅ – DCO :

DCO moyenne = 329,42 mg/l.

a = 0,7796

b = -4, 1912

DBO₅ = a DCO + b

$$\text{DBO}_5 = 0,7796 \text{ DCO} - 4,1912$$

Cette droite est illustrée par la **Figure-III-34**.

$b = Y - a X$ qui est l'ordonnée à l'origine

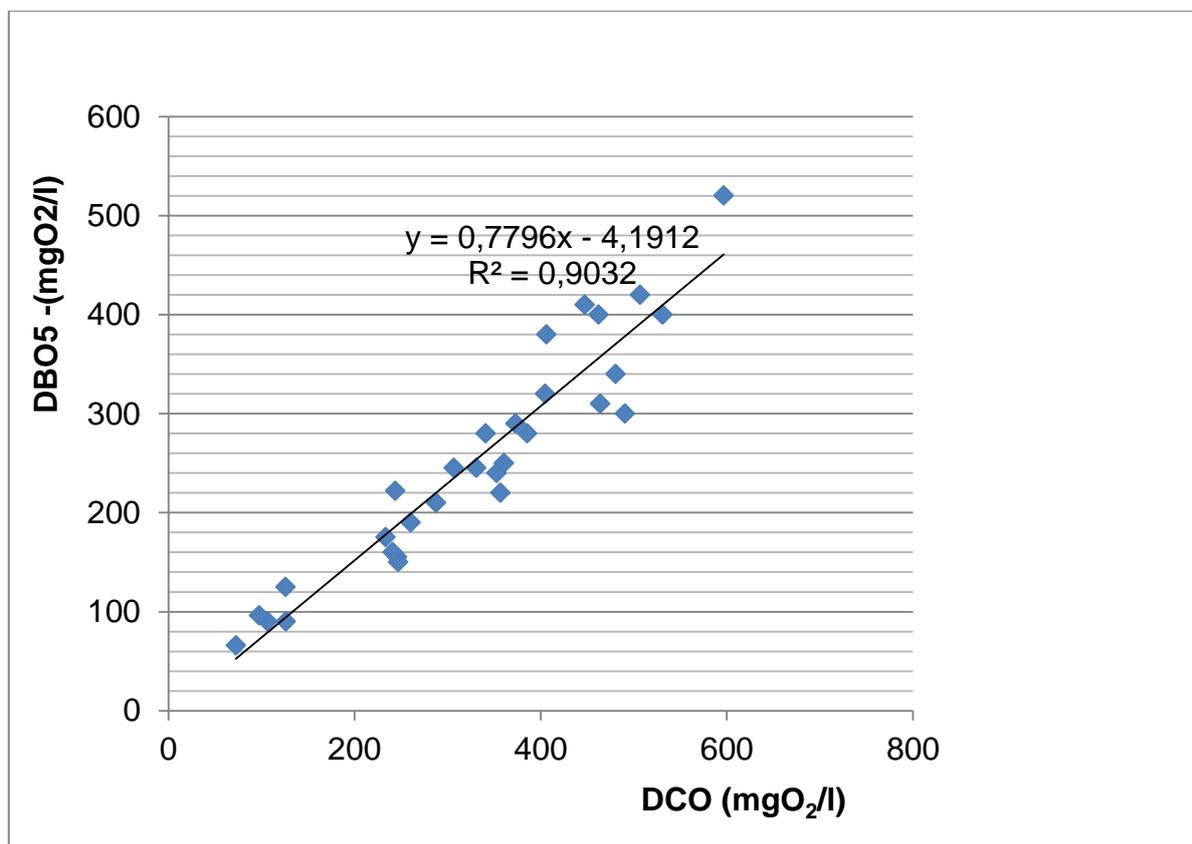
n = nombre de complexe (DCO, DBO_5)

X = DCO moyenne

Y = DBO_5 moyenne

L'intensité de corrélation linéaire est donnée par le coefficient de corrélation r : $r = a \frac{\partial x}{\partial y}$

Il faut rappeler que le domaine de validité de cette corrélation reste limité à l'intervalle des valeurs expérimentales de la DCO mesurées à savoir (100 – 1000 mgO_2/l) et pour ce sujet, elle ne peut être utilisée pour autre effluent.



FigureIII.34 : Corrélation DBO_5/DCO .

$$\text{DBO}_5 = 0,7796 \text{ DCO} - 4,1912 ; R=95\%$$

III -9 Variation de la consommation d'oxygène $DBO_5 = f(t)$ [17]:

III -9-1- Cinétique du premier ordre :

Nous avons étudié aussi la variation de la DBO_5 en fonction du temps (**Figure : III.39,III.40,III.41,III.42**), ce travail a été réalisé dans le but de savoir l'aptitude de cet effluent à être dégradé par les microorganismes, les courbes obtenues peuvent être modélisées mathématiquement par la cinétique du premier ordre : $t \frac{dL}{dt} = -K_1 L$

Ou L : concentration en matière organique (en mg/l) au temps T qui diminue en fonction du temps d'incubation ($\frac{dL}{dT} < 0$)

T : temps d'incubation (j)

K_1 : constante cinétique en (j^{-1}).

$$\frac{dL}{dT} = -K_1 L \rightarrow dL = -K_1 L dT \rightarrow \frac{dL}{L} = -K_1 dT$$

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = -K_1 \int_{T_0}^T dT$$

$$\frac{\ln L}{L_0} = -k_1 t \rightarrow \frac{\log L}{L_0} = -K_1 t / 2,303$$

$$\text{Si } k_1 / 2,303 \frac{K_0}{2,303} = K \rightarrow L/L_0 = 10^{-KT} \rightarrow L = L_0 10^{-KT}$$

Si y étant la matière organique bioxyde au temps t

$$\boxed{Y = L_0 - L} \quad \text{d'où :}$$

$$Y = L_0 - L_0 10^{-KT}$$

$$\boxed{Y = L_0 (1 - 10^{-KT})}$$

L'allure des courbes expérimentales de la DBO sont comparables aux courbes théoriques prévues pour la cinétique de dégradation du premier ordre.

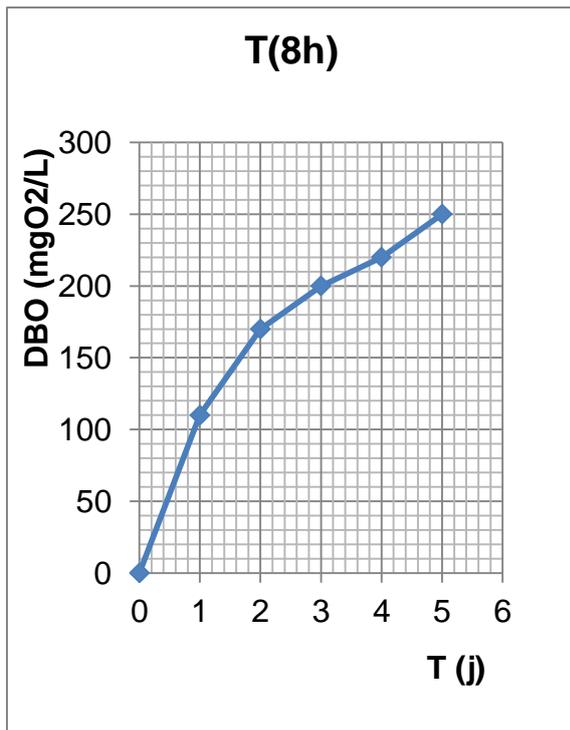


Figure III.35. Variation de DBO₅ à 8h

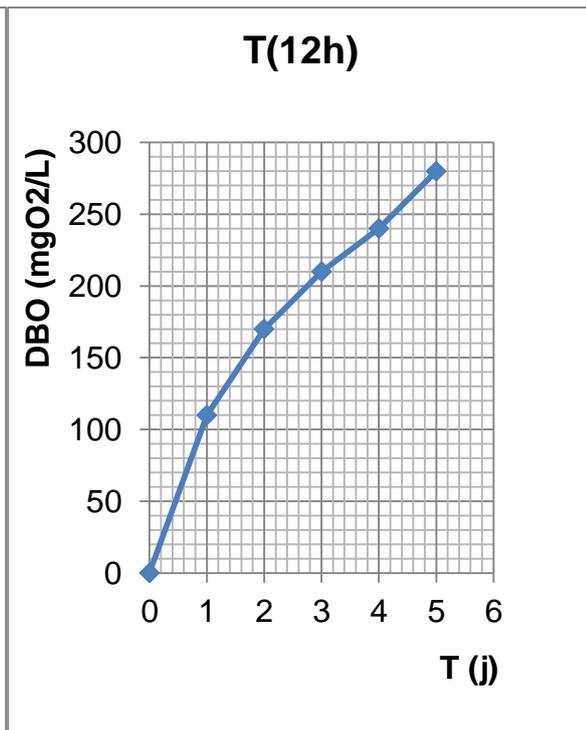


Figure III.36. Variation de DBO₅ à 12h

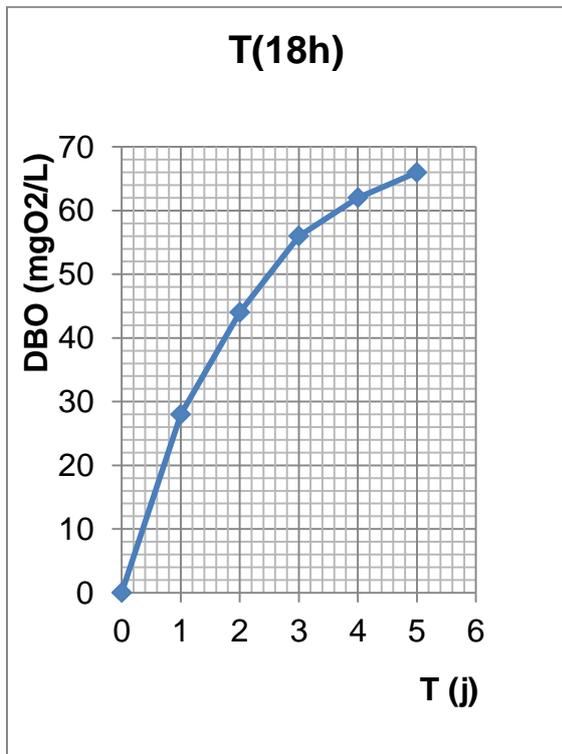


Figure III.37. Variation de DBO₅ à 18h

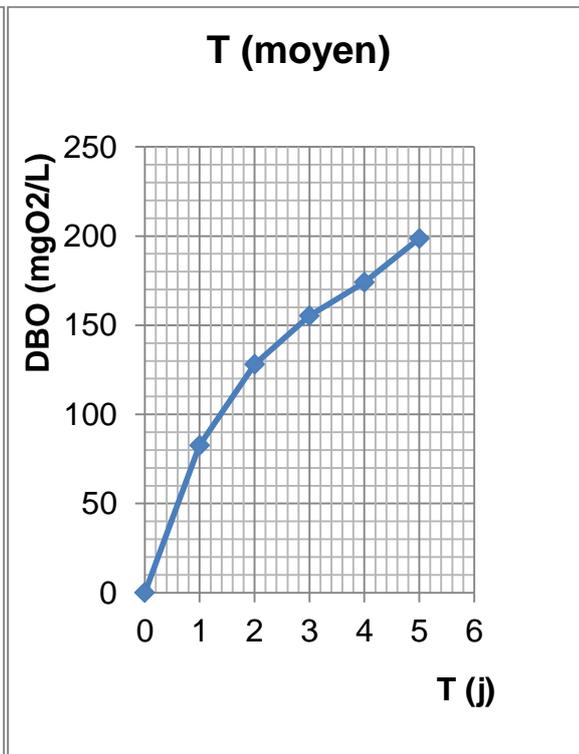


Figure III.38. Variation de DBO₅ par rapport T moyen

III-9-2- détermination de la constante et de la DBO initiale :

La détermination de la constante cinétique et de la DBO initiale a été possible par deux méthodes de calcul, cependant la constante cinétique K trouvée par la méthode de THOMAS (et ceci traçant $(t/y)^{1/3}=f(t)$ (Figure : III.43, III.44, III.45, III.46), est plus significative ce qui nous a contraint à abandonner la méthode du log – différentiel tableaux III-15, III-16, III-17, III-18), cela prouve que les résultats obtenues sont satisfaisantes.

La méthode de THOMAS est basée sur similitude de la fonction $(1-10^{-Kt}) \dots (1)$ et la fonction $2,3K_t (1 + (2,3/6) K_t)^{-3} \dots (2)$.

$$(1-10^{-Kt}) = (2,3K_t)(1-(1/2)(2,3K_t)+(1/6)(2,3K_t)^2 - (1/24)(2,3K_t)^3 + \dots) \dots (3) \text{ et}$$

$$2,3K_t (1+(2,3/6)K_t)^{-3} = (2,3K_t)(1-(1/2)(2,3K_t)+(1/6)(2,3K_t)^2 - (1/24)(2,3K_t)^3 + \dots) \dots (3) \text{ et}$$

$$2,3K_t (1+(2,3/6)K_t)^{-3} = (2,3K_t)(1/2)(2,3K_t)+(1/6)(2,3K_t)^2 - (1/24)(2,3K_t)^3 + \dots) \dots (4)$$

En comparant les premiers membres des équations (3) et (4) et on a vu précédemment que :

$$L_0 - L = y \text{ d'où } y = L_0 (2,3K_t) (1 + (2,3/6) K_t)^3.$$

$$t/y (1 + (2,3/6) K_T)^3 / 2,3KL_0.$$

$$(t/y)^{1/3} = 1 / (2,3KL_0)^{1/3} + ((2,3)^{2/3} / 6L_0^{1/3}) t$$

Cette équation est sous forme $Y = A x + B$ ou $Y = (t/y)^{1/3}$.

$A = (2,3K)^{2/3} / 6L_0^{1/3}$: pente de la droite

$B = 1 / (2,3KL_0)^{1/3}$: ordonnée à l'origine

De ces équations (de A et B), on tire $K = 6A/2,3B = 2,61(A/B)$

$$L_0 = 1 / (2,3KB^3)$$

A titre indicatif, les valeurs de K, sont entre 0,16 à 0,24 j⁻¹, qui sont parfaitement dans la fourchette citée par (0,04 à 0,3 j⁻¹).

T (Jours)	Y= DBO en mgO ₂ /l		(T/Y).10 ⁻²	(T/Y) ^{1/3}
	mesurée	calculée		
1	110	106,65	0,909	0,208
2	170	173,94	1,176	0,227
3	200	216,40	1,5	0,246
4	220	243,19	1,818	0,263
5	250	260,1	2	0,271

Tableau III.15 : Valeurs de l'échantillon (t = 8^h) E3.

$$B = 19,44 \cdot 10^{-2} ; A = (0,271 - 0,1944) / (5 - 0) = 0,0153 \text{ (pente)}$$

$$K = 2,61 (0,0153 / 0,1944) = 0,2054 \text{ j}^{-1}$$

$$L_0 = 1/2,3 (0,205) \cdot (0,1944)^3 = 289 \text{ mg/l}$$

$$Y = L_0 (1 - 10^{-Kt})$$

$$Y = 289(1 - 10^{-0.205t})$$

T (Jours)	Y= DBO en mgO ₂ /l		(T/Y).10 ⁻²	(T/Y) ^{1/3}
	mesurée	calculée		
1	110	104,16	0,909	0,208
2	170	176,22	1,176	0,227
3	210	226,07	1,43	0,242
4	240	260,56	1,66	0,255
5	280	284,43	1,78	0,261

Tableau III.16 : Valeurs de l'échantillon (t = 12^h) E3.

$$B = 19,84 \cdot 10^{-2} ; A = (0,261 - 0,1984) / (5 - 0) = 0,0125 \text{ (pente)}$$

$$K = 2,61 (0,0125 / 0,1984) = 0,1647 \text{ j}^{-1}$$

$$L_0 = 1/2,3 (0,1647) \cdot (0,1984)^3 = 338 \text{ mg/l}$$

$$Y = L_0 (1 - 10^{-Kt})$$

$$Y = 338(1 - 10^{-0.1647t})$$

T (Jours)	Y= DBO en mgO ₂ /l		(T/Y).10 ⁻²	(T/Y) ^{1/3}
	mesurée	calculée		
1	28	26,93	3,57	0,329
2	44	44,32	4,54	0,356
3	56	55,54	5,35	0,377
4	62	62,79	6,45	0,401
5	66	68,06	7,57	0,423

Tableau III.17 : Valeurs de l'échantillon (t =18^h) E3.

$$B= 30, 73.10^{-2} ; A= (0,423-0, 3074) / (5-0) = 0, 0231 \text{ (pente)}$$

$$K= 2, 61 (0, 0125/ 0, 1984) = 0, 1963j^{-1}$$

$$L_0 = 1/ 2, 3 (0, 1963c). (0, 3073)^3 = 76 \text{ mg/l}$$

$$Y =L_0 (1-10^{-Kt})$$

$$Y= 76(1-10^{-0.19t})$$

T (Jours)	Y= DBO en mgO ₂ /l		(T/Y).10 ⁻²	(T/Y) ^{1/3}
	mesurée	calculée		
1	82,66	78,71	1,209	0,229
2	128	130,72	1,56	0,25
3	155,33	165,09	1,93	0,268
4	174	187,79	2,29	0,284
5	198,66	204,60	2,51	0,293

Tableau III .18 : Valeurs de l'échantillon (t =18^h) E3.

$$B= 21, 62.10^{-2} ; A= (0,293 - 0, 2162) / (5-0) = 0, 01536 \text{ (pente)}$$

$$K= 2, 61 (0, 0153/ 0, 2162) = 0, 1854j^{-1}$$

$$L_0 = 1/ 2, 3 (0, 1854). (0, 2162)^3 = 232 \text{ mg/l}$$

$$Y =L_0 (1-10^{-Kt})$$

$$Y= 232(1-10^{-0.18t})$$

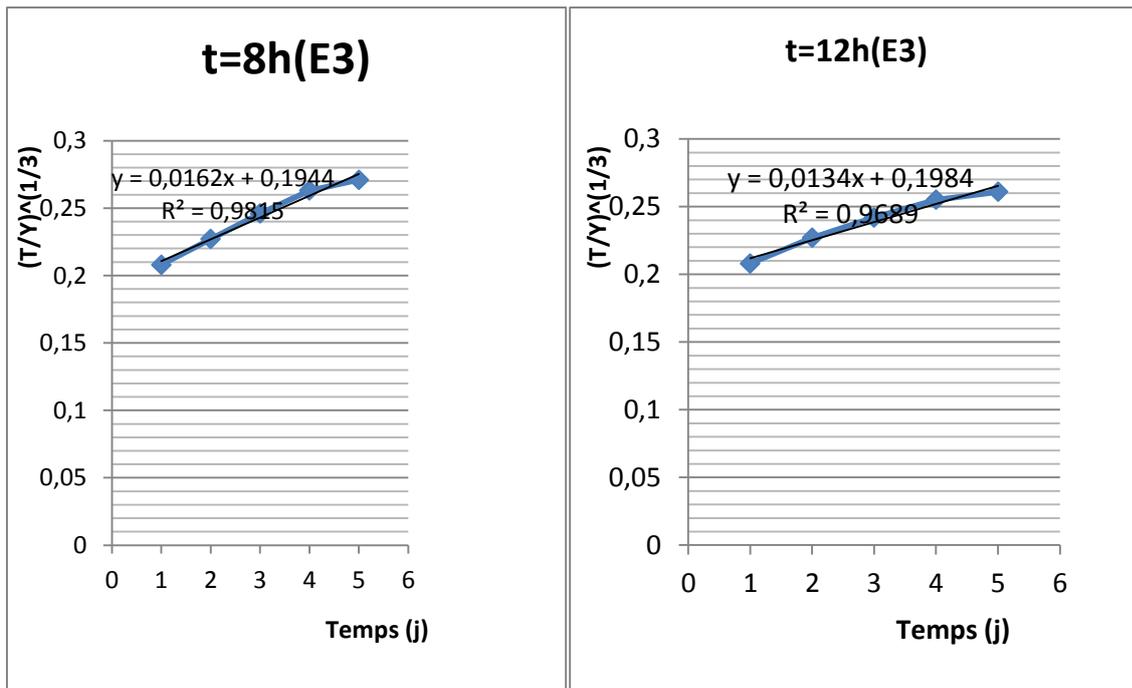


Figure III.39. calcul k et L_0 à 8h

Figure III.40. Calcul k et L_0 à 12

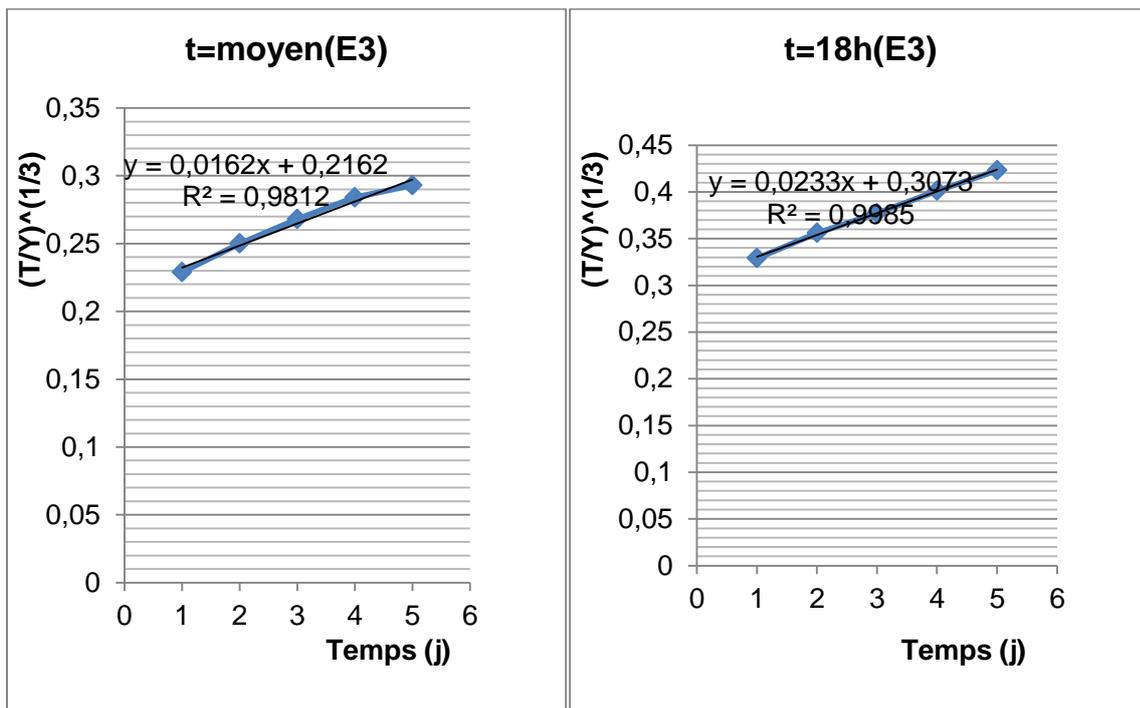


Figure III.41. Calcul k et L_0 moyen **Figure III.42.** Calcul k et L_0 à 18h

III-10 : Conclusion :

A la lumière des résultats expérimentaux qui, sans doute reste modeste et qu'il est nécessaire de compléter, on peut affirmer que:

- l'effluent étudié est du type urbain classique, donc biodégradable, cela est justifié par la constante de biodégradabilité $DCO/DBO_5 = K < 2$ pour les échantillons, les valeurs faibles sont révélatrices de l'importance de la pollution biodégradables.
- compte tenu des valeurs des paramètres mesurés, l'effluent peut être reconsidérer comme faiblement à moyennement chargé.
- Enfin, nous pouvons aussi affirmer que le procédé biologique d'épuration est approprié pour traiter ce rejet.

Chapitre IV

Dimensionnement de la STEP

IV.1 Introduction :

Les rejets de la ville de Messelmoune sont biodégradables, d'après le Tableau III.11 qui nous donne la composition typique des eaux brutes domestiques et compte tenu des résultats obtenus, l'effluent peut être considéré comme moyennement chargé.

Paramètres	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge
MES (mg/l)	> 350	200 - 350	100
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	> 350	200 - 350	< 100

Tableau IV.1: paramètres de fonctionnement des Stations par boues activées en fonction de la charge appliquée [10].

IV.2 Choix de la filière d'épuration biologique :

Le procédé par boues activées nous apparait comme le plus indiqué, compte tenu de ses performances, sa fiabilité et son exploitation relativement facile. Le tableau comparatif des trois variantes (tableauII.4), nous permet de choisir la variante à moyenne charge dit procédé conventionnel. On est en présence d'une concentration relativement importante en biomasse. Après aération, une clarification est nécessaire afin de séparer les boues formées des eaux épurées, une partie des boues sera recyclée, le reste est traité avant son évacuation dans le milieu récepteur (filière de traitement des boues). Outre son rendement important, le procédé conventionnel permet la stabilisation partielle des boues issues des décanteurs primaire et secondaire (boues fraîches). Le domaine d'application de ce procédé en eaux résiduaires urbaines et vise les stations d'épuration de moins de 10000EH [5].

Cependant d'autres opérations s'avèrent indispensables à savoir :

IV.3 Prétraitements :

Ils permettent d'éliminer la pollution grossière qui ne peut être acceptée par l'épuration biologique. Dans le cas des eaux urbaines, les opérations de prétraitement pour les stations de moyenne importance sont de 3 types : dégrillage, dessablage, déshuilage.

Les deux premières opérations sont très importantes. En effet, elles permettent de réduire la charge polluante et d'autre part, de protéger les ouvrages ultérieurs d'épuration (abrasion des pompes, obturation des conduites).

La troisième opération permet d'éliminer les huiles qui gênent l'aération par la formation d'une couche imperméable à l'air, bloquant le transfert d'oxygène ou le diminuent. Cette opération améliore le rendement de l'épuration.

IV-4 Traitement primaire :

L'objectif de ce traitement est d'éliminer les matières en suspension de la fraction liquide en utilisant la seule force de gravité, cette opération permet d'économiser au maximum l'apport d'oxygène dans le réacteur biologique.

IV-5 Traitement biologique :

Le choix du procédé de traitement est le plus délicat, surtout qu'il faut tenir compte des impératifs techniques et économiques. A ce niveau, on oxyde la plus grande partie des matières organiques présentes dans les eaux usées par des microorganismes épurateurs. Le processus entraîne un accroissement de la masse bactérienne, que l'on retrouve sous forme de matière en suspension. On les sépare de l'eau épurée, avant son rejet dans le milieu naturel, dans un décanteur secondaire (clarificateur), une partie de la masse bactérienne est recyclée, l'excès est envoyé vers l'épaississeur.

Le procédé par boues activées, est le procédé le plus répandu, certaines stations de ce type existent déjà en Algérie (Blida , Alger, Koléa, Tizi-ouzou, ..).

Certains paramètres de pollution doivent être définis :

- **Indice de Mohlman** : noté **Im** et exprimé en $ml\ g^{-1}$. C'est un paramètre physique caractérisant la décantabilité des boues, c'est le rapport entre le volume en ml occupé après un temps fixé conventionnellement à ½ heure de décantation statique, et la masse en gramme de ce volume.

-**Charge massique Cm** : égale au rapport de la quantité de DBO_5 en kg éliminée par jour dans un bassin d'aération et du nombre de kg de MVS contenus dans le même bassin

$$C_m = L_0 \cdot Q / V \cdot X$$

-**Charge volumique Cv** :

C'est le rapport de la quantité de DBO_5 en Kg éliminé par jour et du volume du bassin d'aération :

$$C_v = L_0 / V$$

Dont ; X : teneur en MVS (g/l) dans le bassin d'aération.

V : Volume du bassin d'activation.

Q : Débit d'arrivée de l'effluent.

L_0 : Charge moyenne journalière en DBO_5 (Kg/j).

$$\text{Alors : } C_v = C_m \cdot X$$

La subdivision du procédé en 03 systèmes classiques a été faite en fonction de la charge massique. La détermination de la zone de fonctionnement est déduite de la valeur de l'indice de mohlman. Les principales caractéristiques de ces systèmes sont mentionnées dans le (tableau II.4).

IV-6 Traitement tertiaire [5]:

L'eau issue du clarificateur véhicule des germes pathogènes non retenue dans les opérations antérieures, cela nécessite une désinfection, notamment si on envisage une valorisation de ces eaux en particuliers dans l'irrigation.

Une des méthodes efficaces et économique de destruction de germes, reste sans doute la chloration .

IV-7 Traitement des boues [5]:

Le procédé conventionnel permet non seulement l'épuration des eaux résiduaires mais aussi la stabilisation partielle des boues (de l'ordre de 50 %).

A la sortie du clarificateur, les boues sont gorgées d'eau (95% à 98%) et une séparation de l'eau est indispensable. La technique la plus commode est l'épaississement gravitaire. Cette stabilisation permet non seulement la réduction de la matière organique mais aussi une diminution significative de la pollution bactérienne. En général, la stabilisation de la plus utilisée et la digestion anaérobie qui conduit à la transformation importante de la matière organique en produits gazeux dont 70% sont constitués du méthane. 30% restant sont formés de dioxyde de carbone CO₂, H₂S.

Outre la minéralisation de la matière organique, l'intérêt de la digestion anaérobie réside dans la récupération du méthane qui est une source non négligeable pour le fonctionnement de la STEP, une partie importante de ce gaz sert à chauffer le digesteur afin d'y maintenir une température optimale (35°C) pour le développement des microorganismes anaérobies.

Il est à souligner que les boues digérées sont assez riches en eau. Cela nécessite une opération de déshydratation. La technique la plus économique (sous réserve de la disponibilité de terrain) reste les lits de séchage en particulier dans les régions à climat ensoleillé et loin des agglomérations urbaines.

Dans notre cas on prévoit une déshydratation mécanique notamment en période de pluies.

IV.8- Données de base pour la conception de la STEP :

Puisque la ville de Messelmoune n'envisage pas dans l'immédiat la réalisation d'une station d'épuration, nous avons volontairement dimensionné celle-ci pour les deux horizons prochain et futur 2030 et 2050.

Les calculs qui seront développés dans cette partie tiennent compte de nos valeurs expérimentales obtenues lors de notre campagne d'analyses.

IV-8-1 : la population.

Horizon 2030 : 10641 habitants.

Horizon 2050 : 14430 habitants.

IV -8-2 : les rejets unitaires :

La quantité d'eau usée rejetée est évaluée à 70 à 80% de la dotation journalière par habitant, si on prend 80%, soit [5,10]:

➤ **Le chef-lieu (Messelmoune) et la cité des Frères Morcli et Frères Abidat :**

Horizon 2030 : 160 l/hab.j.

Horizon 2050 : 176 l/hab.j.

➤ **Zone épars (Bouhriz) :**

Horizon 2030 : 64 l/ hab .j.

Horizon 2050 : 80 l/ hab.j.

IV.8-3 : Estimation des débits :

IV.8-3-1 Débit journalier total :

$$Q_j = N.q$$

N : nombre d'habitants

q : rejet unitaire

➤ **Le chef-lieu (Messelmoune) et la cité des Frères Morcli et Frères Abidat :**

Horizon 2030 : $10156 * 0,16 = 1624,96 \text{ m}^3/\text{j}$

Horizon 2050 : $13732 * 0,176 = 2416,83 \text{ m}^3/\text{j}$

➤ **Zone épars (Bouhriz) :**

Horizon 2030 : $485 * 0,064 = 31,04 \text{ m}^3/\text{j}$

Horizon 2050 : $698 * 0,08 = 55,84 \text{ m}^3/\text{j}$

La somme totale de débit pour chaque horizon :

Horizon 2030 : $1624,96 + 31,04 = 1656 \text{ m}^3/\text{j}$

Horizon 2050 : $2416,83 + 55,84 = 2472,67 \text{ m}^3/\text{j}$

IV.8-3-2 : Débit moyen horaire :

$$Q_m = Q_j / 24$$

Horizon 2030: $1656 / 24 = 69 \text{ m}^3/\text{h}$

Horizon 2050: $2472,67 / 24 = 103,027 \text{ m}^3/\text{h}$

IV.8-3-3 : Débit de pointe [5, 15]:

$$Q_p = C_p \cdot Q_m$$

$$C_{p1} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} ; C_{p2} = 2,6 - 0,4 \log (H/1000)$$

Horizon 2030:

$$Q_m = 19,16 \text{ l/s}$$

$$C_{p1} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{19,16}} = 2,07 ; C_{p2} = 2,6 - 0,4 \log (10641/1000) = 2,18$$

Par mesure de sécurité on prend $C_p = 2,18$

$$Q_p = 2,18 * 69 = 151,05 \text{ m}^3/\text{h}$$

Horizon 2050:

$$Q_m = 28,62 \text{ l/s}$$

$$C_{p1} = 1,96 ; C_{p2} = 2,13$$

$$Q_p = 2,13 * 103,027 = 220,095 \text{ m}^3/\text{h}$$

IV.8-3-4 Débit en temps de pluie [5] :

$$Q_{tp} = 3 \text{ à } 5 Q_m ; \text{ soit } Q_{tp} = 3 Q_m$$

Horizon 2030:

$$Q_{tp} = 3 * 69 = 207 \text{ m}^3/\text{h}$$

Horizon 2050:

$$Q_{tp} = 3 * 103,027 = 309,081 \text{ m}^3/\text{h}$$

IV.8-4: Estimation de charges polluantes :

Soit les dotations des charges polluantes d'un rejet domestique de la ville de Messelmoune :(D'après le tableau III.11 et III.12).

- $DBO_5 = 321,66 \text{ mgO}_2/\text{l}$.

- $MES = 267,66 \text{ mg/l}$.

IV.8-4-1 : la charge en DBO₅ :

Horizon 2030:

$$Q_m = 1656 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3/\text{j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mgO}_2/\text{l}] \times 10^{-3} = 1656 \times 321,66 \times 10^{-3} = 532,66 \text{ (kg/j)}$$

Horizon 2050:

$$Q_m = 2472,67 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3/\text{j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mgO}_2/\text{l}] \times 10^{-3} = 2472,67 \times 321,66 \times 10^{-3} = 795,35 \text{ (kg/j)}$$

IV.8-4-2: la charge en MES :

Horizon 2030:

$$Q_m = 1656 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{MES (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3/\text{j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} = 1656 \times 267,66 \times 10^{-3} = 443,24 \text{ (kg/j)}$$

Horizon 2050:

$$Q_m = 2472,67 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{MES (kg/j)} = Q_j \text{ (m}^3/\text{j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} = 2472,67 \times 267,66 \times 10^{-3} = 661,83 \text{ (kg/j)}$$

Les MES comprennent :

70% MVS et 30%MM soit

Horizon 2030:

$$\text{MVS} = 0,7 \times 443,24 = 310,26 \text{ kg MVS/j.}$$

$$\text{MM} = 0,3 \times 443,24 = 132,97 \text{ kg MM/j.}$$

Horizon 2050:

$$\text{MVS} = 0,7 \times 661,83 = 463,28 \text{ kg MVS/j.}$$

$$\text{MM} = 0,3 \times 661,83 = 198,55 \text{ kg MM/j.}$$

IV-8-5 Récapitulation des données de bases :

Horizons	2030	2050
Paramètre		
Population (Hab.)	10641	14430
Rejet unitaire de Le chef-lieu (Messelmoune) et la cité des Frère Morcli et Frères Abidat (l/ hab. j)	160	176
Rejet unitaire de Zone épars (BOUHRIZ) (l/ hab. j)	64	80
Débit journalier (m ³ /j)	1656	2472,67
Débit de pointe (m ³ /h)	151,05	220,095
Débit en temps de pluie Qtp(m ³ /h)	207	309,081
Charge en DBO ₅ (Kg/ j)	532, 66	795, 35
Charge en MES (Kg/j)	443,24	661,83
Charge en MVS (Kg MVS/j.)	310,26	463, 28
Charge en MM (Kg MM/j.)	132,97	198, 55

Tableau IV.2: données de base pour le dimensionnement.

IV-9 Dimensionnement :

La station d'épuration proposée comportera les opérations suivantes :

IV-9-1 Prétraitements :

- Dégrillage
- Dessablage
- Désuilage

IV-9-2 Décantation primaire

IV-9-3 Epuration biologique

IV-9-3-1 bassin d'aération

IV-9-3-2 Décanteur secondaire ou clarificateur

IV-9-4 Désinfection

IV-9-5 Traitement des boues

IV-9-5-1 Epaississement

IV-9-5-2 Digestion

IV-9-5-3 Déshydratation naturelle (lits de séchage)

IV-9-1 Prétraitements :

IV-9-1.1 : Le dégrillage : [5,10]

Le système de dégrillage se compose de grille à barreaux placés en biais dans le canal (60° à 80° par rapport à l'horizontale), les barreaux sont en fer simple, profilés ou en fer rond. Ils sont espacés de 10 à 50 mm La vitesse de passage de l'eau dans la grille doit être suffisante pour obtenir l'application des matières sur la grille sans pour autant provoquer une perte de charge trop importante ni entraîner un colmatage en profondeur des barreaux. La vitesse doit être de 0.6 à 0.8 m/s, elle peut atteindre 1.2 à 1.4 m/s au débit maximum selon.

Le dégrillage est assuré soit par une grille à nettoyage manuel, soit par une grille à nettoyage automatique dite grille mécanique.

Afin de réduire l'intervention du personnel, on adoptera une grille mécanique à raclage automatique

a) Calcul du dégrilleur : [10,15]

On a deux formules pour dimensionner cet ouvrage :

-Formule de KIRCHMER :

$$l = \frac{S \cdot \sin \alpha}{H \max(1-\beta) \cdot \delta}$$

Ou :

S : section de passage de l'effluent

$$S = Q_p / v. (m^2)$$

Q_p : débit d'arrivée à la grille (débit de point).

L : largeur de la grille

V : vitesse d'écoulement de l'eau en m/s $V = 0.8$ m/s

α : angle d'inclinaison de la grille : $\alpha = 60^\circ$

h_{\max} : hauteur maximale de l'eau à l'amont de la grille : $h_{\max} = (0,15 \div 1,5)$, $h_{\max} = 0.8$ m

δ : Coefficient de colmatage de la grille :

$\delta = 0.5$ pour une grille automatique

$\delta = 0.25$ pour une grille manuelle, Dans notre cas $\delta = 0.5$

$\beta =$ coefficient qui dépend de la forme des barreaux $\beta = \frac{d}{d+e}$

Horizon 2030 :

a.1) Cas d'un dégrillage grossier :

On prend :

➤ $\alpha = 60^\circ$

➤ $h_{\max} = 0,8$ m

➤ $d = 0.02$ m

➤ $e = 0.05$ m

➤ $\beta = \frac{d}{d+e} = \frac{0,02}{0,02+0,05} = 0,285$

➤ $\sigma = 0.5$

➤ $Q_{pt} = 0.0575$ m³/s

➤ $V = 0.8$ m/s

➤ $S = \frac{Q_{pts}}{v} = \frac{0.0575}{0.8} = 0.072$ m²

Alors: $l = \frac{0,072 \cdot \sin 60}{0.8(1-0,285) \cdot 0.5} = 0,218$ m

$$l = 0,22$$
 m

a.2) Cas d'un dégrillage fin :

On prend :

- $\alpha = 60$
- $h_{\max} = 0,8\text{m}$
- $d = 0,01\text{m}$
- $e = 0,01\text{ m}$
- $\beta = \frac{0,01}{0,01+0,01} = 0,5$
- $\sigma = 0,5$
- $Q_{\text{pt}} = 0.0575\text{ m}^3/\text{s}$
- $V = 0,8\text{m/s}$
- $S = \frac{Q_{\text{pts}}}{V} = \frac{0.0575}{0.8} = 0.072\text{ m}^2$

Alors:

$$l = \frac{0,072 \cdot \sin 60}{0.8(1-0,5).0.5} = 0.31\text{ m} \qquad l = 0,31\text{m}$$

b) Calcul des pertes de charge :

Krschmer a établi une relation entre la perte de charge et le coefficient de forme des barreaux et l'angle de la grille avec l'horizontale. [10, 15]

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

Avec :

ΔH : La perte de charge

β : Le coefficient de forme des barreaux

g : Accélération de la pesanteur (m/s²)

d : Épaisseur d'un barreaux (m)

e : espacement entre les barreaux (m)

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

α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizon ($\alpha = 60^\circ$)

Les valeurs de β dépendent de la forme des barreaux

Forme des barreaux	β
Rectangulaires à arrête à angle droit	2.42
Rectangulaires avec face amont circulaire	1.83
Circulaire	1.79

Tableau IV.3: Valeurs du coefficient σ en fonction de la forme des barreaux [15].

On prend :

$\beta = 1,79$, donc :

b.1) Cas d'un dégrilleur grossier

$$\Delta H = 1,79 * \left(\frac{0,02}{0,05}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0,8^2}{(2*9,81)} * \sin 60 \quad : \quad \Delta H = 0,0150\text{m}$$

b.2) Cas d'un dégrilleur fin

$$\Delta H = 1,79 * \left(\frac{0,01}{0,01}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0,8^2}{(2*9,81)} * \sin 60 \quad : \quad \Delta H = 0,0505\text{m}$$

c) Calcule de nombre des barreaux :[15]

La largeur de la grille égale $L = N_e.e + N_b.d$

Avec :

- N_b : Nombre des barreaux
- N_e : Nombre d'espacement
- e : espacement entre les barreaux
- d : diamètre des barreaux

Or $N_e = N_b + 1$

- Par suite : $N_b = \frac{l-e}{e+d}$

c.1) Cas d'un grille grossier :

$l = 0,20\text{m}$; $d = 0,02\text{m}$; $e = 0,05\text{m}$

$N_b = 2,42$ donc $N_b = 3$ barreaux

$N_e = 4$

c.2) Cas d'une grille fine :

$l = 0,31\text{m}$; $d = 0,01\text{m}$; $e = 0,01\text{m}$

$N_b = 15$ barreaux

$N_e = 16$

d) Calcul des volumes des déchets retenus :

Le volume des déchets retenus par les grilles dépend :

- Du débit de l'effluent.
- De la finesse du dégrillage.

Pour une eau usée urbaine, le volume de déchets récupérée par les grilles par an est estimée à :

- 2 à 5 l/hab/an pour une grille grossière.
- 5 à 10 l/hab/an pour une grille fine.

Les volumes des déchets retenus dans notre cas seront ainsi estimés comme suite :

$$V \text{ (m}^3 \text{ /j)} = \frac{\text{Nb.re .d'hab*volume retenue}}{365 \text{ jours}}$$

d.1) Cas d'une grille grossière :

$$V \text{ (m}^3 \text{ /j)} = \frac{10641 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{365} = \mathbf{0,05 \text{ m}^3 \text{ /j}}$$

$$V_{\min} = 0,058 \text{ m}^3 \text{ /j.}$$

$$V_{\max} = 0,145 \text{ m}^3 \text{ /j}$$

d.2) Cas d'une grille fine :

$$V_{\min} = 0,145 \text{ m}^3 \text{ /j.}$$

$$V_{\max} = 0,291 \text{ m}^3 \text{ /j}$$

Horizon 2050 :

a.1) Cas d'un dégrillage grossier :

On prend :

➤ $\alpha = 60^\circ$

➤ $h_{\max} = \mathbf{0,8 \text{ m}}$

➤ $d = \mathbf{0,02 \text{ m}}$

➤ $e = \mathbf{0,05 \text{ m}}$

➤ $\beta = \frac{d}{d+e} = \frac{0,02}{0,02+0,05} = \mathbf{0,285}$

➤ $\sigma = \mathbf{0,5}$

➤ $Q_{\text{pt}} = \mathbf{0,858 \text{ m}^3/\text{s}}$

➤ $V = \mathbf{0,8 \text{ m/s}}$

➤ $S = \frac{Q_{\text{pts}}}{V} = \frac{0,0575}{0,8} = \mathbf{0,107 \text{ m}^2}$

Alors:

$$l = \frac{0,107 \cdot \sin 60}{0,8(1-0,285) \cdot 0,5} = \mathbf{0,324 \text{ m}}$$

$$l = \mathbf{0,324 \text{ m}}$$

a.2) Cas d'un dégrillage fin :

On prend :

➤ $\alpha = 60^\circ$

➤ $h_{\max} = \mathbf{0,8 \text{ m}}$

➤ $d = \mathbf{0,01 \text{ m}}$

➤ $e = \mathbf{0,01 \text{ m}}$

➤ $\beta = \frac{0,01}{0,01+0,01} = \mathbf{0,5}$

➤ $\sigma = \mathbf{0,5}$

➤ $Q_{\text{pt}} = \mathbf{0,858 \text{ m}^3/\text{s}}$

➤ $V = \mathbf{0,8 \text{ m/s}}$

➤ $S = \frac{Q_{\text{pts}}}{V} = \frac{0,858}{0,8} = \mathbf{0,107 \text{ m}^2}$

Alors : $l = \frac{0,107 \cdot \sin 60}{0,8(1-0,5) \cdot 0,5} = \mathbf{0,46 \text{ m} l = \mathbf{0,46 \text{ m}}}$

b) Calcul des pertes de charge :

b.1) Cas d'un dégrilleur grossier

$$\Delta H = 1,79 * \left(\frac{0,02}{0,05}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0,8^2}{(2*9,81)} * \sin 60 \quad : \quad \Delta H = 0,0150\text{m}$$

b.2) Cas d'un dégrilleur fin

$$\Delta H = 1,79 * \left(\frac{0,01}{0,01}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0,8^2}{(2*9,81)} * \sin 60 \quad : \quad \Delta H = 0,0505\text{m}$$

c) Calcul de nombre des barreaux :

c.1) Cas d'une grille grossière :

$$l = 0,324 \text{ m} ; d = 0,02\text{m} ; e = 0,05\text{m}$$

$$N_b = 3,91 \text{ donc } N_b = 4 \text{ barreaux}$$

$$N_e = 5$$

c.2) Cas d'une grille fine :

$$l = 0,46\text{m} ; d = 0,01\text{m} ; e = 0,01\text{m}$$

$$N_b = 22,5 \text{ donc } N_b = 23 \text{ barreaux}$$

$$N_e = 24$$

d) Calcul des volumes des déchets retenus :

d.1) Cas d'une grille grossière :

$$V \text{ (m}^3 \text{ /j)} = \frac{14430 * 2.10^{-3}}{365} = \mathbf{0,05 \text{ m}^3 \text{ /j}}$$

$$V_{\min} = 0,079 \text{ m}^3 \text{ /j.}$$

$$V_{\max} = 0,197 \text{ m}^3 \text{ /j}$$

d.2) Cas d'une grille fine :

$$V_{\min} = 0,197 \text{ m}^3 \text{ /j.}$$

$$V_{\max} = 0,395 \text{ m}^3 \text{ /j}$$

IV-9-1-2.) Calcul du dessableur-déshuileur : [9, 10,15]

Le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse d'écoulement est inférieure à 0,3 m/s se déposent.

Il s'agit principalement des sables. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération,...). Par ailleurs, ils limitent la durée de vie des pièces métalliques des corps de pompe ou d'autres appareillages (effet abrasif, ...) et colmatent les canalisations.

Pour qu'il y ait sédimentation des particules il faut que l'inégalité suivante soit vérifiée :

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

Avec :

V_e : la vitesse horizontale (vitesse d'écoulement est $0,2 < V_e < 0,5 \text{ m/s}$)

V_s : la vitesse de sédimentation (vitesse est $40 < V_s < 70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$)

L = sa longueur (m)

H = sa profondeur (m)

$L/H = (10-15)$

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

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

$H = 2 \text{ m}$

Le dessableur doit être dimensionné dans l'un des rapports suivants :

$$10 < \frac{L}{H} < 15 \text{ ou bien } \frac{L}{H} = 3$$

Horizon 2030 :

- **Calcul de volume du dessableur :**

On prend:

$Q_{\text{pts}} = 0,0575 \text{ m}^3/\text{s}$.

$V_e = 0,3 \text{ m/s}$

$V_s = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 0,014 \text{ m/s}$

$H = 2 \text{ m}$

$T_s = 10 \text{ minute}$

$V = Q_{\text{pts}} * T_s = 0.0575 * 10 * 60 = 34.5 \text{ m}^3$

La surface horizontale

On a: $H = 2$

La surface Sh sera : $Sh = V/H = 34.5 / 2 = 17.25 \text{ m}^2$

La longueur

$L/H = 10$

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

La largeur

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

$l = Sh/L = 17.25/20 = 0.86 \text{ m}$ soit **0.9 m**

Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

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

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

- V: volume d'air à injecter (m³), on prend V= 1, 5 m³
- Q_{pts}: débit de la station

$$\text{Donc: } q_{\text{air}} = 0,0575 * 1,5 = 0,08625 \text{ m}^3/\text{s} = 310,5 \text{ m}^3 \text{ d'air /h}$$

$$q_{\text{air}} = 310,5 \text{ m}^3 \text{ d'air /h}$$

- Vérification de la condition de dimensionnement:

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s} \rightarrow \frac{20}{2} \leq \frac{0,3}{0,014}$$

10 ≤ 21,43 → La condition de dimensionnement est bien vérifiée.

c) Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

Nous savons que le dessablage élimine dans les environs de 70 des matières minérales.

Celles-ci représentent 30 des MES (matière en suspension).

- Les MES (matière en suspension) contiennent 70 des MVS (matière volatile en suspension) et 30 des MM (matière minérale).

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

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

- Les MVS contenus dans les MES sont:

$$\text{MVS} = 443,24 * 0,70 = 310,26 \text{ kg/j} ; \quad \text{MVS} = 310,26 \text{ kg/j}$$

- Les matières minérales (MM) dans les MES sont:

$$\text{MM} = 443,24 * 0,30 = 132,97 \text{ kg/j} ; \quad \text{MM} = 132,97 \text{ kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées

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

$$\text{MM}_e = 132,24 * 0,7 = 93,08 \text{ kg/j} ; \quad \text{MM}_e = 93,08 \text{ kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur

$$\text{MM}_s = \text{MM}_t - \text{MM}_e$$
$$\text{MM}_s = 132,24 - 93,08 = 39,16 \text{ kg/j} ; \quad \text{MM}_s = 39,16 \text{ kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur

$$\text{MES} = \text{MVS} + \text{MM}_s$$
$$\text{MES}_s = 310,26 + 39,16 = 349,42 \text{ kg/j} ; \quad \text{MES}_s = 349,42 \text{ kg/j}$$

Horizon 2050 :

Calcul de volume du dessableur :

On prend:

$$Q_{\text{pts}} = 0,0858 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_e = 0,3 \text{ m/s}$$

$$V_s = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 0,014 \text{ m/s}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

$$T_s = 10 \text{ minute}$$

$$V = Q_{\text{pts}} * T_s = 0,0858 * 10 * 60 = 51,50 \text{ m}^3$$

La surface horizontale

On a: H=2

La surface Sh sera : $Sh = V/H = 51.50 / 2 = 25,75 \text{ m}^2$

La longueur

$L/H=10$

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

La largeur

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

$l = Sh/L = 25,75/20 = 1,28 \text{ m}$ soit **1,3 m**

Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m^3 d'air / m^3 d'eau

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

V : volume d'air à injecter (m^3), on prend $V = 1,5 \text{ m}^3$

Q_{pts} : débit de la station.

Donc: $q_{\text{air}} = 0,0858 * 1,5 = 0,1287 \text{ m}^3/\text{s} = 463,32 \text{ m}^3 \text{ d'air / h}$; **$q_{\text{air}} = 463,32 \text{ m}^3 \text{ d'air / h}$**

Vérification de la condition de dimensionnement:

$$\frac{L}{H} \leq \frac{v_e}{v_s} \rightarrow \frac{20}{2} \leq \frac{0,3}{0,014}$$

$10 \leq 21,43$ → La condition de dimensionnement est bien vérifiée.

c) Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

Nous savons que le dessablage élimine dans les environs de 70 des matières minérales.

Celles-ci représentent 30 des MES (matière en suspension).

- Les MES (matière en suspension) contiennent 70 des MVS (matière volatile en suspension) et 30 des MM (matière minérale).

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

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

➤ Les MVS contenus dans les MES sont:

$MVS = 661,83 * 0,70 = 463,281 \text{ kg/j}$; **$MVS = 463,281 \text{ kg/j}$**

➤ Les matières minérales (MM) dans les MES sont:

$MM = 661,83 * 0,30 = 198,55 \text{ kg/j}$; **$MM = 198,55 \text{ kg/j}$**

➤ Les matières minérales éliminées

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

$MM_e = 198,55 * 0,7 = 138,98 \text{ kg/j}$; **$MM_e = 138,98 \text{ kg/j}$**

➤ Les matières minérales à la sortie de dessableur

$MM_s = MM_t - MM_e$

$MM_s = 198,55 - 138,98 = 59,57 \text{ kg/j}$; **$MM_s = 59,57 \text{ kg/j}$**

➤ Les MES à la sortie de dessableur

$MES_s = MVS + MM_s$

$MES_s = 463,281 + 59,57 = 522,85 \text{ kg/j}$; **$MES_s = 522,85 \text{ kg/j}$**

IV-9-2 : traitement primaire (décantation primaire) : [16]

Le traitement primaire consiste à réaliser une décantation de l'eau usée pour rabattre la quantité de matières en suspension ainsi que la DBO et la DCO.

Les eaux traversent le bassin à faible vitesse, de façon à ce que les matières en suspension puissent sédimenter. Le profil du fond de ce bassin permet le rassemblement et la reprise de la suspension obtenue et les boues déposées sont récupérées par raclage permanent et pompage.

Le processus de décantation réside dans l'utilisation des forces de gravité pour séparer une particule de densité supérieure à celle du liquide jusqu'à une surface ou une zone de stockage.

Les matières décantées appelées " boues primaires" et constituées essentiellement de matières minérales en suspension de dimension inférieure à 200 microns sont récupérées au fond du bassin.

Elles seront ensuite envoyées vers le traitement des boues.

On estime que 30% à 40% de la DBO₅ et 60% des MES sont éliminés.

IV.9.2-1 : Dimensionnement de décanteur primaire : [5, 10,15]

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 :

$$V_a = \frac{Q_{ptp}}{S}$$

- **V_a** : Vitesse ascensionnelle (charge superficielles) : pour éviter le remontée des boues il faut qu'elle soit $V_a \leq 2,5 \text{ m/h}$.

- **Q_{ptp}** : débit de la station

- **S** : surface total.

- Le temps de séjours (Ts) est compris entre 1 et 2 heures.

- La hauteur d'eau dans l'ouvrage (H) est comprise entre 2 et 3,5 mètre.

Horizon 2030 :

- **Volume du décanteur :**

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

$$V = 207 * 2 = 414 \text{ m}^3$$

$$V = 414 \text{ m}^3$$

- **La surface horizontale du décanteur:**

On fixe la hauteur d'eau à 2.5m

$$S_h = V/H = 414 / 2.5 = 165,6 \text{ m}^2$$

$$S_h = 165,6 \text{ m}^2$$

- **Le diamètre du décanteur :**

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4*S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4*165,6}{3,14}} = 14,52 \text{ m} + 2 \text{ m de mise en circulation.}$$

- **La charge superficielle (vitesse limite de chute)**

$$V_a = \frac{Q_{ptp}}{S} = \frac{207}{165,6} = 1,25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

La vitesse ascensionnelle du décanteur est de l'ordre de $1,25 \text{ m/h} \leq 2,5 \text{ m/h}$

→ La condition est bien vérifiée.

- **Détermination du temps de séjours :**

- Débit en temps de pluies : $T_s=2h$.
- Débit de pointe en temps sec : $T_s= V/Q_p= 414 /151,05= 2,74h$
- Débit moyen horaire en temps sec : $T_s= V/ Q_h = 414 /69= 6h$

➤ **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 :

$$DBO_5 = 532,66 \text{ kg/j}$$

$$MES = 349,42 \text{ kg/j}$$

- Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc :

$$DBO_{5e} = 532,66 * 0,3 = 159,798 \text{ kg/j} \quad ; \quad \mathbf{DBO_{5e}=159,798 \text{ kg/j}}$$

$$MES_e = 349,42 * 0,6 = 209,652 \text{ kg/j} \quad ; \quad \mathbf{MES_e= 209,652 \text{ kg/j}}$$

- Les charges à la sortie du décanteur primaire

$$DBO_{5s} = DBO_5 - DBO_{5e} = 532,66 - 159,798 = 372,862 \text{ kg/j} \quad ; \quad \mathbf{DBO_{5s}=372,862 \text{ kg/j}}$$

$$MES_s = MES - MES_e = 349,42 - 209,652 = 139,768 \text{ kg/j} \quad ; \quad \mathbf{MES_s=139,768 \text{ kg/j}}$$

Horizon 2050 :

➤ **Volume du décanteur :**

$V = Q_{pts} * T_s$; on prend $T_s = 2 h$

$$V = 309,081 * 2 = 618,16 \text{ m}^3 \quad ; \quad \mathbf{V=618,16 \text{ m}^3}$$

➤ **La surface horizontale du décanteur:**

On fixe la hauteur d'eau à 2.5m

$$S_h = V/H = 618,16 / 2.5 = 247,21 \text{ m}^2 \quad \mathbf{S_h= 247,21 \text{ m}^2}$$

➤ **Le diamètre du décanteur :**

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4*S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4*247,21}{3,14}} = \mathbf{17,74m + 2m \text{ de mise en circulation.}}$$

➤ **La charge superficielle (vitesse limite de chute)**

$$V_a = \frac{Q_{ptp}}{S} = \frac{309,081}{247,21} = \mathbf{1,25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

La vitesse ascensionnelle du décanteur est de l'ordre de $1,25 \text{ m/h} \leq 2,5 \text{ m/h}$

→ La condition est bien vérifiée.

➤ **Détermination du temps de séjours :**

- Débit en temps de pluies : $T_s=2h$.
- Débit de pointe en temps sec : $T_s= V/Q_p= 618,16 /220,095= 2,80h$
- Débit moyen horaire en temps sec : $T_s= V/ Q_h = 618,16 /103,02= 6h$

➤ **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 :

$$\text{DBO}_5 = 795,33 \text{ kg/j}$$

$$\text{MES} = 522,85 \text{ kg/j}$$

- Les charges éliminées par la décantation primaire sont donc :

$$\text{DBO}_{5e} = 795,33 * 0,3 = 239,4 \text{ kg/j} \quad ; \quad \text{DBO}_{5e} = \mathbf{239,4 \text{ kg/j}}$$

$$\text{MES}_e = 522,85 * 0,6 = 313,71 \text{ kg/j} \quad ; \quad \text{MES}_e = \mathbf{313,71 \text{ kg/j}}$$

- Les charges à la sortie du décanteur primaire

$$\text{DBO}_{5s} = \text{DBO}_5 - \text{DBO}_{5e} = 795,33 - 239,4 = 555,93 \text{ kg/j} \quad ; \quad \text{DBO}_{5s} = \mathbf{555,93 \text{ kg/j}}$$

$$\text{MES}_s = \text{MES} - \text{MES}_e = 522,85 - 313,71 = 209,14 \text{ kg/j} \quad ; \quad \text{MES}_s = \mathbf{209,14 \text{ kg/j}}$$

IV.9.3- Le traitement biologique (secondaire) :

IV.9.3-1 Dimensionnement du bassin d'aération :

Compte tenu de la caractérisation de l'effluent urbain de la ville de Messlmoine, Le procédé proposé est basé sur le principe des boues activées à moyenne charge. Le bassin d'aération choisi est de forme rectangulaire où arrivent les eaux usées prétraitées et ayant subi une décantation primaire.

Les paramètres caractérisant le traitement par boues activées à moyenne charge (tableau II.4) sont les suivants :

- **La charge massique (Cm) : [14]**

$$0,15 < C_m < 0,4 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg.MVS.j}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante de Cm:

$$\text{On prend une charge massique : } C_m = \mathbf{0,3 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j}}$$

- **La charge volumique (Cv) : [14]**

$$0,5 < C_v < 1,5 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3.\text{j}$$

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

$$C_v = \mathbf{1 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3.\text{J}}$$

Cv permet d'estimer la capacité du bassin d'aération.

Le bassin d'aération est dimensionné sur la base des charges massique et volumique.

Horizon 2030 : [10,15]

➤ **Le volume du bassin : $V = L_0/C_v$**

$$\text{- } C_v : \text{ Charge volumique (kg DBO}_5/\text{m}^3.\text{j}) \quad C_v = \mathbf{1 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3.\text{j}}$$

$$\text{- } L_0 : \text{ charge polluante (kg DBO}_5/\text{j}). \text{ On a : } L_0 = \mathbf{372,862 \text{ kg/j}}$$

$$V = 372,862/1 = \mathbf{372,862 \text{ m}^3}$$

➤ **La hauteur du bassin :**

Elle est prise généralement entre 3 et 5m

$$\text{On prend : } \mathbf{H = 4 \text{ m}}$$

Surface horizontale du bassin :

$$S_h = V/H = 372,862/4 = 93,21 \text{ m}^2$$

Calcul des dimensions du bassin (rectangle) :

$$L = 2b$$

$$S = L \times b$$

$$\Rightarrow S = 2b^2$$

$$\Rightarrow b = \sqrt{\frac{S}{2}} = \sqrt{\frac{93,21}{2}}$$

$$b = 6.82 \text{ m} ; L = 13.65 \text{ m}$$

La masse de boues dans le bassin

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{372.862}{0.3} = 1242,87 \text{ Kg MVS}$$

Concentration de boues dans le bassin

$$[X_a] = X_a / V = 1242.87/372,862 = 3.33 \text{ Kg/m}^3 \text{ soit } 3.4 \text{ g/l}$$

$$\text{-Vérification : } [X_a] = C_v / C_m = 1/0.3 = 3.33 \text{ Kg/m}^3 \text{ soit } 3.4 \text{ g/l}$$

Calcul du temps de séjour

$$\text{- Pour le débit moyen horaire : } T_s = \frac{V}{Q_{moy.h}} = \frac{372.862}{151,05} = 2.46 \text{ h}$$

$$\text{- Pour le débit de pointe par temps sec : } T_s = \frac{V}{Q_{pts}} = \frac{372.862}{207} = 1.80 \text{ h}$$

Concentration de l'effluent en DBO₅ :

$$S_o = L_0 / Q_{moy.j} = 372.862/1656 = 225.15 \text{ mg/l}$$

La charge polluante à la sortie du bassin d'aération (Sf= 30 mg/l)

La charge polluante exprimée en DBO₅ à la sortie du bassin d'aération a une concentration Sf conforme aux normes de rejets fixées à 30 mg/l de DBO₅.

D'où la charge :

$$L_f = S_f \cdot Q_{moy.j} = 0,030 \cdot 3625.2 = 108,75 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

La charge polluante en DBO₅ éliminée Le

$$L_e = L_0 - L_f = 372,862 - 108.75 = 264.112 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

Le rendement de l'épuration

$$\eta_{ep} = (L_0 - L_f) / L_0 = L_e / L_0 = (372.862 - 108.75) / 372.862 = 70.83\%$$

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

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

$$q_{O_2} = a' Le + b' Xa$$

- **Le** : DBO₅ 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 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

Type de traitement	a'	b'
Faible charge	0,65	0,065
Moyenne charge	0,60	0,08
Forte charge	0,55	0,12

Tableau IV.4 : valeurs de a' et b' en fonction du type de traitement par boues activées [15]

Puisque nous avons choisi un traitement à moyenne charge, les valeurs de a' et b' sont :
a' = 0,60 et b' = 0,08

La quantité d'oxygène journalière :

$$q_{O_2} = 0,60 * 264,112 + 0,08 * 1242,87 = 257,89 \text{ kg } O_2/j$$

La quantité d'oxygène horaire :

$$q_{O_2} = 257,89 / 24 = 10,74 \text{ kg } O_2/h.$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin

$$q_{O_2} = q_{O_2} / v = 257,89 / 372,862 = 0,69 \text{ kg } O_2/m^3j$$

La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :

$$q_{O_2} = (a' Le/Td) + (b' Xa/24).$$

$$Td : \text{période diurne en heures } Td = 16h. q_{O_{2pte}} = (0,60 * 264,112 / 16) + (0,08 * 1242,87 / 24) = 14,04 \text{ Kg } O_2/h.$$

Besoin réel en pointe en oxygène :

En tenant compte du transfert de l'oxygène atmosphérique dans les eaux, qui peut être estimé à 60 à 70%, la quantité d'oxygène nécessaire est donc :

$$q_{O_2} = 257,89 * 100 / 70 = 368,41 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

Calcul des caractéristiques de l'aérateur**a- Calcul de la puissance de l'aérateur (p)**

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre 1,5 et 1,8 kgO₂/kw.h

$$P = \frac{q_{O_2}}{R_{O_2}} = \frac{368,41}{1,7 * 24} = 9,03 \text{ kw}$$

b- Puissance de brassage :

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante :

$$P_b = Sh * P_a$$

P_a : puissance spécifique absorbé

(La puissance spécifique absorbé P_a pour les aérateurs de surface est P_a = 75 w/m²)

Sh : la surface horizontale du bassin.

$$P_b = 93,21 * 75 = 6990 \text{ w} = 6,990 \text{ kw}$$

Calcul de nombre d'aérateur dans le bassin :

$$N_a = P/P_b = 9,03/6,99 = 1,29$$

On prend deux aérateurs (**N_a = 2**)

Calcul de la quantité des boues en excès :

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

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

Avec :

X_{min} : boues minérales (25% MES)

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

a_m: coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g DBO₅ éliminées).

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

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.)

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
a_m	0,5	0,53	0,55
b	0,06	0,055	0,05

Tableau IV.5 : Les valeurs moyennes des paramètres a_m et b [9]

On prend :

- $a_m = 0,53$

- $b = 0,055$

La charge journalière en MES à la sortie de décanteur primaire est **139,768 kg/j**.

$$X_{min} = 0,25 * 209,14 = 52,28 \text{ kg/j}$$

$$X_{dur} = 0,3 \text{ MVS} = 0,3 * (0,7 * 209,14) = 43,91 \text{ kg/j}$$

$$a_m L_e = 0,53 * 264,112 = 139,97 \text{ kg/j}$$

$$b X_a = 0,055 * 1242,87 = 68,35 \text{ kg/j}$$

$$X_{eff} = 0,03 * 1656 = 49,68 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 52,28 + 43,91 + 139,97 - 68,35 - 49,68 = \mathbf{118,13 \text{ kg/j}}$$

Concentration des boues en excès

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

Avec :

X_m : concentration des boues en excès

I_m : indice de Mohlman. Il indique la bonne décantabilité des boues.

Si on suppose que les boues se décantent bien, l'indice de Mohlman se situe entre 80 et 150. Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

On prend alors $I_m = 115$

D'où :

$$[X_m] = \frac{1200}{115} = \mathbf{10,43 \text{ kg/m}^3}$$

Le débit de boues en excès (Q_{bexc}) :

Ce débit est donné par : $Q_{bexc} = \frac{\Delta X}{X_m}$

$$Q_{bexc} = \frac{118,13}{10,43} = \mathbf{163,04 \text{ m}^3/\text{j}}$$

Le débit spécifique par m^3 de bassin :

Le débit spécifique est donné par la relation : $q_{sp} = \frac{\Delta X}{V}$

V : Volume de bassin

$$\text{Donc : } q_{sp} = \frac{118,13}{372,862} = \mathbf{0,31 \text{ Kg/m}^3/\text{j}}$$

Les boues recyclées :

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin, le recyclage est effectué à partir du clarificateur ou décanteur secondaire.

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit.

Il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100 * [Xa]}{\frac{1200}{Im} - [Xa]}$$

Avec :

R : taux de recyclage (%)

[Xa] : concentration des boues dans le bassin : **[Xa] = 3,4 kg/m³**

$$R = \frac{100 * [3,4]}{\frac{1200}{115} - [3,4]} = 48,36\% ;$$

$$R = 48,36\%$$

Le débit des boues recyclées :

$$Q_r = R Q_j$$

Donc :

$$Q_r = 0,4836 * 1656 = 800,84 \text{ m}^3/\text{j}$$

Age des boues :

$$A_g = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{1242,87}{118,13} = 10,52 \text{ jours}$$

Horizon 2050 :

Le volume du bassin : $V = L_0 / C_v$

- C_v : Charge volumique (kg DBO₅/m³.j) $C_v = 1 \text{ Kg DBO}_5 / \text{m}^3 \text{ j}$
- L_0 : charge polluante (kg DBO₅/j). On a : $L_0 = 555,93 \text{ kg/j}$

$$V = 555,93 / 1 = 555,93 \text{ m}^3$$

La hauteur du bassin :

Elle est prise généralement entre 3 et 5m donc on prend : **H = 4 m**

Surface horizontale du bassin :

$$S_h = V / H = 555,93 / 4 = 138,98 \text{ m}^2$$

Calcul des dimensions du bassin (rectangle) :

$$L = 2b$$

$$S = L \times b$$

$$\Rightarrow S = 2b^2$$

$$\Rightarrow b = \sqrt{\frac{S}{2}} = \sqrt{\frac{138,98}{2}}$$

$$b = 8,33 \text{ m} ; L = 16,67 \text{ m}$$

La masse de boues dans le bassin

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{555,93}{0,3} = 1853,1 \text{ Kg MVS}$$

Concentration de boues dans le bassin

$$[Xa] = Xa / V = 1853.1/555.93 = 3.33 \text{ Kg/m}^3 \text{ soit } 3.4 \text{ g/l}$$

$$\text{-Vérification : } [Xa] = Cv / Cm = 1/0.3 = 3.33 \text{ Kg/m}^3 \text{ soit } 3.4 \text{ g/l}$$

Calcul du temps de séjour

$$\text{- Pour le débit moyen horaire : } Ts = \frac{V}{Q_{moy h}} = \frac{555.93}{220.095} = 2.52 \text{ h}$$

$$\text{- Pour le débit de pointe par temps sec : } Ts = \frac{V}{Q_{pts}} = \frac{555.93}{308.081} = 1.80 \text{ h}$$

Concentration de l'effluent en DBO₅ :

$$So = Lo / Q_{moy j} = 555.93/2472.67 = 225 \text{ mg/l}$$

La charge polluante à la sortie du bassin d'aération (Sf= 30 mg/l) :

$$Lf = Sf \cdot Q_{moy j} = 0,030 \cdot 5281.94 = 158.45 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

La charge polluante en DBO₅ éliminée Le

$$Le = Lo - Lf = 555.93 - 158.45 = 397.48 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

Le rendement de l'épuration

$$\eta_{ep} = (Lo - Lf) / Lo = Le / Lo = (555.93 - 158.45) / 555.93 = 71.49\%$$

Besoins en oxygène :

Puisque nous avons choisi un traitement à moyenne charge, les valeurs de a' et b' sont :

$$a' = 0,60 \text{ et } b' = 0,08$$

La quantité d'oxygène journalière :

$$q_{o2} = 0,60 \cdot 397,48 + 0,08 \cdot 1853.1 = 387,33 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

La quantité d'oxygène horaire :

$$q_{o2} = 387,33/24 = 16,14 \text{ Kg O}_2/\text{h.}$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin

$$q_{o2} = q_{o2} / v = 387,33 / 555,93 = 0,71 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3/\text{j}$$

La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :

$$q_{o2pte} = (0,60 \cdot 397,48/16) + (0,08 \cdot 1853,1/24) = 21,08 \text{ Kg O}_2/\text{h.}$$

Besoin réel en pointe en oxygène :

$$q_{o2} = 387,33 \cdot 100/70 = 553,32 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

Calcul des caractéristiques de l'aérateur :

a- Calcul de la puissance de l'aérateur (p)

$$P = \frac{q_{o2}}{Ro2} = \frac{553,32}{1.7 \cdot 24} = 13,56 \text{ kw}$$

b- Puissance de brassage :

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante :

$$Pb = Sh \cdot Pa$$

Pa : puissance spécifique absorbé

(La puissance spécifique absorbé Pa pour les aérateurs de surface est $Pa = 75 \text{ w/m}^2$)

Sh : la surface horizontale du bassin.

$$Pb = 138,98 \cdot 75 = 10423,5 \text{ w} = 10,42 \text{ kw}$$

Calcul du nombre d'aérateur dans le bassin :

$$N_a = P/P_b = 13,56/10,42 = 1,3$$

On prend deux aérateurs (**$N_a = 2$**)

Calcul de la quantité des boues en excès :

La charge journalière en MES à la sortie de décanteur primaire est 209,14 kg/j

$$X_{min} = 0,25 * 313,71 = 78,42 \text{ kg/j}$$

$$X_{dur} = 0,3 \text{ MVS} = 0,3 * (0,7 * 313,71) = 65,87 \text{ kg/j}$$

$$a_m L_e = 0,53 * 397,48 = 210,66 \text{ kg/j}$$

$$b X_a = 0,055 * 1853,1 = 101,92 \text{ kg/j}$$

$$X_{eff} = 0,03 * 2472,67 = 74,18 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 78,42 + 65,87 + 210,66 - 101,92 - 74,18 = \mathbf{178,85 \text{ kg/j}}$$

Concentration des boues en excès :

$$[X_m] = \frac{1200}{115} = \mathbf{10,43 \text{ kg/m}^3}$$

Le débit de boues en excès (Q_{bexc}) :

Ce débit est donné par : $Q_{bexc} = \frac{\Delta X}{X_m}$

$$Q_{bexc} = \frac{178,85}{10,43} = \mathbf{17,14 \text{ m}^3/\text{j}}$$

Le débit spécifique par m^3 de bassin :

Le débit spécifique est donné par la relation : $q_{sp} = \frac{\Delta X}{V}$

V: Volume de bassin

$$\text{Donc : } q_{sp} = \frac{178,85}{372,862} = \mathbf{0,47 \text{ kg/m}^3/\text{j}}$$

Les boues recyclées :

$$R = \frac{100 * [3,4]}{\frac{1200}{115} - [3,4]} = \mathbf{48,36\%} ;$$

Le débit des boues recyclées : $Q_r = 0,4836 * 2472,67 = \mathbf{1195,78 \text{ m}^3/\text{j}}$.

Age des boues : $A_g = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{1853,1}{178,85} = \mathbf{10,36 \text{ jours}}$

IV.9.3-2 Calcul du clarificateur (décanteur secondaire) : [9,15]

Le clarificateur a pour but la séparation des floccs biologiques de l'eau à épurer. Les boues déposées dans le clarificateur sont recerclées 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).

IV.9.3.2-1 Dimensionnement du clarificateur :

Horizon 2030 :

Données de base :

- Le temps de séjour: $T_s = 2h$.
- Le débit de pointe en temps sec (débit de la station) : $Q_{pts} = 151,05 \text{ m}^3/h$

Le volume du clarificateur :

$$V = Q_{pts} * T_s = 151,05 * 2 = 302,1 \text{ m}^3$$

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 : $H = 4,75 \text{ m}$.

La surface horizontale :

$$S_h = V/H ; S_h = 302,1/4 = 75,52 \text{ m}^2$$

Diamètre de clarificateur :

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4*S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4*75,52}{3,14}} = 9,8\text{m}$$

Le temps de séjour :

- Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = V/Q_{moyh} = 302,1 / 69 = 4,37\text{h}$$

- Pour le débit par temps de pluie :

$$T_s = V/Q_{pts} = 302,1 / 207 = 1,46 \text{ h}$$

Horizon 2050 :

Données de base :

- Le temps de séjour: $T_s = 2h$.
- Le débit de pointe en temps sec (débit de la station) : $Q_{pts} = 220,095 \text{ m}^3/h$

Le volume du clarificateur :

$$V = Q_{pts} * T_s = 220,095 * 2 = 440,19 \text{ m}^3$$

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 : $H = 4,75 \text{ m}$.

La surface horizontale :

$$S_h = V/H ; S_h = 440,19/4 = 110,047 \text{ m}^2$$

Diamètre de clarificateur :

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 110,047}{3,14}} = 11,84 \text{ m}$$

Le temps de séjour :

- Pour le débit moyen horaire

$$T_s = V/Q_{\text{moyh}} = 440,19/103,02 = 4,27 \text{ h}$$

- Pour le débit par temps de pluie :

$$T_s = V/Q_{\text{pts}} = 440,19/309,081 = 1,42 \text{ h}$$

IV.9.4 Traitement tertiaire (désinfection) [5,9]:

Dans le cas où ces eaux seront valorisées (agriculture), il est nécessaire de procéder à un traitement tertiaire tel que la chloration, pour des raisons économiques et d'efficacité, cette technique n'élimine qu'une partie des germes pathogènes. On utilise alors le pouvoir oxydant du chlore avec un contact supérieur à 30 minutes au débit de pointe, les doses moyennes sont de l'ordre de 2 à 8 mg/l selon la qualité de l'eau (eau brute, eau décantée, eau traitée biologiquement...)

On utilise une dose de 8 mg/l pendant un temps de contact de 30 min.

Horizon 2030 :**La dose journalière du chlore Dj :**

$$D_j = Q_{\text{moy,j}} \cdot 0,008 = 1656 \cdot 0,008 = 13,25 \text{ kg/j}$$

Dimensionnement du bassin de désinfection :

$$Q_{\text{pts}} = 151,05 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (débit de pointe en temps sec)}$$

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

Le volume du bassin :

$$V = Q_{\text{pts}} \cdot T_s = 151,05 \cdot 30/60 = 75,525 \text{ m}^3$$

La hauteur du bassin :

On fixe **H= 3m**

La surface horizontale :

$$S_h = V/H = 75,525/3 = 25,175 \text{ m}^2$$

La largeur et la longueur :

On prend: $L=2b$

$$S = L \cdot b; \text{ d'où } S = 2b^2$$

$$b = \sqrt{\frac{S}{2}} = \sqrt{\frac{25,175}{2}} = 3,54 \text{ m}$$

$$L = 2 \cdot 3,54 = 7,08 \text{ m}$$

Horizon 2050 :**La dose journalière du chlore Dj :**

$$D_j = Q_{\text{moy,j}} \cdot 0,008 = 2472,67 \cdot 0,008 = 19,78 \text{ kg/j}$$

Dimensionnement du bassin de désinfection :

$$Q_{\text{pts}} = 220,095 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (débit de pointe en temps sec)}$$

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

Le volume du bassin :

$$V = Q_{pts} * T_s = 220,095 * (30/60) = 110,047 \text{ m}^3$$

La hauteur du bassin : On fixe $H = 3\text{m}$

La surface horizontale : $S_h = V/H = 110,047/3 = 36,68\text{m}^2$

La largeur et la longueur :

On prend: $L = 2b$

$$\Rightarrow S = L * b \text{ d'où } S = 2b^2 \rightarrow b = \sqrt{\frac{S}{2}} = \sqrt{\frac{36,68}{2}} = 4,28\text{m}$$

$$\Rightarrow L = 2 * 4,28 = 8,56\text{m}$$

\Rightarrow

IV.9.5 Traitement des boues : [5,16]

Les boues humides épaissies, les boues primaires sont pompées dans les digesteurs ou les batteries anaérobies transforment 60% des matières organiques en méthane et en dioxyde de carbone.

Ce procédé réduit la quantité de matières solides ainsi que la concentration d'organismes pathogène. Les boues demeurent dans les digesteurs: anaérobie (pouvant atteindre 60 jours) ou aérobie (durée de digestion 10 à 15 jours), pendant lesquelles elles sont vigoureusement mélangées et maintenant à une température de 35°C. Le méthane est ensuite récupère comme combustible pour alimenter le fonctionnement de notre station en électricité à l'aide d'une turbine qui va transformer le biogaz en électricité. Les matières organique présentes dans les boues digérées, appelées bio-solides, servent comme amendements organique des sols agricoles

La filière de traitement de boues sera comme suit :

- Un épaississeur des boues.
- Un digesteur
- Une déshydratation par lits de séchage

IV.9.5 -1 Dimensionnement de l'épaississeur :

Il reçoit les boues issues du décanteur primaire et secondaire.

Horizon 2030 :

La production journalière des boues est de:

Boues issues du décanteur primaire

La boue primaire : $DX_p = DBO_{5e} + MESe$

$$DX_p = 159,798 + 209,652 = 369,45 \text{ kg/j}$$

Boues issues du décanteur secondaire

Boues secondaire : $DX_s = 118,13 \text{ kg/j}$

La quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_t = DX_p + DX_s = 369,45 + 118,13 = 487,58 \text{ kg/j}$$

La concentration de la boue à l'entrée de l'épaississeur : $S = 10,43 \text{ kg/m}^3$.

Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S$$

DX_p : quantité issues du décanteur primaire

$$Q_1 = 369,45 / 10,43 = 35,42 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Le débit arrivant du décanteur secondaire

$$Q_2 = DX_s / S$$

$$Q_2 = 118,13 / 10,43 = 11,36 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Le débit total (Q_t) :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 35,42 + 11,36 = 46,78 \text{ m}^3/\text{j}$$

Concentration du mélange :

Elle est donnée par la relation suivante :

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

$$[S] = \frac{487,58}{46,78} = 10,43 \text{ Kg/m}^3.$$

Volume de l'épaisseur :

T_s : temps de séjours = 2j.

$$V = Q_t \cdot T_s = 46,78 \cdot 2 = 93,56 \text{ m}^3$$

Surface horizontale :

Pour une profondeur de H=5m

$$S_h = V / H = 93,56 / 5 = 18,71 \text{ m}^2$$

Le diamètre :

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \cdot S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18,71}{3,14}} = 4,88 \text{ m}$$

Horizon 2050 :

La production journalière des boues est de:

Boues issues du décanteur primaire

La boue primaire : DX_p = DBO_{5e} + MESe

$$DX_p = 239,4 + 313,71 = 553,11 \text{ kg/j}$$

Boues issues du décanteur secondaire

Boues secondaire DX_s = 178,85 kg/j

La quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_t = DX_p + DX_s = 369,45 + 178,85 = 548,3 \text{ kg/j}$$

La concentration de la boue à l'entrée de l'épaisseur : S = 10,43 kg/m³.

Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S$$

DX_p : quantité issues du décanteur primaire

$$Q_1 = 369,45 / 10,43 = 35,42 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Le débit arrivant du décanteur secondaire

$$Q_2 = DX_s / S$$

$$Q_2 = 178,85 / 10,43 = 17,14 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Le débit total (Q_t) :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 35,42 + 17,14 = 52,56 \text{ m}^3/\text{j}$$

Concentration du mélange :

Elle est donnée par la relation suivante :

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

$$[S] = \frac{548,3}{52,56} = 10,43 \text{ kg/m}^3.$$

Volume de l'épaisseur :

Ts : temps de séjours = 2j.

$$V = Q_t \cdot T_s = 52,56 \cdot 2 = \mathbf{105,12 \text{ m}^3}$$

Surface horizontale :

Pour une profondeur de H=5m

$$S_h = V / H = 105,12 / 5 = \mathbf{21,02 \text{ m}^2}$$

Le diamètre :

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \cdot S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21,02}{3,14}} = \mathbf{5,17 \text{ m}}$$

IV.9.5 -2 Dimensionnement du digesteur :

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

Horizon 2030 :

Débit des boues arrivant au digesteur :

La concentration des boues à l'extraction varie entre 20 à 25 kg/m³.

On prendra la valeur 25 kg/m³.

La quantité des boues à extraire sera de:

$$Q_b = \frac{DX \cdot t}{25} = 487,58 / 25 = \mathbf{19,50 \text{ m}^3/\text{j.}}$$

Temps de séjour du digesteur :

Temps de séjour du digesteur : Le temps de séjour dans le digesteur est de 20 jours.

Ts= 20 jours.

Le volume du digesteur :

Il est donné par la formule suivante :

$$V_d = Q_b \cdot T_s = 19,50 \cdot 20 = \mathbf{390 \text{ m}^3}$$

Diamètre du digesteur :

Il est donné par la formule suivante :

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \cdot V_d}{\pi \cdot 5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 390}{3,14 \cdot 5}} = \mathbf{9,96 \text{ m}}$$

Nous prenons $\varnothing = 10 \text{ m}$ et $H = 5 \text{ m}$.

Surface horizontale :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$S_h = \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 9,96^2}{4} = \mathbf{78 \text{ m}^2}$$

Quantité de matière sèche des boues fraîches :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$F_g = Q_b \cdot F_s \cdot K_s$$

Q_b : le débit des boues arrivant au digesteur.

F_s : la teneur en matière solide 30%.

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

Donc : $F_g = 19,50 \cdot 0,3 \cdot 1 = \mathbf{5,85 \text{ tonnes/j.}}$

Quantité de matière organique dans la boue fraîche :

Elle présente 70% de la quantité des matières sèches des boues fraîches, donc :

$$F_0 = 0,7 * F_g$$

$$F_0 = 0,7 * 5,85 = 4,09 \text{ tonnes/j}$$

Horizon 2050 :**Débit des boues arrivant au digesteur :**

La concentration des boues à l'extraction varie entre 20 à 25 kg/m³.

On prendra la valeur 25 kg/m³.

La quantité des boues à extraire sera de:

$$Q_b = \frac{DX \text{ t}}{25} = 548,3 / 25 = 21,93 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Temps de séjour du digesteur :

Temps de séjour du digesteur : Le temps de séjour dans le digesteur est de 20 jours.

T_s = 20 jours.

Le volume du digesteur :

Il est donné par la formule suivante :

$$V_d = Q_b * T_s = 21,93 * 20 = 438,6 \text{ m}^3$$

Diamètre du digesteur :

Il est donné par la formule suivante :

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 * V_d}{\pi * 5}} = \sqrt{\frac{4 * 438,6}{3,14 * 5}} = 10,56 \text{ m}$$

Nous prenons $\varnothing = 1 \text{ m}$ et $H = 5 \text{ m}$.

Surface horizontale :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$S_h = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} = \frac{3,14 * 10,56^2}{4} = 78,58 \text{ m}^2.$$

Quantité de matière sèche des boues fraîches :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$F_g = Q_b * F_s * K_s$$

Q_b : le débit des boues arrivant au digesteur.

F_s : la teneur en matière solide 30%.

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

Donc : $F_g = 21,93 * 0,3 * 1 = 6,58 \text{ tonnes/j}$

Quantité de matière organique dans la boue fraîche :

Elle présente 70% de la quantité des matières sèches des boues fraîches, donc :

$$F_0 = 0,7 * F_g$$

$$F_0 = 0,7 * 6,58 = 4,6 \text{ tonnes/j}$$

IV.9.5 -3 Dimensionnement des lits de séchage pour la déshydratation : [5]

Les boues épaissies sont épandues sur des lits pour y être déshydratées naturellement, la technique consiste à sécher les boues à l'aire libre sur des lits de séchage drainés.

On admet généralement une surface de 1m^2 pour 2.5 à 3 EH. C'est un procédé simple, nécessite une importante main-d'œuvre et une grande surface de terrain.

Les lits de séchage comportent un massif drainant constitué de sable et de mâchefer. L'épaisseur du massif est voisine de 0.2 à 0.3m

Les eaux d'égouttage sont collectées par des drains et renvoyé en tête de station.

Les base de dimensionnement des lits de séchage sont définies par :

- 0.3 à 0.7 Kg de MS/ m^3 drainé ;
- Durée de séchage de 4 à 6 semaines.

Dimensionnement des lits de séchage pour la déshydratation :

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est la boue primaire et la boue secondaire.

Horizon 2030 :

$$DX_t = DX_p + DX_s = 369,45 + 118,13 = \mathbf{487,58 \text{ kg/j}}$$

Volume d'un lit :

Pour calculer le volume de lit de séchage nous avons :

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 et 30 cm

Nous prenons : $e=30 \text{ cm}$

La longueur $L= (20 \text{ à } 30) \text{ m}$

On prend : $L= 30\text{m}$; $H= 1\text{m}$; $B= 8\text{m}$; $V= 8 \times 30 \times 0.3 = \mathbf{72 \text{ m}^3}$.

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l [5]

Nous prenons une concentration de 35g/L, le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{DX_t}{35} = \frac{487,58}{35} = 13,93 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Volume des boues épandues par lit et par an :

Nous admettons que le lit sert 10 fois par an donc

$$V_a = 10 \times 72 = \mathbf{720 \text{ m}^3}$$

Volume des boues à sécher par an :

Il est donné par la formule suivante :

$$V_{an} = V_e \times 365 = 13,93 \times 365 = \mathbf{5084,76 \text{ m}^3/\text{an}}.$$

Nombre de lits nécessaires :

Il est donné par la formule suivante :

$$N = \frac{V_{an}}{V_a} = \frac{5084,76}{720} = 7$$

$N=7$ lits.

Surface nécessaire : $S = S_0 \times N$

Où : S_0 : surface d'un lit de séchage : $S_0 = L \times b = 30 \times 8 = \mathbf{240 \text{ m}^2}$

D'où : $S = 240 \times 7 = \mathbf{0,16 \text{ ha}}$.

Horizon 2050 :

$$DX_t = DX_p + DX_s = 553,11 + 178,85 = \mathbf{731,96 \text{ kg/j}}$$

Volume d'un lit :

Pour calculer le volume de lit de séchage nous avons :

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 et 30 cm

Nous prenons : e=30 cm

La longueur L= (20 à 30) m

$$\text{On prend } L= 30\text{m} ; H= 1\text{m} ; B= 8\text{m} \quad ; \quad V= 8 \times 30 \times 0.3 = \mathbf{72 \text{ m}^3}.$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l [5] .

Nous prenons une concentration de 35g/L, le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{DX_t}{35} = \frac{731,96}{35} = 20,91 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Volume des boues épandues par lit et par an :

Nous admettons que le lit sert 10 fois par an donc

$$V_a = 10 \times 72 = 720 \text{ m}^3$$

Volume des boues à sécher par an :

Il est donné par la formule suivante :

$$V_{an} = V_e \times 365 = 20,91 \times 365 = \mathbf{7633,29 \text{ m}^3/\text{an}}.$$

Nombre de lits nécessaires :

Il est donné par la formule suivante :

$$N = \frac{V_{an}}{V_a} = \frac{7633,29}{720} = 10,6$$

N=11 lits.

Surface nécessaire : S = S₀ *N

$$\text{Ou : } S_0 : \text{ surface d'un lit de séchage : } S_0 = L * b = 30 * 8 = \mathbf{240 \text{ m}^2}$$

$$\text{D'où : } S = 240 * 11 = \mathbf{0,26 \text{ ha}}.$$

Désignation	Unité	Horizon 2030	Horizon 2050
IV-9-1 Le prétraitement	/	/	/
IV.9.1-1 dégrillage	/	/	/
a Grille grossière	/	/	/
- Epaisseur des barreaux (d)	m	0,02	0,02
- Espacement des barreaux (e)	m	0,05	0,05
- Largeur de la grille (l)	m	0,22	0,324
- Nombre des barreaux	barreaux	3	4
- Pert de charge (ΔH)	m	0,015	0,015
- Inclinaison	°	60	60
b Grille fin	/	/	/
- Epaisseur des barreaux (d)	m	0,01	0,01
- Espacement des barreaux (e)	m	0,01	0,01
- Largeur de la grille (l)	m	0,31	0,46
- Nombre des barreaux	barreaux	15	23
- Pert de charge (ΔH)	m	0,05	0,05
- Inclinaison	°	60	60
IV.9.1-2 Le dessablage	/	/	/
- Longueur (L)	m	20	20
- Largeur (l)	m	0,9	1,3
- Hauteur (H)	m	2	2
- Nombre	/	1	1
- Quantité d'air à injecter (q_{air})	(m ³ dair/h)	310,5	463,32
IV.9.2 Décanteur primaire	/	/	/
- Diamètre (\emptyset)	m	14,52+2	17,74+2
- Profondeur (H)	m	2,5	2,5
- Volume (V)	m ³	414	618,16
- Nombre (N)	/	1	1
IV.9.3 Le traitement secondaire	/	/	/
IV.9.3-1 Le bassin d'aération	/	/	/
- Débit moyenne journalier ($Q_{moy.j}$)	m ³ /j	1656	2472,67
- Charge polluante à l'entrée du bassin (L_0)	Kg/j	372,862	555,93
- Concentration de l'effluent en DBO ₅ S_0	mg/l	225,15	225
- La charge polluante à la sortie L_f	Kg DBO ₅ /j	108,75	158,45
- La charge polluante éliminée L_e	Kg DBO ₅ /j	264,112	397,48
- Charge massique C_m	Kg DBO ₅ / KgMVS. j	0.3	0.3
- Charge volumique C_v	Kg DBO ₅ / m ³ j	1	1
- Rendement (η_{ep})	%	70,83	71,49

- Masse de boues dans le bassin Xa	Kg MVS	1242,87	1853,1
- Concentration des boues [Xa]	Kg/ m ³	3,4	3,4
- Longueur (L)	m	13,65	16,67
- Largeur (b)	m	6,82	8,33
- Profondeur (H)	m	4	4
- Nombre d'aérateurs (N)	/	2	2
- Temps de séjour :	/	/	/
en temps débit moyenne horaire	h	2,46	2,52
en temps de débit point sec	h	1,8	1,8
- Quantité en oxygène journalière (q _{o2})	Kg o ₂ /j	257,89	387,33
- Quantité en oxygène horaire (q _{o2})	Kg o ₂ /h	10,74	16,4
- Quantité d'oxygène nécessaire en cas de point (q _{o2 pte})	Kg o ₂ /h	14,04	21,08
- Puissance nécessaire à l'aération (P)	KW	9,08	13,56
Recirculation des boues :	/	/	/
- Taux de recyclage (R)	%	48,36	48,36
- Boues en excès (ΔX)	Kg/ j	118,13	178,85
- Débit de boue recyclée (Q _r)	m ³ / j	884,8	1195,78
- Age des boues (A _g)	j	10,52	10,36
IV.9.3 -2 Le clarificateur	/	/	/
- Diamètre (Ø)	m	9,8	11,84
- Profondeur (H)	m	4+0,75	4+0,75
- Nombre (N)	/	1	1
IV.9.4 Le traitement tertiaire	/	/	/
- Profondeur (H)	m	3	3
- Longueur (L)	m	7,09	8,56
- Largeur (b)	m	3,54	4,28
- Nombre (N)	/	1	1
- Dose journalière du chlore (D _j)	Kg/ j	13,25	19,78
IV.9.5 Le traitement des boues	/	/	/
IV.9.5 -1Epaississeur	/	/	/
Boues issues du décanteur primaire DX _p	kg/j	369,45	553,11
Boues issues du décanteur secondaire DX _s	kg/j	118,13	178,85
la quantité totale journalière des boues DX _t	kg/j	487,58	548,3
Le débit arrivant du décanteur primaire Q ₁	m ³ / j	35 ,42	35,42
Le débit arrivant du décanteur secondaire Q ₂	m ³ / j	11,36	17,14
Le débit total (Q _t)	m ³ / j	48,78	52,56
- Le volume de l'épaississeur (V)	m ³	93,56	105,12
- Profondeur (H)	m	5	5
- Diamètre (Ø)	m	4,88	5,17
- Nombre de bassins (N)	/	1	1

IV.9.5 -2 Digesteur	/	/	/
- Débit arrivée de digesteur (Q_b)	m^3/j	19,50	21,93
- Le volume (V_d)	m^3	390	438,6
- Hauteur (H)	m	5	5
- Diamètre (\emptyset)	m	9,96	10,56
- Quantité de matière séchée des boues fraîches (F_g)	Tonne/j	5,85	6,58
- Quantité de matière organique dans la boue fraîche (F_0)	Tonne/j	4,09	4,06
- Nombre(N)	/	1	1
IV.9.5 -3 Lits de séchage	/	/	/
- Volume d'un lit (V)	m^3	72	72
- le volume journalier des boues épandues (V_e)	m^3 par j	13,93	20,91
- Volume des boues épandues par lit et par an (V_a)	m^3 par an	720	720
- Volume des boues à sécher par an (V_{an})	m^3 par an	5084,76	7633,29
- Hauteur (H)	m	1	1
- Longueur (L)	m	30	30
- Largeur (B)	m	8	8
- L'épaisseur (e)	m	0,3	0,3
- Nombre de lits nécessaires (N)	/	7	11

Tableau IV.6: récapitulatif des dimensions des ouvrages de la STEP de Messelmounepour l'horizon 2030 et 2050 (fiche technique).

Conclusion générale

A l'issu de notre modeste étude, nous pourrions conclure ce qui suit :

Le projet de traitement des eaux usées de Messelmoune est de la plus haute importance pour cette ville, protéger la principale source d'approvisionnement en eau potable de cette région et ainsi protéger le milieu récepteur en répondant aux exigences de la législation à savoir respecter les normes de rejet stipulées dans la législation, il est nécessaire de lutter contre cette pollution pour répondre aux besoins en eau d'irrigation des cultures utilisés dans ce domaine et à une bonne gestion de l'eau (recyclage).

L'étude a porté essentiellement sur deux volets :

1- caractérisation de l'effluent qui a conduit à :

- ❖ La confirmation du caractère biodégradable du rejet.
- ❖ Un effluent moyennement chargé qui peut être considéré comme un substrat équilibré pour le développement des bactéries épuratrices avec une constante cinétique de dégradation en accord avec la littérature.
- ❖ Ces observations nous ont permis d'arrêter le choix du procédé boues actives à moyenne charge qui est le procédé le plus utilisé dans les stations d'épuration en Algérie.

2- La deuxième partie est consacrée au dimensionnement des ouvrages d'épuration des eaux et de traitement des boues.

- ❖ Calcul des dimensions des ouvrages de la STEP en tenant compte des quatre procédés épuratoires choisis (prétraitement, traitement primaire, Le traitement secondaire, Le traitement tertiaire "Le traitement des boues").
- ❖ à propos du choix du débit de calcul, nous avons opté pour le débit en temps de pointe sec (débit moyen journalier), ce qui est généralement admis par les maîtres d'œuvre.

Enfin, la STEP proposée permettra de générer de multiples bénéfices pour la région, dont les plus importants sont :

- ❖ Sur le plan sanitaire : protection de l'environnement (oued Messelmoune et littoral), le champ de captage d'eau potable (les eaux souterraines), éliminer les cas de maladie à transmission hydrique (MTH) et d'arrêter de nuire à l'environnement.
- ❖ Sur le plan économique : La valorisation des boues et la réutilisation des eaux épurées sont les deux autres perspectives dont pourront bénéficier les agriculteurs de la région.

En fin, nous souhaitons que ce projet soit réalisé dans les plus brefs délais.

Bibliographie

- [1] :PDF, Rapport de l'expert indépendant sur la question des obligations en matière de droits de l'homme accès à l'eau potable et aux services d'assainissement, Mme Catarina de Albuquerque, titre :Promouvoir et protéger tous les droits de l'homme civils, politiques et économiques,droits sociaux et culturels, y compris le droit au développement, 1 juillet 2009.
- [2] : Service Statistique de L'APC de MESSELMOUNE.
- [3] : BENMEDDAH KHADIDJA, Mémoire, Thème : Etablissement de carte de ressources en eaux souterraines de la wilaya de Tipaza, promotion : 2017/2018.
- [4] : François Renard, Master professionnel- DESS cours d'hydrogéologie, octobre 2002.
- [5] : Marc Satin, Béchir Selmi, Guide Technique de L'assainissement, 3^{ème} édition, le moniteur, 2006.
- [6] : Abed –Brahim, thèse de doctorat ; traitement des eaux usées pour la zone Touggourt par installation de purification locales, Année universitaire : 2014 /2015.
- [7] : PDF, titre, Composition et définition d'une eau résiduaire urbaine à dominante domestique à l'entrée des stations d'épuration, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture.
- [8] : TP : Traitement des eaux usées, École supérieure de l'hydraulique, année universitaire : 2018 /2019.
- [9] : BELARBIA Abdenour, BELMILOUD Kamel, mémoire, thème : dimensionnement de la station d'épuration de la ville de tazmalt wilaya de BEJAIA, promotion 2014/2015.
- [10] : Mme ANSER, cours Epuration et Réutilisation des Eaux Résiduares, département SEE, USD blida1, année universitaire : 2018 /2019.
- [11] : Jean Rodier et coll., L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduares, eaux de mer, 8^{ème} édition, Dépôt légal : aout 2005.
- [12] : Journal officiel, décret exécutif n° 06-141 du 20 rabie el aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limitent des rejets d'effluents liquides industriels.
- [13] : Journal officiel, arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées Epurées utilisées des fins d'irrigation.
- [14] : PDF, Hatem Dhaouadi, Traitement Usées Urbaines des Eaux, titre : Les procédés biologiques d'épuration, Université Virtuelle de Tunis 2008.
- [15] : Dr. R. SALGHI: Professeur à l'Ecole Nationale des Sciences Appliqués d'Agadir, Cinquième année GPEE, dimensionnement d'une station d'épuration par boues activées.

[16] :Abdelkader GAID : épuration biologique des eaux usées urbaines, tome 2, office des publications universitaires ben-aknoun (Alger), 1984.

[17]: Mr. Ben SafiaDjillali :thèse de l'ingénieur ;titre, caractéristique des eaux usées de la ville de Boufarik ; proposition station épuration, 1992.

[ONA] : Office National de l'assainissement.