

4/9
المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE.

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE.

DEPARTEMENT : HYDRAULIQUE.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDE

SUJET:

**Contribution à l'étude de la
traitabilité de la station
d'épuration de la ville de Béjaia.**

PROPOSE PAR :
Mr. B. TEKAMERA.

ETUDIE PAR :
Mr. A/H. DEBBOU

DIRIGE PAR :
Mms : - NAKIB
- TEKAMERA

Promotion septembre 98.

10, avenue HASSEN BADI, EL HARRACH _ ALGER

Page	Erreur	Correction
01	Caractéristiques de la STEP	Caractéristiques de la pollution
03	MM.	MRS.
05	Ce qui a laissé	Ce qui a laissé
07	80.000 eq/hab	80.000 hab
08	le dégrillage : des particules grille grossière : juste à l'entrée de l'effluent	les particules juste à l'entrée de la station
12	lit de	lit de séchage
13	Pur	Pour
16	les robinets	les eaux de robinets
19	C'est fraction	C'est la fraction
20	paramètres chimiques	paramètres chimiques
25	de procéder de voir le dimensionnement	de voir le dimensionnement
29	Ainsi et la base	Ainsi et à la base
43	1 à 1.5 m ³ d'eau	1 à 1.5 m ³ d'air / m ³ d'eau
44	de l'eau de	de l'eau est de :
47	par raclage ou par survires	par raclage ou par surverse.
51	les décanteurs raclés	les décanteurs circulaires
	nous avons a tendance	nous avons tendance
	nous considererms	nous considererms
63	Boues Sediments	Boues Sedimentées.

SOMMAIRE

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION	5
CHAPITRE I : DONNEES RELATIVES A LA STEP	6
CHAPITREII : POLLUTION DES EAUX USEES	14
CHAPITREIII : CARACTERISTIQUES DE LA STEP.....	18
CHAPITREIV : PARTIE EXPERIMENTALE.....	22
CHAPITREV : LA BIODEGRADABILITE.....	26
CHAPITREVI : PROCEDE DETRAITEMENT ET DIMENSIONNEMENT.....	30
SOUS-CHAPITREI : LES PRETRAITEMENTS.....	35
I- LE DEGRILLAGE	37
II- LE DESSABLAGE.....	42
III- LE DEGRAISSAGE-DESHUILAGE.....	46
SOUS-CHAPITREI : TRAITEMENT PRIMAIRE.....	50
SOUS-CHAPITREIII : TRAITEMENT BIOLOGIQUE.....	55
CHAPITRE VII : TRAITEMENT DES BOUES	69
SOUS-CHAPITREI : LA STABILISATION DES BOUES.....	71
SOUS-CHAPITREII : L'EPAISSISSEMENT DES BOUES.....	74
SOUS-CHAPITREIII : LA DESHYDRATATION DES BOUES.....	77
CHAPITREVIII : DEVENIR DES SOUS PRODUITS DE L'EPURATION.....	82
CHAPITREIX : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE.....	84
CONCLUSION GENERALE.....	87
BIBLIOGRAPHIE	

DEDICACE

A MON PERE
A MA MERE
A MES FRERES ET Sœurs
A MA BELLE SŒUR « GHANIA »
A MES NEUVEUX « MASSINE » ET « YANNI »
A MON GEMEAUX « MALIKA »
A TOUS MES AMIS

Je dédie ce modeste travail
Je dedie ce modeste travail

RAMLAMM

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier Mm NAKIB ET B. TEKAMERA qui ont bien voulu accepter de me faire l'honneur de promouvoir ce projet de fin d'étude. Je les remercie pour leurs orientations, leurs conseils et leur patience dans l'élaboration de ce modeste travail.

Je présente mes sincères remerciements pour le service technique de l'A.P.C de BEJAIA , le service technique de la STEP, le service d'assainissement de l'A.P.C de BEJAIA , les responsables du centre de documentation du centre universitaire de BEJAIA pour leur disponibilité et leurs encouragements.

A tous ceux qui ont participer de près ou de loin dans la réussite de ce travail, je présente mes vifs remerciement.

Qu'ils trouvent ici mes sincères salutations.

Notre étude consiste en une étude de réhabilitation de la station d'épuration de la ville de BEJAIA, des eaux usées, finalisée par un redimensionnement , afin d'y remédier aux problèmes de traitabilité au niveau de la step.

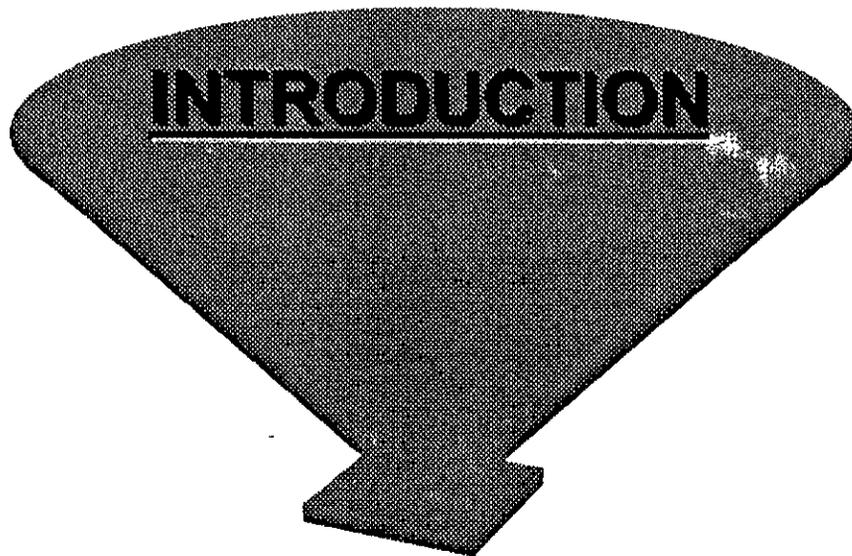
Our study consist in réhabilitation of water-worn station of BEJAIA, and in study of measurments of the station to remedy to the probloms traitement in the station.

دراستنا تتلخص في اععادة صلاحية محطة تنقية المياه الملوثة لمدينة بجاية و ذلك باعادة دراسة قياسات المحطة بغرض تقديم قياسات جديدة حتى نسد الطريق لمشكل الفعالية في التنقية بالمحطة.

AVANT PROPOS

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources, en eau et autres produits biologiques.

Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature.



La ville de BEJAIA est un exemple de ville où le développement, suivant toutes ses dimensions, ne se fait pas sans problèmes.

En effet son extension a engendré un problème épineux ; celui des eaux usées qui jusqu'à une date récente se déversaient dans la mer, ce qui a laissé supposer un degré de pollution important qui présentait une triple dimension : écologique, économique et social.

C'est ainsi que les autorités ont pris conscience de la nécessité d'une station d'épuration qui sera exécutée au début des années 80 ; mais aujourd'hui cette même station est confrontée à un problème de fonctionnement et, donc, de traitabilité.

Ainsi notre modeste étude vient pour réhabiliter la station afin d'y remédier au problème que risque de causer cette anomalie de fonctionnement.

Pour cela, on va essayer de donner un aperçu général sur les eaux résiduaires et la pollution résultante, comme on fera en sorte d'analyser les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station afin de pouvoir avancer une solution au problème qui se pose au niveau de la station.

CHAPITRE I :

DONNEES RELATIVES A LA STEP DE LA VILLE DE BEJAIA :

I.1 HISTORIQUE DE LA STEP :

La station d'épuration des eaux usées de la ville de **BEJAIA** est implantée dans la zone la plus basse de celle-ci (la ville) à cote de la mer (Bougie plage). Ceci a pour objectif l'acheminement facile des eaux usées vers la station et leur évacuation vers la mer après traitement.

L'étude et le contrôle de la station ont été effectués par la société **FRANCAISE O.T.V.**

La réalisation de la station a été l'œuvre d'une société **ALGERIENNE**

Le fonctionnement ininterrompu de la station a commencé depuis le 03 NOVEMBRE 1985.

I.2 CARACTERISTIQUES DE LA STEP :

Vis à vis des caractéristiques dimensionnelles ; La station d'épuration des eaux usées de la ville de **BEJAIA** est considérée parmi les grandes stations du pays.

On note :

- .La longueur : 350m ;
- .La largeur : 150m ;
- .La superficie totale : 52500m², soit 5.25 hectares ;
- .La superficie utilisée est de 22381m², soit 2.2381 hectares ;
- .La superficie restante est de 30119m², soit 3.0119 hectares.

Cette superficie restante nous offre une possibilité d'extension, donc d'implantation d'autres unités de traitement dans le cas d'une nécessité éventuelle.

La step de la ville de **BEJAIA** est conçue pour la réception des eaux usées de 80000 **ehab/h** et doit répondre aux caractéristiques suivantes :

1) CHARGES HYDRAULIQUES :

- . Débit journalier : $Q_j = 12960 \text{ m}^3/\text{j}$;
- . Débit moyen horaire par temps sec : $Q_{mh} = 540 \text{ m}^3/\text{h}$;
- . Débit de pointe en temps sec : $Q_p = 936 \text{ m}^3/\text{h}$;

2) CHARGES POLLUANTES :

- . DBO₅ -----8000kg/j ⇒ 610 mg/l ;
- . DCO -----9600Kg/j⇒740 mg / l ;
- . MES ----- 6400 kg/ j ⇒ 494 mg/l ;
- . NTK ----- 400 kg/ j ⇒ 30 mg/ l ;

3) CARACTERISTIQUES DE L'EFFLUENT EPURE :

- . DBO₅ ----- 15 à 20 mg / l
- . DCO ----- 50 à 80 mg / l
- . MES ----- 30 mg / l
- . NTK ----- 10 mg / l

I. 3) PROCEDE DE TRAITEMENT DE LA STEP :

Le processus adapté pour la l'épuration au niveau de la step comprend les étapes suivantes :

- Le prétraitement ;
- Le traitement des eaux ;
- Le traitement des boues.

I.3.1) LE PRETRAITEMENT :

Il consiste à éliminer la partie de la pollution la plus visible et la plus gênante sur le plan d'exploitation des différents ouvrages destinés au traitement ultérieur.

Ce prétraitement compte les opérations suivantes :

- Le dégrillage ;
- Le dessablage ;
- Le déshuilage.

I.3.1.1) LE DEGRILLAGE :

L'effluent doit passer d'abords par une fosse à bâtard équipée d'une pelle mécanique retirant des eaux usées des particules les plus volumineuses telles que bidons, pierres, chiffons ect ...

Les eaux brutes sont acheminées ensuite vers un dégrillage grossier.

On distingue deux (02) types :

• GRILLE GROSSIERE :

C'est une grille installée juste à l'entrée de l'effluent au niveau de la fosse à bâtard dont le but est de protéger les électro-pompes.

Cette grille est constituée de barreaux droits et verticaux dont l'écartement varié de 30 à 100 mm et elle est nettoyée manuellement.

• **GRILLE FINE :**

Elle est installée juste après le relevage des eaux de la fosse à bâtard, dont le but est d'assurer la protection des équipements et des conduites.

Elle est droite et constituée de barreaux en fer plats sous forme de quart de cercle dont l'écartement varie de 3 à 10mm.

Le nettoyage est assuré par un double râteau tournant.

I.3.1.2) LE DESSABLAGE :

Cette opération est indispensable pour éviter les dépôts dans les ouvrages et les conduites ainsi que pour protéger les pompes et les autres équipements électromécaniques contre l'abrasion.

La step utilise un déssableur circulaire alimentée tangentiellement, dans lequel les sables sont projetés vers les parois et redescendent en décrivant une spirale d'axe vertical.

Finalement les matières retenues se présentent sous forme d'une boue constituée de graviers, sables et éléments minéraux fins. Elle est souvent souillée par des éléments organiques et doivent être stockées après égouttage, puis éliminées.

I.3.1.3) DEGRAISSAGE-DESHUILAGE :

La séparation des huiles et des graisses est une opération indispensable car leurs présences présentent de multiples inconvénients dans le traitement antérieur.

En effet, elles sont à l'origine d'une mauvaise diffusion d'oxygène ainsi qu'une obturation des équipements électromécaniques.

• **DEGRAISSEUR-DESHUIEUR A INJECTION D'AIR :**

Ce sont deux bacs se servant de deux lames intercalées imbriquées pour séparer la zone de tranquillisation, où se dirigent les graisses de la zone turbulente.

Le principe sert à injecter de l'air par by-pass d'un surpresseur d'air provoquant un mouvement secondaire de l'eau permettant de guider les flottants vers les zones tranquilles d'où ils seront recueillis.

L'effluent dépourvu de graisses et d'huiles sort par un autre canal grâce à une vis d'ARCHIMED, l'effluent atteint les cuves d'aération ou commenceront les traitements qui suivent.

REMARQUE :

La station est dotée d'un déversoir d'orage qui sert à limiter le débit d'eaux usées entrant à la station.

I.3.2) TRAITEMENT DES EAUX :

Cette étape de traitement permet la réduction de la pollution dissoute par mise en œuvre d'une population bactérienne dans deux bassins d'aération de forme carré de 40*40 m ,contenant quatre (04) turbines.

Les deux bassins fonctionnent alternativement pour laisser le temps aux bactéries de se régénérer.

I.3.2.1) LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

Il s'effectue par le phénomène des boues activées. Ce procédé biologique naturel est assuré par biomasse mise en contact avec l'eau usée aérée artificiellement par des turbines.

La présence d'oxygène permet aux micro-organismes aérobies de se développer activement au dépens de la matière en suspension.

Ces micro-organismes, grâce à leurs substances de sécrétion et les matières organiques restantes, vont former un flot appelé liqueur mixte qui, après un temps de contact suffisant est envoyée dans un clarificateur dont le rôle est de séparer l'eau des boues par décantation.

I.3.2.2) LE TRAITEMENT CHIMIQUE :

Le rôle de ce traitement est de débarrasser l'eau usée de polluants des matières organiques.

A ce stade de traitement ,la désinfection des eaux usées, est un traitement d'élimination durable des agents pathogènes bactéries et virus. Elle est pratiquée au chlore.

I.3.2.3) LE TRAITEMENT DES BOUES :

Les boues récupérées par aspiration sont introduites en partie dans le bassin d'aération (boues primaires) pour leur recirculation afin de maintenir un équilibre constant entre quantité de pollution à traiter et la masse de bactéries épuratrices .

Les boues en excès (boues secondaires) sont évacuées du clarificateur vers le système de traitement des boues quant aux eaux séparées des boues, elles sont envoyées normalement dans le bassin de désinfection.

A la fin du traitement biologique, les boues obtenues se présentent sous forme d'un liquide homogène avec une odeur désagréable. Les traitements que ces boues subissent sont de deux types :

L'épaississement et la déshydratation.

A/ L'ÉPAISSISSEMENT :

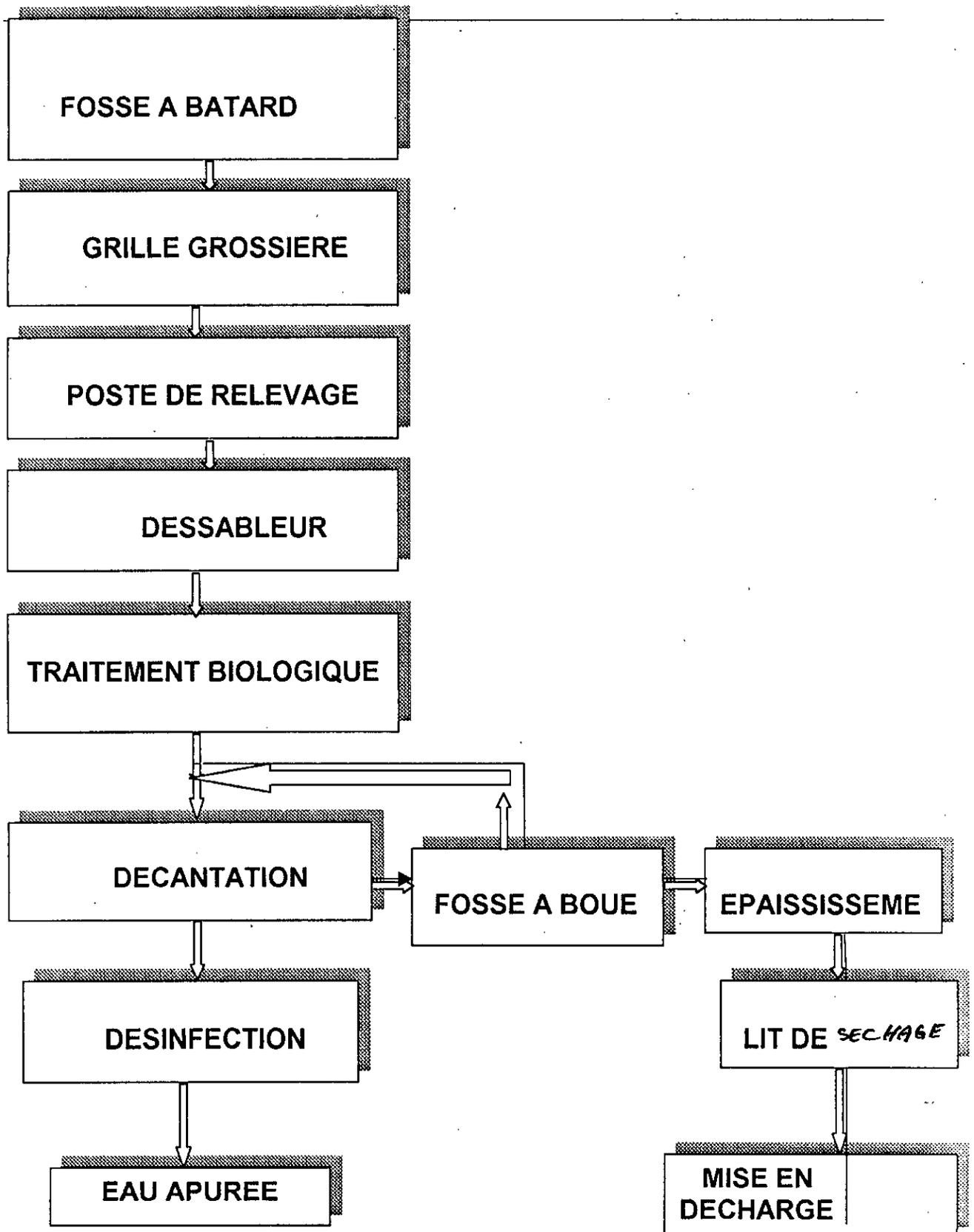
Il présente la première étape du traitement des boues. Il permet une réduction importante des boues, ce type de traitement par épaississement statique s'effectue au niveau de bassin très profond qui consiste en une décantation, on fait circuler l'eau lentement par un pont racleur situé au fond du bassin, on obtient liqueur facile à acheminer vers les lits de séchage.

B/ LA DESHYDRATATION NATURELLE :

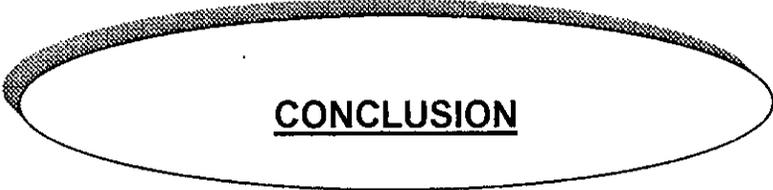
Les boues produites à la fin, contiennent encore une grande quantité d'eau. L'assèchement s'effectue sur les lits de séchage qui sont des bassins peu profonds rectangulaires constitués d'une couche supérieure de sable de 10 cm (calibre 0.5 à 1.5mm) et d'une couche inférieure de gros gravier (10 à 40mm) reposantes sur le sol imperméabilisé et muni d'un système de drainage, les drains disposés avec une légère pente dans la couche de base.

La déshydratation des boues s'opère en fait de deux façons :

- D'une part par infiltration de l'eau (jusqu'à 80%) à travers le milieu filtrant et élimination par les drains.
- D'autre part, la partie restante est éliminée par évaporation sous l'action de la chaleur. On obtient ainsi des boues épaisses.



→ Filière eau → Filière boue
ORGANIGRAMME DU PROCÉDE D'ÉPURATION DE LA STEP



CONCLUSION

Etant données les caractéristiques et le schéma de traitement de la STEP de BEJAIA ;Et pour une meilleure contribution à son étude (la step), il est important de diagnostiquer la pollution et l'origine de l'effluent à traiter.

Pour cela, nous nous proposons l'étude de la pollution dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II:

POLLUTION DES EAUX USEES :

II.1) INTRODUCTION ET DEFINITION :

A notre époque où le développement de la démographie et de la croissance industrielle conditionnent notre environnement, il import plus que jamais de nous inquiéter de tout ce qui peut nuire à nos conditions de vie, donc à tout ce qui peut polluer notre environnement.

Car la pollution des eaux a pour conséquence la perturbation, à plus ou moins longue échéance, de l'équilibre biologique de ces eaux, ce qui sera susceptible de provoquer des dommages ou des désordres.

La perturbation de l'équilibre biologique peut être d'ordre :

- **ESTHETIQUE** : Où les différents sédiments peuvent donner de mauvaises odeurs.
- **PHYSICO-CHIMIQUE** : Due au largage de toxiques.
- **BACTERIOLOGIQUE** : Multiplication de bactéries coliformes d'origines fécales.

II.2) COMPOSITION DES EAUX USEES ET LEURS ORIGINES :

II.2.1) ORIGINE :

La pollution des eaux usées est d'origines très différentes, telles que les activités humaines, industrielles et l'entretien des espaces publics ou encore d'origine pluviale.

Ainsi cette pollution provient, généralement, de trois (03) sources :

- 1- Les eaux usées domestiques ;
- 2- Les eaux usées industrielles ;
- 3- Les eaux usées pluviales.

II.2.1.1) LES EAUX USEES DOMESTIQUES :

Ce sont les eaux utilisées dans la maison pour la toilette, les sanitaires, la cuisine, le lavage du linge et le nettoyage des sols ; Ces eaux se caractérisent par des teneurs élevées de **DBO₅**, de l'azote (**N**) et de phosphore(**P**).

Une partie importante de **DBO₅** se trouve en suspension ou à l'état colloïdal.

II.2.1.2) LES EAUX USEES INDUSTRIEELLES :

Ce sont des eaux d'origines différentes et variables suivant le type et la nature de leurs activités. Ces eaux peuvent contenir des matières corrosives dangereuses, toxiques ou inhibitrices. Elles se caractérisent par une DBO_5 généralement sous forme dissoute.

II.2.1.3) LES EAUX USEES PLUVIALES :

Elles interviennent fortement pendant les périodes de pluie. Elles concernent les eaux de pluie s'écoulant des chaussées, des toitures, des cours d'eau et les de robinets destinées au lavage des espaces publics et le nettoyage.

II.2.2) COMPOSITION DES EAUX RESIDUAIRES :

La pollution des eaux résiduaires comprend ses propres caractéristiques, tant en composition qu'en concentration, des matières organiques ou minérales suivant leurs origines.

Elles sont sous forme solides, colloïdales, ainsi qu'une multitude de micro-organismes (bactéries).

Ces polluants peuvent être biodégradables si les éléments sont fermentescibles, c'est le cas des eaux ménagères ou organiques non biodégradables ou contenant des toxiques acides ou des poisons ; C'est le cas des eaux usées industrielles.

II.2.2.1) LES MATIERES MINERALES :

Elles englobent toutes les substances qui peuvent être soit :

- Inertes pour le milieu récepteur (sables, graviers, etc...);
- Toxiques : rejets des industries (mercure, plomb, ect...).

II.2.2.2) LES MATIERES ORGANIQUES :

Elles sont issues de deux sources :

Les activités humaines et industrielles : La composition des matières organiques est provoquées par les micro-organismes vivants (bactéries).

II.2.2.3) LES MICRO-ORGANISMES VIVANTS :

Les eaux usées contiennent une multitude de micro-organismes vivants qui peuvent provoquer de nombreuses maladies : typhoïde, choléra, ect...

II.3) ETUDE CRITIQUE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT :

II.3.1) DEFINITION DE L'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement est une technique qui consiste à évacuer l'eau usée par voie hydraulique dans les conditions satisfaisantes est ceci d'une façon rapide, sans stagnation et même sans souiller l'environnement.

II.3.2) LE RESEAU D'ASSAINISSEMENT :

Les eaux distribuées dans les agglomérations et les industries sont évacuées, après diverses utilisations, dans un réseau d'assainissement qui permet d'éloigner ces dernières des zones de résidences et d'assurer la protection sanitaire.

Le type du réseau peut être soit unitaire soit séparatif, selon qu'il inclut ou non les eaux pluviales.

Au niveau de la STEP, de conception séparatrice, le réseau existant est devenu unitaire, ceci explique les variations importantes de débit entrants dans la STEP. Le manque de suivie par les services publics concernés lors des différents raccordement a généré un réseau d'assainissement anarchique au gré du développement de la ville.

II.3.3) TAUX DE RACCORDEMENT :

Le taux de raccordement présente le pourcentage de la population branchée au réseau d'égout public.

Suite aux informations données par la subdivision hydraulique ; La capacité de la station d'épuration de la ville de BEJAÏA est d'environ 13000 m³/j, mais les débits arrivants au niveau de la STEP sont bien au-dessous de ce chiffre, cela s'explique du fait que seule une partie de la ville qui est raccordée d'une part et d'une autre part les fuites sont importantes au niveau du réseau de collecte.

En effet il y a près de 46% uniquement des eaux usées qui arrivent à la STEP et environ 54% des rejets ne sont pas raccordés au réseau d'assainissement.

CHAPITRE III:
CARACTERISTIQUES DE LA POLLUTION

III.1) DEFINITION DE LA POLLUTION :

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, aussi le bon déroulement d'une fermentation aérobie ou anaérobie nécessite des conditions particulières. Pour cela on se réfère à quelques paramètres caractérisant le milieu. Ils sont généralement exprimés en mg/l.

III.2) PARAMETRES DE LA POLLUTION :

III.2.1) PARAMETRES PHYSIQUES :

1) LA TEMPERATURE :

Elle varie avec l'altitude, et la saison, elle modifie le profil en oxygène dissous du milieu récepteur ; une eau d'égout ne se solidifie pas.

2) LA TURBIDITE :

Elle donne une première indication sur la teneur en matières colloïdales d'origine minérale ou organique.

3) LA COULEUR :

Elle est normalement grisâtre, cela est dû à la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdales, donc une coloration marquée.

4) CONDUCTIVITE ELECTRIQUE :

Due à l'augmentation des sels dissous et elle varie en fonction de la température.

5) ODEUR :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable ; une odeur caractérisée indique une eau qui commence à fermenter par stagnation soit dans le réseau d'égout ou avant le rejet (en particulier lorsque l'aération du rejet est mauvaise).

6) MATIERE EN SUSPENSION (M.E.S) :

C'est fraction non dissoute de la pollution. Elles contiennent des matières organiques et minérales. Elles sont déterminées au laboratoire soit par centrifugation, soit par infiltration. Les matières recueillies sont séchées à 105°C et pesées, ce qui fixe la teneur en M.E.S .

7) MATIERES VOLATILES EN SUSPENSION(M.V.S) :

Elles représentent la partie des M.E.S qui disparaît au cours d'une combustion.

III.2.2) PARAMETRES CHIMIQUES :

1) LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE (DBO) :

C'est un paramètre global qui exprime la quantité d'oxygène qu'une biomasse épuratrice consommera pour décomposer les matières organiques contenues dans l'effluent. Elle est donc représentative de la somme des matières organiques biodégradables. Elle est généralement mesurée en 5jours (DBO₅).

2) LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO) :

Elle représente la quantité de matières oxydables par voie chimique.

Ainsi : « La DBO et la DCO sont deux moyens d'apprécier la teneur en matières organiques oxydables. La dégradation de celle-ci dans le milieu naturel s'accompagne d'une consommation d'oxygène et peut entraîner un abaissement excessif de la concentration d'oxygène »

3) NTK :

Ou azote KJELDAHL, qui correspond à la somme de l'azote sous forme ammoniacale et organique.

III.2.3) CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES :

- Le débit journalier par temps sec -----Qmj=13000 m³/j;
- Le débit moyen horaire par temps sec -----Qmh=542 m³/h;
- Le débit de pointe par temps sec -----Qp=873 m³/h;

NOTA :

+LA CHARGE MASSIQUE(Cm) :

C'est la quantité de DBO₅(en kg/j) rapportée à la masse de matières totales contenues dans l'ouvrage de volume V(en m³).

Elle s'exprime en Kg de DBO₅/(j.Kg MEST) ; la charge massique est parfois rapportée à la masse de micro-organismes ou pratiquement de matières volatiles sèches contenues dans l'ouvrage. Elle s'exprime alors en Kg de DBO₅/(j.Kg MVS).

+LA CHARGE VOLUMIQUE(Cv) :

La charge volumique, (Cv) correspond à la quantité journalière de DBO₅(en Kg/j) à dégrader dans V(en m³) de l'ouvrage. Elle s'exprime en Kg de DBO₅/(j.m³).

CHAPITRE IV :

PARTIE EXPERIMENTALE

IV.1) INTRODUCTION :

Pour la quantification de la pollution des eaux usées entrant à la station d'épuration de la ville de BEJAIA, nous nous proposons la détermination, expérimentalement, de quelques paramètres caractérisant cette pollution.

IV.2) RESULTATS : (les prélèvements ont été effectués en septembre 1996)

PRELEVEMENT N° 01 :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR ENTREE	VALEUR SORTIE
TEMPERAT.	°C	21	22.7
PH (25°C)	/	6.5	7.1
DBO ₅	Mg/l	445.30	186.73
DCO	Mg/l	645.12	201.6
MES	Mg/l	210	40

periode

PRELEVEMENT N°2 :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR ENTREE	VALEUR SORTIE
TEMPERAT.	°C	21.4	22.9
PH (25°C)	/	6.8	7.6
DBO ₅	Mg/l	680.4	114.69
DCO	Mg/l	876.48	239.04
MES	Mg/l	240	55

PRELEVEMENT N°3 :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR ENTREE	VALEUR SORTIE
TEMPERAT.	°C	21.6	23
PH(25°C)	/	6.80	8.10
DBO ₅	Mg/l	626.53	102.04
DCO	Mg/l	720	160
MES	Mg/l	180	35

IV.3) INTERPRETATION DES RESULTATS :

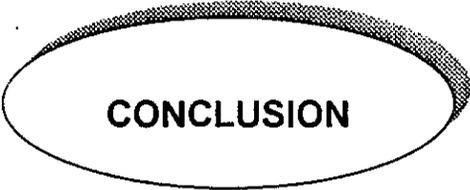
D'après les résultats obtenus dans les trois tableaux les caractéristiques de l'effluent épuré, normes de la STEP, on remarque que :

1.LA DBO₅ : Elle est élevée et même elle a dépassé les normes, cela est dû à la présence de matières organiques non oxydables par les micro-organismes consommateurs d'oxygène lors du traitement biologique, et aussi à la stagnation des eaux au niveau du clarificateur.

2.LA DCO : Les valeurs trouvées, de DCO, sont élevées et elles ont dépassé les normes de la station ; ce qui signifie que ces eaux renferment des matières organiques difficilement dégradables.

3.LES MES : Ces résultats trouvés, de MES, indiquent que l'effluent est chargé en matières organiques et minérales.

N.b pour les normes voir chap I, page 07.



CONCLUSION

Devant les différents résultats d'analyses effectuées, les eaux de la station d'épuration ne sont, réellement, pas épurées conformément aux normes en vigueur.

Il est fort possible que cette eau puisse provoquer le déséquilibre du milieu aquatique ou encore provoquer certaines maladies hydriques.

Pour cela nous préconisons de procéder de revoir le dimensionnement de la station.

CHAPITRE V : LA BIODEGRADABILITE

V.1 INTRODUCTION :

Avant de procéder au choix du type de la STEP et de son dimensionnement, il est fort utile d'évaluer le degré de biodégradabilité de la STEP.

Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur la biodégradabilité et sur le coefficient la caractérisant.

V.2 DEFINITION DE LA BIODEGRADABILITE :

La biodégradabilité d'une substance exprime son aptitude à être décomposer par les micro-organismes décomposeurs (bactéries, champignon, etc. ...). La plupart des substances d'origines naturelles, sont facilement et rapidement biodégradables et leur présence dans les eaux usées se traduit donc par une consommation rapide de l'oxygène.

Ce type d'évolution est constaté dans les effluents domestiques et dans de nombreuses industries agricoles (laiteries, abattoirs, etc...); par contre, d'autres substances également d'origine naturelle ne sont que lentement et difficilement biodégradable, c'est le cas des composés d'origine végétale, et des produits de synthèse dont la structure résiste à la dégradation bactérienne, c'est le cas des détergents.

V.3) FACTEURS INFLUENÇANT LA BIODEGRADABILITE :

Parmi divers facteurs influençant la biodégradabilité on peut citer :

- Le nombre, la nature et le degré d'adaptation des micro-organismes présent dans le milieu.
- La concentration du produit à dégrader, car lorsqu'elle est élevée, elle provoque une action inhibitrice vis-à-vis des micro-organismes.
- Les conditions du milieu : le PH et la température.

V.4) EVALUATION DE LA BIODEGRADABILITE :

La détermination de la demande biochimique en oxygène est un test de biodégradabilité, mais il existe d'autres tests plus élaborés. Ce sont le plus souvent des tests bactériens ; ils se font avec des souches, des conditions d'ensemencement, et des conditions du milieu déterminées.

On distingue les tests de biodégradabilité primaire, où l'on suit simplement la disparition des molécules sur lesquelles porte l'essai et les tests de biodégradabilité totale. Ceux-ci permettent de suivre outre la disparition du produit, celle de ses métabolites jusqu'au stade d'oxydation totale.

Lors d'un test de biodégradabilité ultime, plusieurs scénarios sont à envisager :

- Certaines parties de la molécule ont été directement utilisées par le métabolisme des bactéries.
- Une partie de la molécule mère ne se dégrade pas.
- Une molécule nouvelle qui ne se biograde pas s'est formée.
- La substance testée contenait une impureté non dégradable.

La biodégradabilité est une notion très complexe. Elle dépend fortement des conditions de test utilisées, de la durée mise en jeu, du type de biomasse employé (boue activée, eau de rivière, sédiments...) de son adaptation à la substance testée, aussi de la biodisponibilité de cette dernière.

V.5) COEFFICIENT DE LA BIODEGRADABILITE :

C'est un coefficient qui se présente comme étant le rapport de la demande biochimique en oxygène(DCO) sur la demande biologique en oxygène(DBO). On note ce coefficient K, avec :

$$K = \text{DCO} / \text{DBO}$$

Le coefficient de biodégradabilité nous permet d'avoir une idée sur l'état biodégradable de l'effluent et la possibilité du traitement biologique.

D'où ; si :

- $K=1$: les eaux usées sont biodégradables.
- $1 < k < 2.5$: traitement biologique très possible.
- $2.5 < K < 3.2$: traitement biologique associé à un traitement physico-chimique.
- $3.2 < K$: traitement biologique impossible.

CONCLUSION

L'interprétation des résultats, $K=1.5$, nous indiquent que le traitement biologique est très possible.

Ainsi et la base de ces données, il est possible de préconiser une chaîne de traitement à exécuter.

CHAPITRE VI :

PROCEDE DE TRAITEMENT ET DIMENSIONNEMENT

INTRODUCTION :

Les eaux usées sont habituellement un milieu complexe chargé de matières présentes sous différentes formes :

- *PHYSIQUE* : en suspension, colloïdales, en solution ;
- *CHIMIQUE* : minérales, organiques et biologiques.

Pour les éliminer, les techniques d'épuration des eaux usées ont recours à des processus simples dans leur principe. Il repose sur la séparation physique et les transformations biologiques.

La caractéristique commune à l'ensemble de ces principes est qu'ils sont créateurs de sous produits sous forme de boues qu'il conviendra soit d'éliminer, soit de valoriser.

Les éléments polluants existant dans l'eau peuvent être plus ou moins difficiles à éliminer suivant l'état sous lequel ils se présentent.

Leur élimination ne peut être effectuée en une seule opération mais par plusieurs étapes successives.

Les particules en suspension peuvent être récupérées par des moyens mécaniques, par contre les matières décantables sont retenues dans les bassins de décantation.

A l'étape de l'épuration biologique, les matières en suspension non décantables sont dégradées par l'activité de micro-organismes. L'épuration secondaire a, finalement, pour but de séparer les boues et les eaux épurées qui peuvent en général être introduites dans un cours d'eau ou bien utilisées dans l'irrigation des terres agricoles.

VI.1) CHOIX DU PROCÉDE DE TRAITEMENT :

Vu les résultats de l'analyse effectuée et l'état de biodégradabilité de l'effluent ; on retient le schéma d'une station d'épuration de type domestique et le système biologique par boues activées.

Les principales étapes de ce procédé sont :

1- TRAITEMENT DES EAUX :

A- LE PRETRAITEMENT :

- Dégrillage ;
- Dessablage ;
- Déshuilage-Dégraissage.

B- LE TRAITEMENT PRIMAIRE :

- Décantation primaire.

C- TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

- Bassin d'aération ;
- Besoins en O_2 ;
- Système d'aération ;
- Décantation secondaire ;
- Production journalière de boues en excès ;
- Age de la boue ;
- Reprise des boues ;
- Bassin de stérilisation ;

2- TRAITEMENT DES BOUES :

- Bilan des boues ;
- Stabilisation ;
- Epaississement ;
- Déshydratation ;

VI.2) LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

Le traitement biologique comprend certains modes de traitement dont les plus importants sont :

VI.2.1 TRAITEMENT AEROBIE :

Lorsque la matière organique biodégradable est consommée par une masse de micro-organismes, en milieu aérobie (présence de l'oxygène), il y a :

- Consommation d'oxygène par les micro-organismes pour leurs besoins énergétiques, leur reproduction par division cellulaire (synthèse de la matière vivante) et leur respiration endogène (auto-oxydation de leur masse cellulaire).
- Production d'un excédent de matières vivantes et inertes appelées boues en excès.

VI.2.2 TRAITEMENT ANAEROBIE – DIGESTION- :

La digestion anaérobie est une fermentation en l'absence d'oxygène qui permet de stabiliser les matières organiques en les transformant le plus complètement possible en gaz méthane et en gaz carbonique. Un premier groupe bactérien, formé par les bactéries productrices d'acides, est responsable de la transformation des composés organiques complexes en composés simples qui deviennent alors une source de nourriture pour un deuxième groupe, les bactéries méthaniques.

Ces derniers sont des micro-organismes clés de la digestion anaérobie. Elles sont strictement anaérobies, elles se développent lentement et sont très sensibles aux variations de température et de PH ainsi que du milieu ambiant.

VI.2.3 TRAITEMENT FINAL DE L'EAU EPUREE – STERILISATION-

Le traitement par stérilisation a pour finalité de détruire certains organismes microscopiques pathogènes ou non. Elle peut être effectuée par chlore gazeux ou en utilisant l'eau de Javel à ses différentes concentrations

La stérilisation au chlore gazeux ne peut s'effectuer que dans les stations équipées à cet effet car l'appareillage est assez délicat et l'approvisionnement en chlore est, parfois, difficile. souvent elles sont nauséabondes.

Avant de les rejeter, on doit leur faire subir un traitement plus ou moins intensif, qui peut comporter :

- une stabilisation,
- un épaissement,
- une déshydratation,
- un séchage,
- et éventuellement une incinération.

Ainsi on peut dire qu'il existe un grand nombre de procédés et d'appareils utilisés dans le traitement des boues.

VI.3 LES DONNEES DE BASE : [7]

- La nature du réseau : unitaire ;
- Population raccordée : 200000 habitants ;
- La dotation : $d=200$ l/hab/j.

A- LA POLLUTION :

- nature de l'effluent : urbain ;
- DBO_5 à prendre en considération par hab/j= 60g ;
- MES à prendre en considération par hab/j= 70g.
- + la charge journalière en DBO_5 est de 12000 Kg/j ;
- + la charge journalière en MES est de 14000 KG/j ;

B- LES DEBITS :

- le débit moyen d'eau usée domestique $Q_m = 40000 \text{ m}^3/\text{j}$;
- le débit de pointe horaire par temps sec : $Q_p = 2705.4 \text{ m}^3/\text{h}$,
avec le coefficient de pointe horaire $C_p = 1.62$;
- débit maximum horaire admis sur la station : $Q_{\text{max}} = 5010 \text{ m}^3/\text{h}$;
- débit diurne par temps sec, pour un fonctionnement de 13h sur 24h :
+ le coefficient journalier : $C_d = 1.85$,
+ $Q_d = 3089.5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Les débits adoptés pour le dimensionnement de chaque poste de la station sont donnés par le tableau N° 01 :

Tableau N° 01 : débits de calcul

Etape de traitement	Débit de calcul (m ³ /h)
Pretraitement	$Q_{\text{max}} = 5010$
Traitement primaire	$Q_p = 2705.4$
Bassin d'aération	$Q_m = 1670$
Système d'aération	$Q_p = 2705.4$
Décantation secondaire	$Q_p = 2705.4$

SOUS CHAPITRE I :
LES PRETRAITEMENTS

I- INTRODUCTION :

Le prétraitement des eaux usées comporte une série d'opérations qui ont pour but d'éliminer la fraction la plus grossière des particules entraînées, et de retirer de l'effluent des matières susceptibles de gêner les traitements ultérieurs.

Sous cette définition se range :

- . le dégrillage,
- . le dessablage,
- . le dégraissage-deshuilage,
- . et éventuellement la dilacération.

Pour une fin économique, les petites installations comportent souvent le dégrillage et le dessablage uniquement.

Vu l'importance de la station et la possibilité de présence de graisses et plus particulièrement de matières huileuses on ajoutera à ces deux postes un dégraisseur-deshuileur.

I. LE DEGRILLAGE

I- LE DEGRILLAGE :

Le degrillage a pour objet d'éliminer les matières les plus volumineuses des eaux, et d'éviter les risques de colmatage.

Le degrillage est une opération préliminaire à tout traitement et la présence d'une grille est absolument indispensable sur toutes les stations.

Les stations importantes peuvent comporter à l'amont une grille de garde, à larges écartements (10 cm), suivie d'une grille à écartements moyens (4 à 6 cm) et éventuellement une grille fine (1.5 à 2 cm). La vitesse de passage de l'eau est de 0.6 à 1 m/s.

Suivant le mode d'élimination des refus, on distingue :

a- les grilles manuelles : elle sont réservées aux très petites stations.

La grille est munie d'un by-pass destiné à éviter les débordements en cas d'obstruction.

le nettoyage quotidien des appareils est effectué manuellement, à l'aide d'un râteau, et les débris sont recueillis dans une goulotte d'égouttage ou directement dans un seau. (fig.1)

b- les grilles mécaniques : Dès que la station dépasse une certaine capacité et commence à devenir importante, les grilles mécaniques se présentent indispensables.

Parmi celles-ci on distingue les grilles courbes et les grilles droites. (fig.2)

II- DIMENSIONNEMENT DES GRILLES :

On peut selon le cas utiliser des grilles manuelles ou des grilles automatiques. Le but est de retenir les éléments les plus grossiers. Dans un double objectif, réduire les interventions manuelles et éviter le risque de colmatage que peut engendrer une arrivée brutale d'une eau très chargée, on préfère adopter une grille mécanique que l'on dimensionnera dans la suite.

II -1 PRINCIPE DE CALCULE : [10]

Le principe de calcul des grilles est basé sur la formule suivante :

$$S = Q_{\max} / (v.a.C)$$

Avec :

- S = la surface mouillée de la grille en m^2 ,
- Q_{max} = le débit maximum admis sur la station,
- V = vitesse de passage des grilles, elle varie de 0.6 à 1 m/s,
- C = coefficient de colmatage ou d'encrassement ;
 - + $C = 0.1$ à 0.3 pour les grilles manuelles,
 - + $C = 0.4$ à 0.7 pour les grilles automatiques,
- $a = e/(e+o)$, où :
 - + e : espace libre entre les barreaux,
 - + o : épaisseur des barreaux.

A- GRILLE GROSSIERE :

Pour le dimensionnement de cette grille on prend les données suivantes :

- $Q_{max} = 1.39 m^3/s$,
- $\phi = 15 mm$,
- $C = 50\%$,
- $e = 50 mm$,
- $V = 1m/s$.

Alors :

- + la section mouillée de la grille est : $2.5 m^2$;
- + pour une hauteur d'eau en amont de la grille ($h=3m$), la largeur de la grille est de : 80 cm.

B- GRILLE FINE :

Dans ce cas de figure on a :

- $e = 20mm$;

d'où :

- + la section mouillée de la grille fine : $2 m^2$;
- + la largeur de la grille pour $h = 0.5 m$ est : 4 m .

II-2 CALCUL DES PERTES DE CHARGES : [10]

Les pertes de charges P_c induites, du dégrillage, sont à prendre en considération étant donné qu'on cherche un ordre de grandeur. Pour cet objectif on utilise la formule de METCAFF et EDDY qui est comme suit :

$$P_c = V^2/1.4g$$

Avec v : la vitesse de passage des grilles ;

g : la pesanteur en m^2/s ($g = 10 m^2/s$).

la vitesse est calculée par :

$$V = Q_{\max} / S_m$$

Pour $v=0.7\text{m/s}$ (valeur calculée) on a : $P_c=0.035\text{m}$.

II-3 ESTIMATION DES RESIDUS : [1]

Les résidus annuels du dégrillage sont calculés à la base de la formule suivante :

$$V = (12 \text{ à } 15) / e$$

Avec :

- V : le volume des résidus retenus en l/hab/an,
- e : l'espacement en cm.

Ainsi le volume journalier des résidus sera :

$$R_J = (12/2 + 15/5) * 200 / 365$$

$$R_J = 4.9 \text{ m}^3/\text{j}.$$

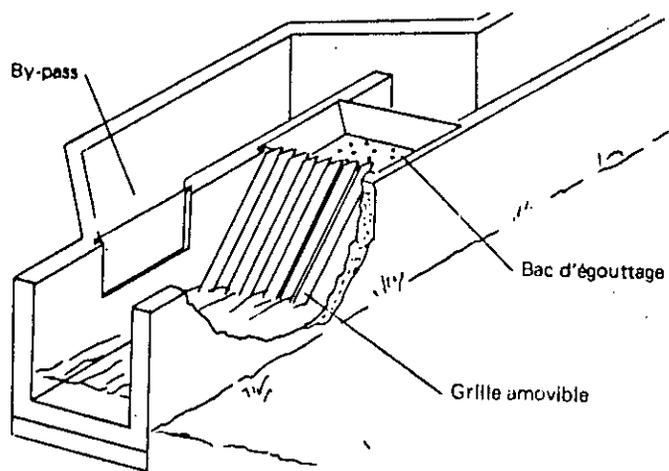
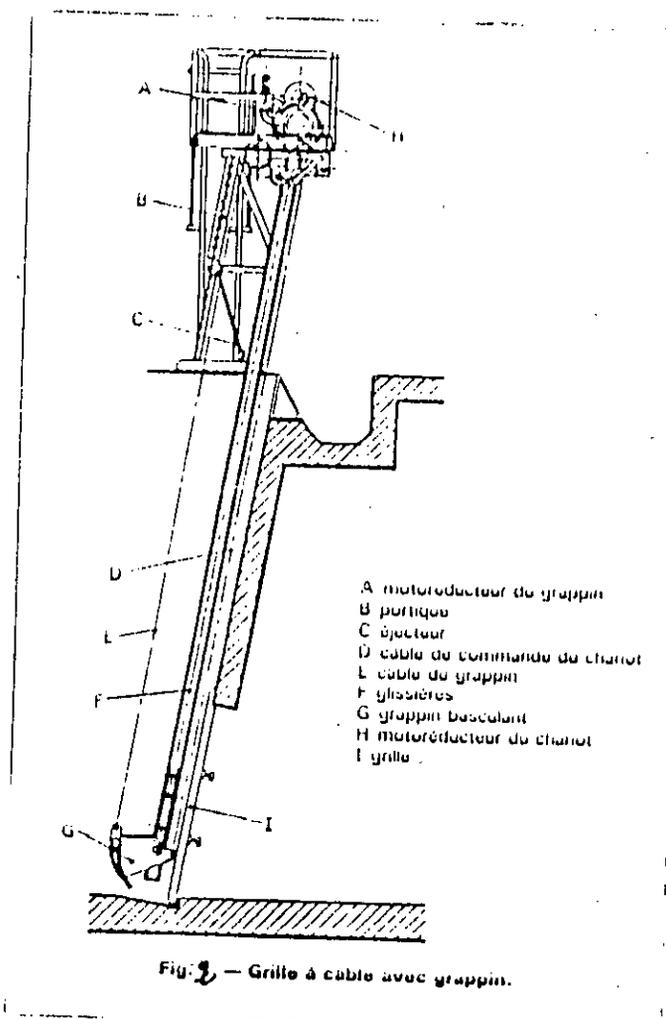


Fig. 4 . Grille statique simple.



II. LE DESSABLAGE

I. INTRODUCTION ET DEFINITION : [1,12]

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes, les graviers, les sables et les particules minérales plus au moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les conduites ; de protéger les pompes et les autres appareils contre une éventuelle obturation ou encore contre l'abrasion.

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 μm .

Bien que le débit des eaux usées soit variable, il est souhaitable que le dessableur soit traversé toujours à une vitesse d'écoulement de 0.3 m/s.

II. TYPES DE DESSABLEURS :

Il existe différents types de dessableurs dont :

a- Les dessableurs couloirs simples :

Ce sont des canaux, à section généralement rectangulaire, dans lesquels on ralentit la vitesse de l'eau à moins de 0.3 m/s. les sables déposés sont périodiquement évacués. Le temps de séjour est de 1 à 2 minutes.

b- Les dessableurs rectangulaires, à insufflation d'air :

L'insufflation d'air provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond. Le sable est extrait soit manuellement ou mécaniquement. Ces appareils sont calculés pour des temps de séjour de 3 à 5 minutes, avec une injection d'air de 1 à 1.5 m^3 d'eau.

c- Les dessableurs circulaires :

Dans ces appareils, alimentés tangentiellement, les sables sont projetés vers la paroi et descendent en décrivant une spirale d'axe vertical, d'où ils sont évacués. Ils sont calculés pour des temps de séjour de 30 à 40 secondes.

REMARQUE :

L'exploitation mécanisée des dessableurs suppose de :

- procéder au lavage et au detassage des sables soit à l'eau, soit à l'air (10 m^3 d'air / m^3 de sable),
- d'automatiser le fonctionnement de l'extracteur,
- d'envisager une extraction et un égouttage simultanés.

III. DIMENSIONNEMENT DU DESSABLEUR :

Nous proposons l'utilisation d'un dessableur rectangulaire aéré, pour les avantages que ce type d'appareil présente ; à savoir :

- une bonne décantation des grains de sable,
- un rafraîchissement des eaux par l'apport d'oxygène .

pour le dimensionnement du dessableur on adopte les données suivantes :

- un débit de : $1.39 \text{ m}^3/\text{s}$;
- un temps de séjour de : $t_s = 2 \text{ mn}$ (t_s varie de 2 à 5 mn).
- Une charge superficielle de : $C_s = 60 \text{ m/h}$ (pour les particules de diamètre supérieur à $200 \mu\text{m}$) ;
- La vitesse de passage de l'eau de : $V_e = 30 \text{ cm/s}$.

III.1 CALCUL DU VOLUME :

Le volume est donné comme suit :

$$V = t_s * Q_{\max}$$
$$V = 2 * 60 * 1.39$$

Donc le volume du bassin sera de : 170 m^3 .

Et la surface horizontale du dessableur est de :

$$S = Q_{\max} / C_s = 1.39 * 3600 / 60$$

$$S = 80 \text{ m}^2$$

La hauteur utile du dessableur est :

$$H_u = 170 / 80 = 2.125 \text{ m}$$

Alors la hauteur totale de l'appareil sera de : 2.5m.

III.2 LE VOLUME D'AIR :

Le volume d'air nécessaire pour le dessablage est :

$$V_{\text{air}} = 1.5 * v$$

$$V_{\text{air}} = 1.5 * 170$$

Ce qui donne un volume d'air de : 255 m^3 .

Le débit d'air pendant 24h sera alors de :

$$Q_{\text{air}} = V_{\text{air}} / 24$$

$$\text{Donc } Q_{\text{air}} = 11 \text{ m}^3/\text{h}.$$

III.3 ESTIMATION DE LA QUANTITE DE SABLE :

La quantité de sable unitaire par temps sec est estimée de 8 à 15 l/hab/an. Ainsi la quantité totale journalière sera :

$$Q_{\text{sab}} = 15 * 200000 / 365$$

$$Q_{\text{sab}} = 8220 \text{ l/j.}$$

III : DEGRAISSAGE-DESHUILAGE

I- INTRODUCTION-DEFINITION : [1, 12]

Le deshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau ; ces matières sont de nature très diverses.

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, elles sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.

Il existe deux types d'appareils couramment utilisés :

a- les dégraisseurs statiques : (fig 3)

le temps de séjour y est de plusieurs minutes, et la vitesse ascensionnelle, rapport du débit à la surface horizontale de l'appareil, est de 7 à 10 m/h.

b- les dégraisseurs aérés (fig4)

ils sont plus efficaces ; le mouvement de l'eau provoqué par l'injection d'air ramène les graisses vers les parois ; elles sont recueillies par raclage ou par survires .

Avec un temps de séjour de 3 à 5 mn, un débit d'air de 4 à 8 m³/h.m³ de capacité et une vitesse ascensionnelle ne dépassant pas 25 m/h, 80 à 90% de graisses sont retenues.

II- DIMENSIONS DE L'APPAREIL :

Les dimensions de l'appareil seront établies à la base des données suivantes :

- le débit : 1.39 m³/s ;
- le temps de séjour : 5 mn ;
- la vitesse ascensionnelle : $V_a = 25$ m/h ;

les résultats obtenus sont :

+ la surface horizontale de l'appareil = débit / V_a

$$S = 1.39 * 3600 / 25$$

$$S = 200 \text{ m}^2.$$

+ le volume de l'appareil = débit * t_s

$$V = 1.39 * 5 * 60$$

$$V = 420 \text{ m}^3.$$

+ la hauteur de l'appareil : $h = 2.5$ m.

+ le débit d'air nécessaire pour cette étape de traitement est de 4 à 8 m³/h.m³ de capacité ; soit un débit de :

$$Q_{\text{air}} = 6 * V$$

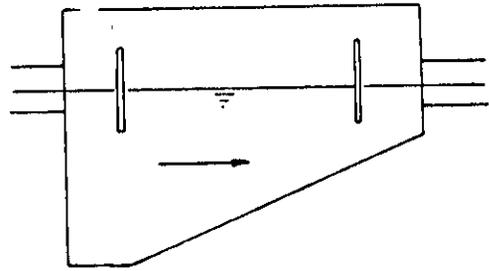
$$Q_{\text{air}} = 6 * 420 ; Q_{\text{air}} = 2520 \text{ m}^3/\text{h}.$$

CONCLUSION :

Pour une fin économique nous proposons l'adoption d'un bassin combiné, où le dessableur représentera la zone de turbulence et le déshuileur la zone de tranquillisation.

L'appareil sera équipé d'un pont roulant racleur afin de pouvoir balayer les sables déposés au fond de l'ouvrage vers la trémie à sable et les flottants vers le piège. L'évacuation des sables sera assurée par pompage. Le rendement d'élimination des graisses et des huiles sera de 80 90%.

Le schéma représentatif de l'appareil est celui donné par la figure5.



bac à cloisons
syphoïdes

figure 3

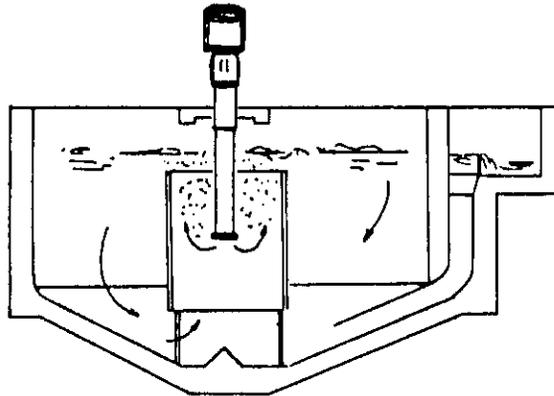
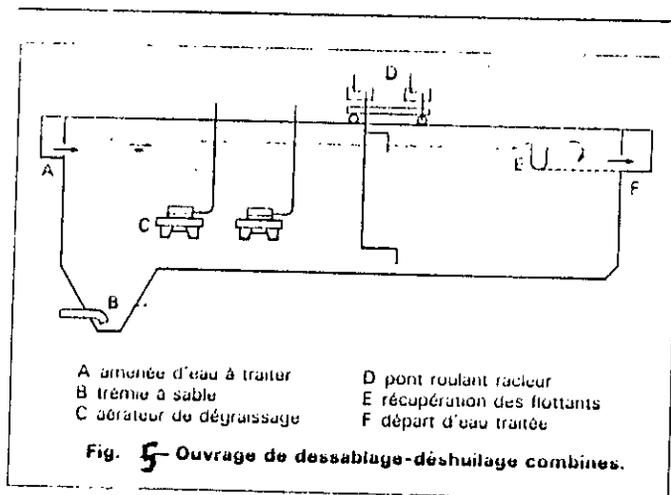


Fig. 4 . Dégraisseur aéré.



A amonée d'eau à traiter
B trémie à sable
C aérateur de dégraisage
D pont roulant racleur
E récupération des flottants
F départ d'eau traitée

Fig. 5 Ouvrage de dessablage-déshuilage combinés.

SOUS-CHAPITRE II :
TRAITEMENT PRIMAIRE

I. GENERALITES :

La décantation est une opération qui consiste à laisser sédimenter les particules décantables, ce qui permet de réduire la quantité des matières en suspension dans l'eau à traiter, afin de faciliter le traitement ultérieur (biologique). Une rétention satisfaisante pourra favoriser le dimensionnement du bassin biologique dont on ne recherche pas de rendements d'élimination élevés.

Les décanteurs primaires destinés à l'épuration des eaux résiduaires domestiques sont en général du type statique, et de forme circulaire ou rectangulaire.

II. DIFFERENTS TYPES DE DECANTEURS :

Parmi les décanteurs qu'on peut trouver, on a :

- les décanteurs statiques sans raclage,
- les décanteurs statiques avec raclage mécanique.

Ces types de décanteurs sont soit circulaires ou longitudinaux rectangulaires.

Les décanteurs raclés se prêtent bien pour le traitement primaire, tandis que les décanteurs rectangulaires présentent l'avantage de permettre une implantation plus ramassée des différents ouvrages de traitement, mais leur coût est généralement plus élevé. Ainsi on lui préfère le modèle circulaire qui est plus économique.

Dans le cas de ce type de décanteur le raclage se fait à l'aide d'un bras tournant à entraînement périphérique (fig6).

III. DIMENSIONNEMENT :

Le dimensionnement des décanteurs primaires est conditionné par deux paramètres :

- la vitesse ascensionnelle ou la charge superficielle ; en réseau unitaire (comme dans notre cas) elle est déterminée selon le rapport entre le débit pluvial admis sur la station et le débit moyen horaire des eaux usées. Pour notre calcul nous prendrons par défaut une valeur moyenne de 2 m/h.
- le temps de séjour : qui varie de 1 à 2 heures ; comme nous avons une tendance à minimiser les temps de séjour alors nous considérerons pour notre cas un temps de séjour de 1h.

REMARQUE :

Dans les cas pratiques pour dimensionner un décanteur primaire, on réalise la courbe de sédimentation puis on calcule les charges hydrauliques et les temps de séjour nécessaires pour le degré d'épuration souhaité.

Les valeurs proposées dans notre cas sont des valeurs prises par défaut.

III.1 CALCUL DU DECANTEUR : [12]

Les données de calcul sont :

- le débit de pointe : 2705.4 m³/h ;
- la charge superficielle : 2 m/h ;
- le temps de séjour : 1h.

D'où :

a- la surface horizontale de l'appareil :

$$S = Q_p / C_s$$
$$S = 2705.4 / 2$$
$$S = 1350 \text{ m}^2$$

b- le volume de l'appareil est :

$$V = t_s * Q_p$$
$$V = 1 * 2705.4$$
$$V = 2705 \text{ m}^3$$

c- la hauteur de l'ouvrage est :

$$h = V / S$$
$$h = 2705 / 1350$$
$$h = 2 \text{ m}$$

donc on peut considérer une hauteur totale de : 2.5 m.

d- le diamètre du décanteur est :

$$D = (4 * S / \eta)^{1/2}$$
$$D = (4 * 1350 / \eta)^{1/2}$$
$$D = 40 \text{ m.}$$

III.2 PERFORMANCE DU DECANTEUR : [6, 7]

Les matières en suspension entrant dans le décanteur primaire sont composées de 70% de MVS et de 30% de matières minérales.

Il est attendu que la décantation primaire puisse éliminer , environ 30% de la DBO₅ et environ 60% des matières en suspension. Les différents bilans de la décantation primaire sont donnés par tableau N°2 :

Tableau N° 2 :

	Quantité entrante (Kg/j)	Quantité éliminée (Kg/j)	Quantité sortant (Kg/j)
MM	4200	2520	1680
MVS	9800	5880	3920
DBO ₅	12000	3600	8400

Ainsi à la fin de la décantation primaire, la quantité de boues produites (boues primaires B_p) est :

$$B_p = MVS + MM$$

Avec :

- B_p : boues primaires produites en Kg/j ;
- MVS : quantité de matières organiques éliminées en Kg/j ;

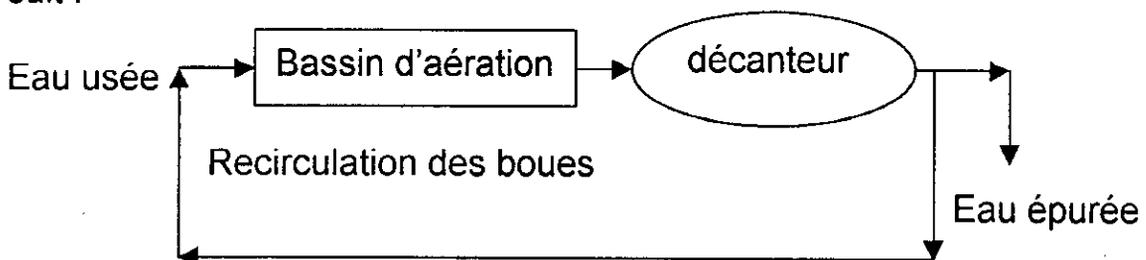
Donc :

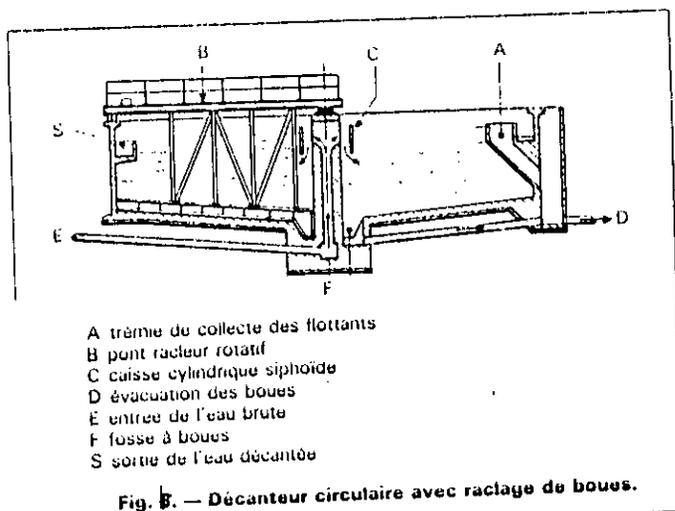
$$B_p = 2520 + 5880$$

$$B_p = 8400 \text{ Kg/j.}$$

Les matières non éliminées durant la décantation primaire subiront un traitement biologique.

Ainsi le schéma le plus simple qu'on peut proposer est comme suit :





SOUS-CHAPITRE III :
TRAITEMENT BIOLOGIQUE

I. BASSIN BIOLOGIQUE :

1. GENERALITES :

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'effluent (décanté ou non) en la transformant en matières en suspension : micro-organismes et leurs déchets, plus difficilement récupérables.

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie ou anaérobie. La vitesse de dégradation des matières organiques est plus élevée en milieu aérobie, c'est pourquoi la plus part des installations d'épuration biologiques fonctionnent en présence d'oxygène.

2. PRINCIPE DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE :

La dégradation biologique s'accomplit en deux phases pratiquement :

- la première phase : c'est la phase d'adsorption, très rapide, au cours de laquelle, les substances organiques s'absorbent sur la membrane externe des cellules.
- La deuxième phase : c'est la phase d'oxydation, plus lente, au cours de laquelle a lieu l'oxydation des matières organiques en produits de décomposition (CO_2 , H_2O).

La vitesse de dégradation dépend de plusieurs paramètres tels que la quantité d'oxygène nécessaire, la masse totale de micro-organismes, la température et la nature des substances à traiter.

3. PROCEDE D'EPURATION BIOLOGIQUE :

Il y a une multitude de procédés d'épuration biologique, dont :

- les boues activées ;
- les lits bactériens ;
- les disques biologiques ;
- le lagunage ;
- l'épandage.

3.1 LES BOUES ACTIVEES :

Le procédé des boues activées est un système fonctionnant en continu, dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec les eaux usées contenant des matières organiques.

Dans ce procédé il y a formation de floccs au sein de l'eau à traiter, dû au développement de la culture bactérienne par le fait d'une nourriture abondante.

Le procédé des boues activées est le plus commun des procédés biologiques.

3.2 LES LITS BACTERIENS :

Ce procédé de traitement repose sur le principe de la filtration par le sol. La biomasse est fixée sur un matériau de grosse granulométrie (3 à 8 cm) sur lequel percole l'effluent à traiter.

Au cours de la percolation de l'eau à travers le lit, les matières organiques sont éliminées.

3.3 LES DISQUES BIOLOGIQUES :

Pour ce procédé, la culture bactérienne est fixée sur un support solide constitué d'un ensemble de disques parallèles régulièrement espacés par un axe commun pour constituer un tombour. Les disques empilés cote à cote sont traversés par des tiges ficelées à leurs bouts et boulonnées sur des profils métalliques eux même fixés sur des éléments solidaires de l'arbre.

Une rotation lente des disques permet le contact entre les micro-organismes qui se développent , fixés au disque et l'effluent, et ainsi une aération de la biomasse.

3.4 LE LAGUNAGE :

Le lagunage est un procédé de traitement des eaux usées domestiques. Les effluents sont dirigés dans des bassins étanches, à l'air libre. Sous l'action du soleil les algues photo-synthétisent leur matière première en fournissant de l'oxygène à la population bactérienne. La profondeur des lagunes est de 1.2 à 0.4 m.

3.5 L'EPANDAGE DES EAUX :

La technique de l'épandage se présente comme peut différente de celle de l'irrigation.

Pour accroître le débit à l'hectare, on est amené à choisir des sols de très bonne perméabilité, auxquels un drainage assez serré donnera un pouvoir d'adsorption encore supérieur. Le sol fonctionne alors comme un filtre permanent. Il est souvent préférable de décanter les eaux avant de les déverser.

Conclusion :

On constate que le procédé des boues activées s'adapte bien aux grandes installations, comme il permet de traiter de grands débits avec des rendements satisfaisants et vu les avantages que présente cette technique nous recommandons de maintenir ce procédé pour notre cas.

4. PROCÉDE DES BOUES ACTIVEES :

Le but de ce procédé est de décomposer, de façon biologique, par oxydation des matières non séparables par sédimentation et qui ne sont pas éliminées par les procédés mécaniques. En même temps une substance cellulaire se forme, cette dernière a un poids spécifique plus grand que celui de l'eau d'égout et de ce fait une décantation est possible.

Le procédé consiste en une intensification artificielle du phénomène d'auto-épuration par concentration des micro-organismes dans le bassin d'aération.

Le processus se déroule en trois étapes essentielles :

- 1^o) adsorption et absorption des matières organiques de l'effluent par les amas biologiques ;
- 2^o) oxydation et dégradation de ces matières organiques et synthèse de nouveaux micro-organismes ;
- 3^o) oxydation et dégradation des amas biologiques eux-mêmes.

5. LE BASSIN D'AERATION :

Le bassin d'aération est un réacteur biologique où est effectuée l'aération du mélange biomasse-eau.

Cette aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'air, d'un gaz enrichi en oxygène, ou encore d'oxygène pur.

L'objectif de l'aération est de dissoudre le gaz dans le mélange afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices.

6. SYSTEME D'AERATION :

6.1 TRANSFERT D'OXYGENE :

Le transfert d'oxygène s'opère en trois phases principales :

- 1- les molécules d'oxygène sont instantanément adsorbées à la surface du film liquide ;
- 2- elles sont transférées à travers le film liquide par diffusion moléculaire ;
- 3- l'oxygène est enfin mélangé à la masse liquide .

6.2 LES DIFFERENTS SYSTEME D'AERATION :

Parmi les différents systèmes d'aération qu'on peut citer on a : les diffuseurs, les turbines et les aérateurs de surfaces.

Vu les avantages et la meilleure adaptation des aérateurs de surfaces aux cas du procédé des boues activées, on a jugé judicieux d'opter pour le choix de ce système d'aération, avec injection d'air en profondeur sous une turbine.

7. DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION :

7.1 PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT : [9, 13]

Les paramètres régissant le dimensionnement du bassin d'aération sont :

- la charge massique :

$$C_m = (\text{DBO}_5 (L_0) \text{ en Kg/j}) / \text{masse totale des boues(Kg)}$$

- la charge volumique :

$$C_v = L_0 (\text{Kg/j}) / \text{volume du bassin (m}^3\text{)}$$

La variation des deux paramètres est illustrée par le tableau N°

TABLEAU N° 03 :

	Aération prolongée	Faible charge	Moyenne charge	Forte charge	Très forte charge
C_m Kg/Kg.j	<0.08	0.08 à 0.25	0.25 à 0.5	0.5 à 1	>1
C_v Kg/m³.j	<0.32	<0.4	0.8 à 1	1 à 1.5	>5
Age des boues (j)	>18	13 à 18	3 à 7	1 à 3	0.3 à 0.7
Concentration des boues(Kg/m³)	4 à 6	3 à 5	3 à 4	2 à 3	<3
Rendement d'élimination DBO₅	>90% nitrification possible	90% nitrification possible	80 à 90%	<80%	<80%

La quantité de la DBO₅ reçue par jour de la décantation primaire est : L₀ = 8400 Kg/j.

Afin de pouvoir dimensionner notre bassin d'aération, il serait intéressant de procéder par certain nombre d'essais, mais par manque de moyen d'expérimentation on est appelé à choisir un domaine de charge et par conséquent un procédé d'épuration.

7.2 DIMENSIONNEMENT : [1, 12, 13]

a- volume du bassin :

Pour cela on se fixe une valeur de la charge volumique de :

$$C_v = 0.3 \text{ Kg de DBO}_5 / \text{j.m}^3.$$

Donc le volume du bassin d'aération sera :

$$V = L_0 / C_v$$

$$V = 8400 / 0.3$$

$$V = 28000 \text{ m}^3$$

c- calcul du temps de séjour :

1- avec le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = V / Q_p$$

$$T_s = 28000 / 2705.4$$

$$T_s = 10.35 \text{ h}$$

2- avec le débit moyen par temps sec :

$$T_s = V / Q_m$$

$$T_s = 28000 / 1670$$

$$T_s = 16.8 \text{ h}$$

Pour ce volume du bassin d'aération, on adopte 5 unités de dimensions chacune :

- la hauteur : 4 m ;
- la longueur : 40m ;
- la largeur : 40m ;
- la surface horizontale : 1600m² ;
- le volume : 6400m³.

d- détermination de la concentration en MVS :

pour cela on propose une valeur de la charge massique de :

$$C_m = 0.25 \text{ Kg de DBO}_5 / \text{Kg.j de MVS}$$

Alors la teneur en MVS sera :

$$C_{mvs} = C_v / C_m = 0.3 / 0.25$$

$$C_{mvs} = 1.2 \text{ g/l}$$

Et la masse de MVS contenue dans les bassins d'aération est :

$$B_a = C_{mvs} * V$$

$$B_a = 1.2 * 28000 = 33600 \text{ Kg}$$

8. BESOINS EN OXYGENE :[13]

8.1 CONSOMMATION THEORIQUE :

les besoins en oxygène seront évalués selon la formule suivante :

$$P(O_2) = a' (L_0 - L_f) + b' B_a$$

Avec :

- $P(O_2)$ = quantité d'oxygène à fournir en Kg de O_2/j ;
- $L_0 - L_f = L_e$ = fraction éliminée de DBO_5 en Kg/j ;
- B_a = la masse de MVS contenue dans le bassin d'aération, en Kg ;
- a' = fraction de substrat oxydée en Kg de $O_2 / Kg DBO_5$;
- b' = la consommation en O_2 métabolisme endogène en Kg de O_2/ Kg de DBO_5 .

Les valeurs conventionnelles de a' et b' sont données par le tableau N° 06.

TABLEAU N° 04 : Valeurs de a' et b'

Type de traitement	a'	b'
Faible charge	0.65	0.065
Moyenne charge	0.60	0.08
Forte charge	0.55	0.12

Etant donné que nous sommes dans le domaine de la faible charge alors :

- $a' = 0.65$;
- $b' = 0.065$.

Par ailleurs L_f représente la quantité de DBO_5 résiduelle, qui sera calculée comme suit :

$$L_f = C_{od} * Q_m$$

Avec :

- C_{od} : concentration de l'oxygène dissous, qui varie de 2 à 2.5 mg/l pour le traitement à faible charge;

- Q_m = le débit moyen journalier par temps sec.

D'où : $L_f = 0.0025 * 40000 = 100 \text{ Kg/j.}$)

Donc la consommation théorique en oxygène sera :

$$P(O_2) = 0.65 * (8400 - 100) + 0.065 * 33600$$

$$P(O_2) = 7579 \text{ Kg de } O_2 / \text{j.}$$

8.2 CONSOMMATION DE POINTE :

Comme :

- l'élimination de la DBO s'effectue pendant 13h ;
 - le métabolisme endogène se déroule en permanence ;
- alors la consommation de pointe en oxygène sera de :

$$P(O_2)_{\max} = a' * L_e / 13 + b' * B_a / 24$$

$$P(O_2)_{\max} = 0.65 * 8300 / 13 + 0.065 * 33600 / 24$$

$$P(O_2)_{\max} = 506 \text{ Kg de } O_2 / \text{h.}$$

II. LA DECANTATION SECONDAIRE :

1. GENERALITES :

La décantation secondaire consiste en une transformation des matières organiques au cours du traitement biologique, réalisé dans le bassin d'aération, qui conduit à un accroissement de la culture bactérienne. Cette culture, mêlée à d'autres matières en suspension ou colloïdales, présente une aptitude plus ou moins grande à s'agglomérer en se séparant du liquide qui les entoure.

Généralement on réalise cette séparation dans le décanteur secondaire ou le clarificateur. Cette ouvrage n'est pas un endroit où la séparation se réalise de façon statique.

En effet, en régime établi le décanteur secondaire reçoit le mélange boueux homogène provenant du bassin d'aération, mais évacue également le mélange boueux qui s'est concentré ; cette évacuation s'opère par un dispositif de Recirculation.

La décantation secondaire en boues activées sera efficace si la surface de séparation des boues sédiments et du surnageant se maintient à une distance stable de la zone de survives. Cette distance doit être plus importante que possible.

2. DIMENSIONNEMENT DU CLARIFICATEUR :

Le dimensionnement du clarificateur est dépendant de deux paramètres : la charge superficielle et le temps de séjour. Le taux de Recirculation conditionne le volume et le temps de séjour de la boue dans le clarificateur.

2.1 la surface horizontale du clarificateur est : [1]

$$S_c = (1 + r) / Q_p$$

Avec : $C_s = 1.7 \text{ m/h}$ (C_s varie de 0.85 à 1.9 m/h).

a- calcul du taux de recyclage : [1, 4]

Le taux de recyclage est donné selon la formule suivante :

$$r = 1 / (C - 1)$$

avec :

+ C : taux de compaction ; $C = S_r / S'_v$

+ S_r : concentration des boues extraite du décanteur secondaire :

$$S_r = 1200 / l_m$$

La valeur de l'indice de MOHLMAN (I_m) sera donnée par le tableau N° 05.

TABLEAU N° 05 : valeurs de I_m en fonction de C_m .[9]

C_m	0.035	0.065	0.09	0.15	0.30	0.60	0.90
I_m	150	150	150	170	200	250	300

Pour la valeur de $C_m = 0.25$ Kg de $DBO_5 / Kg.j$, on peut alors considérer que l'indice de MOHLMAN est : $I_m = 200$.

D'où :

$$S_r = 1200/200 = 6 \text{ g/l.}$$

+ S'_v : concentration en MES de la liqueur mixte à la sortie du bassin d'aération ;

$$S'_v = C_{mvs} / 0.7 \text{ (MES contient 70\% de MVS)}$$

$$S'_v = 1.2 / 0.7$$

$$S'_v = 1.7 \text{ g/l.}$$

Donc le coefficient de compaction sera :

$$C = 6/1.7 = 3.5$$

D'où le taux de recyclage :

$$r = 1 / (3.5 - 1) = 0.4 ;$$

soit un taux de recyclage de : 40%.

Ainsi la surface horizontale du clarificateur est :

$$S_c = (1 + 0.4) / 1.7$$

$$S_c = 2230 \text{ m}^2$$

Alors on adopte deux clarificateurs de dimensions :

- la surface horizontale : 1115 m^2 ;
- le diamètre : 38 m ;
- la hauteur : 3 m ;
- le volume : 3345 m^3 .

b- débits de Recirculation :

- le débit de Recirculation en moyenne est :

$$Q_m^r = r * Q_m = 0.4 * 1670$$

$$Q_m^r = 668 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

- le débit de Recirculation en pointe :

$$Q_p^r = r * Q_p = 0.4 * 2705.4$$

$$Q_p^r = 1082.16 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

2.2 PRODUCTION DE BOUES EN EXCES :[1, 13]

Les boues activées en excès sont constituées de matières solides de nature hétérogène, provenant de deux sources :

- préexistence dans l'eau à l'entrée du bassin d'activation, de nature minérale et organique inerte ;
- produite par l'épuration biologique, de nature organique et qui résultent de la somme algébrique de la synthèse cellulaire et de l'auto-oxydation de la biomasse.

Donc au total on a :

$$X = a_m L_e - b B_a + S_{\min} + S_{\text{dur}}$$

Avec :

- X : la quantité de boues en excès, en Kg/j ;
- L_e : quantité de DBO₅ éliminée en Kg/j ;
- B_a : quantité de boues organiques dans le bassin en Kg/j ;
- S_{\min} : quantité de matières minérales en suspension apportées par l'effluent en Kg/j ;
- S_{dur} : quantité de matières organiques en suspension difficilement biodégradables apportées par l'effluent en Kg/j, elle représente 25% des MVS ;
- a_m : coefficient de synthèse cellulaire ;
- b : coefficient d'auto-oxydation.

Les coefficient a_m et b sont donnés par le TABLEAU N° 06.

TABLEAU N° 06 : valeurs de a_m et b . [13]

Type de traitement	a_m	B
Faible charge	0.65	0.05
Moyenne charge	0.60	0.07
Forte charge	0.55	1.00

Ainsi les valeurs de a_m et b sont :

- $a_m = 0.65$;

- $b = 0.05$.

D'où on a :

- $a_m L_e = 0.65 * 8300 = 5395 \text{ Kg/j}$;

- $b B_a = 0.05 * 33600 = 1680 \text{ Kg/j}$;

- $S_{\min} = 1680 \text{ Kg/j}$;

- $S_{\text{dur}} = 0.25 * 3920 = 980 \text{ Kg/j}$.

Soit une production totale de boues en excès de : 9735 Kg/j.

2.3 AGE DES BOUES : [1, 6, 9]

L'âge moyen des boues est le rapport de la masse de boues présentent à la masse journalières des boues extraites. Il s'exprime en jours.

Soit :

$$\text{Age moyen des boues « } \beta \text{ »} = \frac{\text{Quantité totale initiale de boue}}{\text{masse journalière de boue}}$$

Donc :

$$\beta = [\text{MES}] * V / X = 3 * 28000 / 9735$$

$$\beta = 8.6 \text{ jours.}$$

La teneur en MES est donnée par le tableau N° 07.

TABLEAU N° 07 : [MES] = f (C_m) [9]

C_m	0.035	0.065	0.09	0.15	0.30	0.60	0.90
% de MVS	60	63	65	70	75	78	82
[MES] (g/l)	5 ou 3.5	5 ou 3.5	3.5	3	3	2.5	2

III. LA STERILISATION :

1. INTRODUCTION-DEFINITION :

Après traitement biologique il est possible que la désinfection de l'effluent se présente nécessaire, comme pour le cas des rejets des hôpitaux que l'on peut soupçonner de contenir des microbes pathogènes en grande quantité, comme elle peut s'avérer nécessaire dans le cas où on veut réutiliser les eaux résiduaires traitées.

Ainsi la désinfection au chlore est la plus utilisée de nos jours. Pour assurer son efficacité, il est appliqué pendant un temps de 15 minutes et une dose qui varie de 2 à 10 mg/l.

2. DIMENSIONNEMENT DU STERILISATEUR : [1, 10]

Le dimensionnement de cet ouvrage sera réalisé à la base :

- du débit de pointe : $Q_p = 2705.4 \text{ m}^3/\text{h}$;
- du temps de contact : $T_c = 15 \text{ mn}$;

D'où le volume du bassin :

$$V_{st} = Q_p * T_c$$
$$V_{st} = 2705.4 / 4$$
$$V_{st} = 680 \text{ m}^3 .$$

Donc les dimensions adoptées pour le bassin sont :

- le volume : 680 m^3 ;
- la hauteur : 4m ;
- surface horizontale : 170 m^2 ;
- la longueur : 17 m ;
- la largeur : 10 m.

3. LA QUANTITE DE CHLORE :

La quantité de chlore, d'une dose de 10 mg/l, nécessaire à la désinfection est :

$$Q_{Cl} = V_{st} * 10$$

$$Q_{Cl} = 680 * 10$$

$$Q_{Cl} = 6800 \text{ g} = 6.8 \text{ Kg de Cl.}$$

CHAPITRE VII :
TRAITEMENT DES BOUES

1. GENERALITES :

Tout traitement d'épuration conduit à une production de déchets sous forme de boues, qu'il conviendra de traiter d'une manière rationnelle et économique sans pour autant conduire à de nouvelles nuisances.

Pour satisfaire cette objectif, un choix adéquat de technique à utiliser s'annonce prépondérant.

2. BILAN DES BOUES :[1, 4, 6, 13]

2.1 BOUES PRIMAIRES (V_p):

Ce sont les boues extraites de la décantation primaire. Ces boues présentent une concentration qui varie de 20 à 30 mg/l. Dans notre cas on considérera une concentration de 30 mg/l.

2.2 BOUES SECONDAIRES (V_s):

Elles représentent les boues produites par la clarification. La concentration de ces boues est de 3 g/l.

2.3 LES BOUES TOTALES :

C'est la quantité de boues totale produite, et elle représente la somme algébrique des boues primaires et des boues secondaires, donc :

$$V_t = V_p / 30 + V_s / 3$$

$$V_t = 8400 / 30 + 9735 / 3$$

$$V_t = 3525 \text{ m}^3 / \text{j.}$$

3. CHOIX DU PROCEDE DE TRAITEMENT :

Il est évident qu'il existe une multitude de procédés de traitement des boues, dont chaque procédé est soumis à certaines conditions préalables.

La chaîne à laquelle on optera dans notre cas est comme suit :

- une stabilisation ;
- un épaissement ;
- une déshydratation naturelle.

SOUS-CHAPITRE I :
LA STABILISATION

1. INTRODUCTION-DEFINITION :

La stabilisation des boues consiste à prolonger l'aération des boues dans un stabilisateur pour oxyder la masse bactérienne des boues biologiques, sur lesquelles elle est généralement appliquée.

La stabilisation consiste :

- soit à accélérer le phénomène en le contrôlant (digestion anaérobie ou aérobie).
- Soit à empêcher, ou tout au moins à retarder considérablement le phénomène (conditionnement chimique ou thermique).

Ainsi il existe deux procédés de stabilisation :

1.1 STABILISATION AEROBIE :

La stabilisation aérobie des boues correspond à la phase endogène du processus des boues activées lors de laquelle les boues s'auto-oxydent, et, ainsi, se minéralisent.

L'effluent brut est admis directement sur le bassin d'aération où la phase liquide est traitée ; l'effluent est ensuite décanté et les boues arrêtées par décantation sont dirigées vers un bassin d'aération particulier. Le temps de séjour des boues est de l'ordre d'une semaine ; elles sortent du bassin et peuvent, alors, être séchées.

1.2 STABILISATION ANAEROBIE :

La digestion anaérobie est une fermentation en l'absence d'oxygène qui permet de stabiliser les matières organiques, en les transformant en composés organiques simples.

La digestion anaérobie se traduit généralement par une production de méthane.

2. BASSIN DE STABILISATION :

2.1 DEFINITION :

le bassin de stabilisation proprement dit est une cuve de béton non couverte, équipée d'un système d'aération (aérateur de surface ou surpresseur d'air).

2.2 DIMENSIONNEMENT :

Dans notre cas on adopte un stabilisateur aéré. En considérant une concentration des boues dans l'installation de 12 g/l (la concentration varie de 10 à 13 g/l), le volume des boues à stabiliser est :

$$V_{bs} = (V_p + V_s) / 12 = (8400 + 9735) / 12$$
$$V_{bs} = 1510 \text{ m}^3 / \text{j.}$$

Afin de réaliser une réduction de 45% DE MVS, le temps de séjour nécessaire est d'environ 12 jours.

Ainsi le volume du bassin sera :

$$V_{\text{bassin}} = V_{bs} * T_s = 1510 * 12$$
$$V_{\text{bassin}} = 1820 \text{ m}^3 .$$

Pour une hauteur totale de (h = 5 m) on obtient une surface horizontale de :

$$S_{\text{bassin}} = V_{\text{bassin}} / h = 1820 / 5$$
$$S_{\text{bassin}} = 3624 \text{ m}^2 .$$

A la base des calculs réalisés nous proposons de réaliser quatre (04) stabilisateurs, de dimensions :

- le volume : 4530 m³ ;
- la hauteur : 5 m ;
- surface horizontale : 906 m² ;
- le diamètre : 35m.

SOUS-CHAPITRE II :
EPAISSISSEMENT DES BOUES

1. INTRODUCTION :

L'épaississement constitue l'une des premières étapes dans la plupart des filières de traitement des boues. Les avantages que présente l'épaississement sont :

- amélioration des rendements et réduction des coûts d'investissement ;
- réduction du volume des boues en particulier en cas d'épandage ou rejet en mer ;
- augmentation de l'économie des systèmes de déshydratation.

2. DIFFERENTS TYPES D'ÉPAISSISSEMENT :

Selon le mode de séparation solide-liquide, on distingue principalement deux types d'épaississement :

2.1 ÉPAISSISSEMENT STATIQUE :

L'épaississement statique s'effectue dans une cuve équipée d'un racleur tournant à faible vitesse, qui brise les ponts entre les boues et, de ce fait, améliore la sédimentation et le tassement.

2.2 ÉPAISSISSEMENT PAR FLOTTATION :

Ce type d'épaississement est assuré par injection d'air dissous, qui se sépare dans l'appareil et s'applique aux floccs de boues. Le mélange air-matière s'élève à la surface du bassin où il se concentre et est évacué .

L'épaississement par flottation assure une production spécifique plus élevée que la technique statique, mais engendre une consommation d'énergie supérieure, donc le choix d'un épaississement statique serait plus judicieux économiquement.

3. DIMENSIONNEMENT :

Etant donnée que la quantité de boues à réceptionner au niveau de l'épaississeur est de $1226.5 \text{ m}^3 / \text{j}$, après avoir éliminer près de 45% de MVS en stabilisation, et que la concentration des boues à épaissir est de 80 à 100 g / l (pour notre cas on prend une concentration moyenne de 90 g / l), alors le volume de boues à déshydrater est de :

$$\begin{aligned} V_{bd} &= 1226.5 / 90 \\ V_{bd} &= 14 \text{ m}^3 / \text{j}. \end{aligned}$$

Pour une concentration à l'intérieur de l'ouvrage de 3 g/l, le volume journalier de boues dans l'épaississeur est :

$$V_{\text{bep}} = 1226.5 / 3$$

$$V_{\text{bep}} = 410 \text{ m}^3/\text{j}.$$

On considère un temps de séjour de 5 jours (t varie de 2 à 10j)
on aura le volume de l'appareil de l'ordre de :

$$V_{\text{epais}} = 5 * 410$$

$$V_{\text{epais}} = 2050 \text{ m}^3.$$

Ainsi les dimensions de l'ouvrage sont :

- le volume : 2050 m^3 ;
- la hauteur : 5 m ;
- la surface horizontale : 410 m^2 ;
- diamètre : 25 m.

SOUS-CHAPITRE III :

LA DESHYDRATATION DES BOUES

1. INTRODUCTION :

La déshydratation consiste en l'élimination des eaux, toujours, présentent dans les boues ; cette technique se réalise en faisant appel aux éléments naturels ou encore par des procédés mécaniques.

Pour notre station nous adopterons un procédé naturel, les lits de séchage, qui se justifie par le coût d'investissement.

3. LA DESHYDRATATION NATURELLE :

La technique de séchage sur lits de sable reste encore le procédé le plus utilisé de nos jours en raison des coûts d'investissement peu élevés. Son efficacité est subordonnée au respect d'un certain nombre de règles concernant la réalisation et surtout l'exploitation.

La déshydratation sur lits de sable est régie, dans un premier temps, par un phénomène de filtration gravitaire et de drainage jusqu'à une teneur en eau de 80%, qui au-delà cède progressivement le pas à l'évaporation de l'eau en surface. La déshydratation est un phénomène dépendant directement des conditions météorologiques dont le paramètre essentiel est l'humidité relative de l'air au contact de la boue.

4. CONSTITUTION DES LITS DE SECHAGE :

Les aires de séchage sont en général constitués d'une couche de 10 à 20 cm de sable lavé de 0.5 à 1.5 mm, disposée sur une couche de gravier fin (5 à 15 mm) sous laquelle 15 à 20 cm de gros gravier, 10 à 40 mm, assure la circulation de l'eau filtrée qui est recueillie à la base du lit par un réseau de drainage, les drains doivent avoir une pente de 3 à 4% et distant de 2 à 3m.

L'arrivée des boues liquides se fait sur une plaque en béton au droit de la canalisation de façon à éviter le bouleversement des matériaux filtrants, qui provoquerait un colmatage du lit.

Suivant la provenance des boues, l'épaississement est incomplet et se poursuit dans les premières heures d'épandage, libérant ainsi une couche de surnageant qui pourrait être évacuée au moyen de trappes murales coulissant jusqu'à la hauteur du lit de boues.

Cette disposition permettant de débarrasser la surface du lit des boues en cours de séchage des eaux de pluie qui viendraient à tomber.

La construction des lits de séchage oblige à préparer soigneusement la terrain en s'affranchissant des eaux de ruissellement ou en implantant la couche de gravier au-dessus du sol. Le nivellement du sol assure une uniformité de la couche de boues, la végétation existante sera détruite si nécessaire.

5. EXPLOITATION DES LITS DE SECHAGE :

Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement désherbé afin de détasser la masse filtrante et de la régulariser.

La quantité de boues à admettre sur le lit de séchage dépend de la qualité et de la concentration de celles-ci, en général, l'épaisseur de boues épandues est comprise entre 15 et 40 cm. Pour des boues bien stabilisées on peut prévoir des charges correspondantes à 10 Kg de matières solides / m² de lit.

Les conditions climatiques locales influent directement sur la rotation des lits, qui peut être estimée de 6 à 8 épandages dans l'année.

Le lit de séchage est rempli en une seule fois et il est formellement déconseillé d'admettre de nouvelles boues sur un lit en cours de déshydratation.

Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique noir destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitation atmosphériques.

6. LA MISE EN DECHARGE :

Les règles applicables à la pratique de la mise en décharge sont celles définies pour les ordures ménagères. Après chaque dépotage, la couverture par des matériaux inertes, s'impose pour éviter la réhydratation Par les eaux météoriques des boues déshydratées et la reprise de fermentations malodorantes.

7. DIMENSIONNEMENT DES LITS DE SECHAGE :

Pour ce fait on considère les données suivantes :

- la hauteur des boues : H = 40 cm ;
- la quantité de boues à déshydrater : 14 m³/j ;
- le temps de séjour de : 1 mois.

a- le volume de l'appareil est :

$$V = 30 * 14$$

$$V = 420 \text{ m}^3$$

b- la superficie de l'ouvrage est :

$$S = V / H = 420 / 0.4$$

$$S = 1050 \text{ m}^2$$

Ainsi on propose la réalisation de cinq (5) superficies de séchage dont les dimensions sont :

- la longueur : 25m ;
- la largeur : 10m ;
- la superficie : 250m.

REMARQUE :

Le schéma général d'un lit de séchage sera celui représenté sur la figure (fig7).

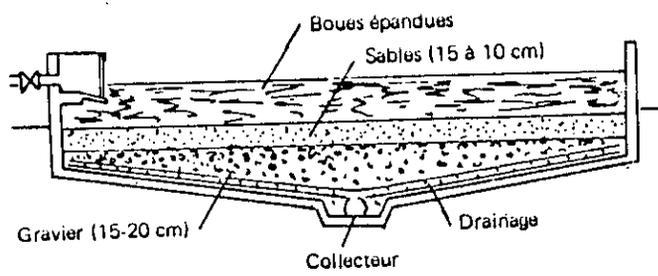


Fig. 27. Lit de séchage.

CHAPITRE VII :
DEVENIR DES SOUS PRODUITS DE
L'EPURATION

IX.1 LES BOUES :

L'eau usée après son traitement, quelque soit le type, engendre des boues comme sous produits ; ces boues contiennent toujours de l'eau et des matières fermentescibles qui empêchent leur utilisation.

IX.1.1 UTILISATION AGRICOLE DES BOUES :

L'utilisation des boues en agriculture, d'une manière générale, est souvent sans danger pour les cultures.

Leur consistance, leur odeur et leur teneur en agents pathogènes laissent apparaître une certaine réticence chez les agriculteurs. Il est cependant, recommandé d'effectuer une analyse complète des boues avant l'épandage.

Celui-ci ne sera réalisé que pour des teneurs en éléments métalliques inférieurs aux doses toxiques, surtout si le champ sert de pâture aux animaux.

Ceci conduit à définir certains facteurs de risque tels que :

- la toxicité directe du déchet vis à vis de l'espèce humaine et l'espèce animale,
- la toxicité vis à vis des plantes,
- La pathogénicité : mode de transmission de la maladie correspondant au germe pathogène, à la possibilité de survie du germe dans les conditions du milieu,
- La mobilité du déchet qui est liée à son état physique, à sa solubilité et à quelques propriétés physico-chimiques (adsorbabilité, nature, concentration en ions, etc...).

IX.2 LES EAUX EPUREES :

Etant donnée que la conception de la station, initialement, avait pour objectif principal la protection du milieu récepteur, la mer (BOUGIE plage), alors on se fixera toujours cet objectif afin d'éviter d'engendrer des coûts d'investissement et d'exploitation supplémentaire. Néanmoins en cas de nécessité accrue il sera possible de canaliser les eaux traitées pour des utilisations conformes à leur composition.

CHAPITRE IX :
ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous allons plutôt nous intéresser à exprimer le coût d'investissement global, pour l'aspect économique, et à présenter les caractéristiques du traitement des eaux usées en moyenne charge et en faible charge sans avoir à dimensionner la station pour les deux cas ; et ainsi donner la base du choix du type de la station et donc du procédé de traitement.

X.1 ETUDE TECHNIQUE :

X.1.1 TRAITEMENT A MOYENNE CHARGE :

Ce traitement est caractérisé par :

- Une production de boues instables et fermentescibles ;
- Une consommation d'énergie très élevée ;
- Une réduction du volume des ouvrages.

X. 1.2 TRAITEMENT A FAIBLE CHARGE :

Ce type de traitement est caractérisé par :

- Une production de boues stables, non fermentescibles ;
- Une consommation d'énergie très élevée, puisque l'oxydation est poussée au maximum ;
- Une exploitation très simplifiée, et un rendement satisfaisant ;
- Une dénitrification complète.

Sur le plan technique, nous constatons que le traitement à faible charge est plus avantageux que celui à moyenne charge ; car il intègre mieux les variations de charge de pollution d'où la possibilité de son exécution.

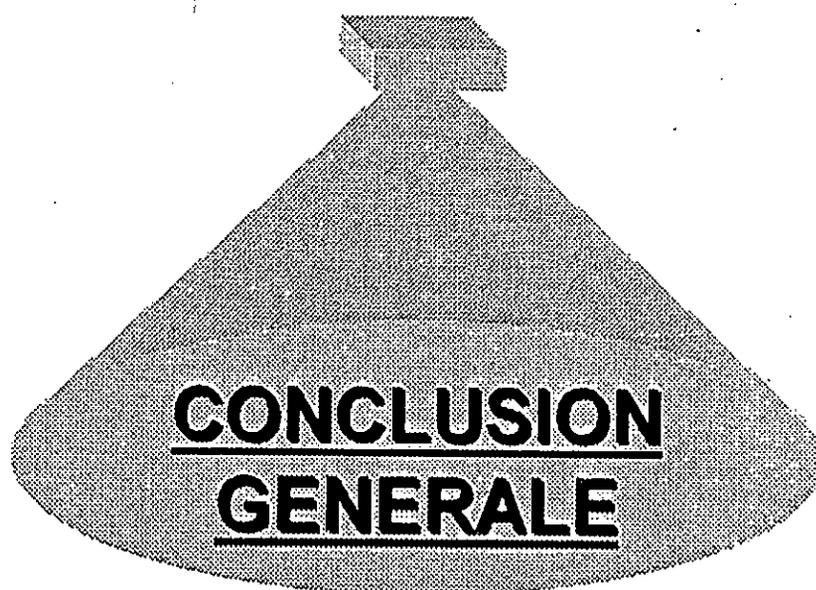
X .2 ETUDE ECONOMIQUE :

Dans ce contexte on sera amené, normalement, à évaluer :

- les frais d'investissement qui sont généralement calculés sur la base du dimensionnement des installations,
- Les frais relatifs d'exploitation comprenant les frais relatifs au fonctionnement de la station,
- Le coût total d'investissement, qui comprend :
 - + coût des différents ouvrages de traitement ;
 - + coût du terrain ;
 - + coût de l'équipement ;
- le coût total d'exploitation :
 - + frais de main d'œuvre ;
 - + coût des pièces de rechange ;
 - + consommation en énergie électrique.

Remarque:

Le manque de données relatives à l'estimation des frais de réalisation d'une station nous d'éviter une aventure dans l'élaboration de cette étude.



Dans notre étude, nous participons à la réhabilitation de STEP de BEJAIA, à une étude de traitabilité de la station d'épuration.

Suite aux analyses effectuées nous avons constaté que le traitement n'est pratiquement pas réalisé, c'est pourquoi nous avons opté pour un redimensionnement de la station, et cette option a été consolidée par :

- de très faibles rendements d'épuration, enregistrés lors des analyses effectuées au niveau de la STEP,
- des temps de séjour non respectés au niveau des différentes unités de traitement de la station,
- une aération faible, dans les bassins concernés,
- une désinfection inexistante,
- l'inexistence de sous-produits de l'épuration, les boues, qui est dû à un colmatage de certains appareils et conduites,
- un taux de raccordement très faible.

Ainsi, vu l'importance de la station des eaux usées de la ville de BEJAIA, et essentiellement de l'impact des rejets de la ville dans le milieu récepteur on est amené à recommander de:

- + revoir le dimensionnement radical de la STEP,
- + choisir un procédé de traitement à faible charge pour les avantages qu'il nous profère,
- + penser, sérieusement, à une réutilisation des sous produits de l'épuration,
- + doter la station de fiches techniques des différentes unités de traitement,
- + doter le laboratoire de la station du matériel nécessaire pour les analyses,
- + surveiller et d'entretenir rigoureusement les différents ouvrages de la station,
- + procéder à la réhabilitation du réseau d'assainissement afin d'évacuer tous les rejets vers la station et assurer une régularisation du débit.

Cette dernière recommandation reste la plus importante car l'existence de ce problème de raccordement causera toujours des contraintes d'épuration au niveau de la station et ceci quelque soit le type de la chaîne de traitement adoptée.

BIBLIOGRAPHIE

- R. THOMAZEAU :** (1981 – technique de documentation)
 – station d'épuration (10).
- J.P. BECHAC :** (1983 – Eyrolles)
 - traitement des eaux usées (1).
- C. GOMELLA :** (10 / 1982 – Eyrolles)
 - le traitement des eaux publiques (7)
- F. VALIRON :** (1983 – technique de documentation)
 - la réutilisation des eaux usées (11)
- F. EDLIN :** (1988 – technique de documentation)
 - l'épuration biologique des eaux résiduaires (5)
- A.E.K. GAID :** (1984 – opu)
 - épuration biologique des eaux usées urbaines (6)
- H. ROQ :** - fondements théoriques du traitement biologique (14)
- DÉGREMENT :** (11/1978 – technique de documentation)
 - mémento technique de l'eau (3)
- ECKENFELDER :** (1982 – technique de documentation)
 - gestion des eaux usées urbaines et industrielles (4)
- F. VALIRON :** (1983 – technique de documentation)
 - manuelle d'assainissement spécifique pour les pays à faibles revenus (12)
- SADOWSKI :** - station de traitement des eaux usées urbaines (9)
- Y. SIBONY :** (11/1993 – technique de documentation)
 - traitement des eaux usées urbaines (13)
- C. COSTE :** - l'assainissement au milieu urbain ou rural
 – l'épuration et le traitement (2)
- J. RODIER :** (1984 – BORDAS)
 - l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires (8)