

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Conception d'un code de calcul pour le dimensionnement des stations d'épuration à boues activées.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0029-17

APA Citation (توثيق APA):

Hamidi, Ouiza (2017). Conception d'un code de calcul pour le dimensionnement des stations d'épuration à boues activées [Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بثمين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، دوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



Département Hydraulique Urbaine

MEMOIRE DE MASTER

Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique

OPTION : Alimentation en eau potable

THEME :

Conception d'un code de calcul pour le dimensionnement
des stations d'épuration à boues activées

Présenté par :

M^{elle} : HAMIDI Ouiza

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r SALAH Boualem	Professeur	Président
M ^{me} MOKRANE Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M ^r HACHEMI Abdelkader	M.A.A	Examineur
M ^{me} TAFAT Leila	M.A.A	Examinatrice
M ^r YAHIAOUI Samir	M.A.A	Promoteur

Mars 2017

Remerciements

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et ma profonde gratitude à :

Mon promoteur M^r Samir YAHIAOUI auquel je tiens à exprimer ma Profonde gratitude pour la confiance qu'il m'a accordée afin de réaliser Ce travail, ainsi que pour ses multiples et précieux conseils scientifiques, professionnels ou tout simplement humains, qu'il a su me prodiguer aux moments opportuns.

Il est particulièrement agréable de témoigner ma reconnaissance à M^{elle} Sarra BETEL pour avoir consacré de son temps pour l'amélioration de la qualité de ce travail, sans son soutien ce travail n'aurait pas abouti.

Toute la gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation de master, et nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Mon dernier remerciement, mais non le moindre s'adressent à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

O. Kamidi

Dédicace

Je tiens avant tout à remercier le dieu tout puissant qui m'a donné beaucoup de courage et de volonté pour que je puisse arriver à finir ce modeste travail.

Je tiens à dédier ce travail à la mémoire de mes chers parents.

A ma chère tante Taoues que j'admire, qui m'a toujours aidé dans ma vie et qui ne cesse de m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études, que dieu me la protège.

Rien au monde ne pourrait compenser les efforts et les sacrifices que tu as consentis pour mon bien être.

A mes frères Larbi et Si moh

A ma sœur Karima

A mes belles petites princesses Melinda et Anélla.

A mes chères amies Sarra, Lydia, Samia, Nadjla , Amel

A mon amie d'enfance Ryma

A mon très cher ami Fayçal

A la mémoire des étudiants martyrs de l'EPST Tlemcen.

A tous ceux qui m'ont apporté de l'aide, de près ou de loin.

O. Hamidi

الملخص:

في الجزائر، الزحف الحضري و الاكتظاظ السكاني الملاحظ خاصة في المدن الكبرى أدى إلى مشاكل التلوث و لذلك فالسلطات استثمرت السنوات الأخيرة في مشاريع إنجاز محطات تصفية المياه المستعملة بتنقية الحمأة المنشطة لتحديد أبعاد المحطة تتبع عدة مراحل.

هذا التقدير في معظم الأحيان مكلف جدا و عادة ما يتطلب كثيرا من الوقت والتركيز والطاقة خاصة عند العمل على عدة متغيرات مما يجعل الدراسة أكثر تعقيدا و صعوبة.

الهدف من هذا المشروع هو إنشاء برنامج يسمى **Tech-epur V1.0** الذي يسمح بتحديد أبعاد محطة تصفية المياه المستعملة بتنقية الحمأة المنشطة استنادا على قاعدة البيانات.

هذا البرنامج سوف يساعد على التقليل من الدراسة وإنجاز المشروع وبذلك يكون أداة دعم لاتخاذ القرارات.

كلمات المفتاحية: محطات تصفية المياه المستعملة، الحمأة المنشطة، البرمجيات، مياه الصرف

Résumé :

En Algérie, les extensions urbaines et la surpopulation enregistrées surtout dans les grandes villes a engendré des problèmes accrus en termes de pollution. Et c'est la raison pour laquelle les autorités se sont investies au cours de ces dernières années dans la réalisation des stations d'épuration fonctionnant à boues activées.

Le dimensionnement de celles-ci suit plusieurs étapes dans le but de pouvoir estimer les dimensions de chaque qui les constituent. Cette estimation est souvent très onéreuse et nécessite en général beaucoup de temps, de concentration et d'énergie aux concepteurs de STEP surtout quand il s'agit de travailler sur plusieurs variantes. Ce qui rend l'étude plus difficile et complexe.

L'objectif de ce projet vise à élaborer un logiciel nommé **Tech-Epur V1.0** qui permet de déterminer les dimensions d'une station d'épuration des eaux usées à boues activées à partir de certaines données de base.

Ce logiciel contribuera à réduire la durée de l'étude ainsi que de la réalisation du projet de STEP et constituera un outil d'aide de prise de décisions.

Mots clefs : STEP, Boues activées, Logiciel, Effluents.

Abstract:

In Algeria, urban extensions and overcrowding, especially in large cities, have led to increased problems in terms of pollution. And this is why the authorities have invested in recent years in the realization of activated sludge treatment plants.

The sizing of these steps follows several steps in order to be able to estimate the dimensions of each that constitute them. This estimate is often very expensive and generally requires a lot of time, concentration and energy for sewage treatment plant designers, especially when working on several variants. This makes the study more difficult and complex.

The objective of this project is to develop a software called **Tech-Epur V1.0**, which enables the size of an activated sludge treatment plant to be determined from certain basic data.

This software will help to reduce the duration of the study and the implementation of the STEP project and will be a tool for decision-making.

Keywords: sewage treatment plant, Activated sludge, Software, Effluents

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I: Généralités sur les eaux usées	
I.1.Introduction	2
I.2.Les systèmes d'épuration des eaux usées	2
I.2.1 L'assainissement autonome.....	2
I.2.2 Les procédés à cultures libres.....	2
I.2.2.1 Les boues activées.....	2
I.2.2.2 Le lagunage naturel	3
I.2.2.3 Les procédés à cultures fixées supports grossiers.....	4
I.2.2.3.a Les disques biologiques..	4
I.2.2.4 Les procédés à cultures fixé sur supports fins.....	4
I.2.2.4.a L'infiltration-percolation.....	4
I.2.2.4.b Le filtre planté de roseaux	4
I.2 Les avantages et les inconvénients de chaque technique d'épuration.	5
I.2.1 Boues activées	5
I.2.2 Lits bactériens	6
I.2.3 Bio-disque	6
I.2.4 Bio-filtration	6
I.2.5 Lagunage	7
I.3.Situation actuelle de l'épuration en Algérie.....	8
I.4 Fonctionnement d'une station d'épuration boues activées	9
I.4.1.Prétraitement.....	9
I.4.1.1 le dégrillage.....	9
I.4.1.2 Le dessablage et déshuilage	9
I.4.2. Traitement primaire	10
I.4.3.Traitement secondaire (clarification)	10
I.4.4.traitement des boues.....	11
I.5.Les produits des stations d'épuration et leurs utilisations	12
I.5.1. Les boues	12
I.5.1.1.Les boues primaires.....	13
I.5.1.2.Les boues physico-chimiques	13
I.5.1.3. Les boues biologiques	13
I.5.1.4	Les boues
mixtes	13
I.5.1.5 Les boues d'aération prolongée.....	13
I.5.2. L'eau épurée.....	14

I.5.2.1 Réutilisation de l'eau dans le domaine agricole (irrigation)	14
I.5.2.2 industriels	15
I.5.2.3 collectifs	15
I.5.3 Les gaz	15
I.5.3.1 Avantages de la digestion d'épuration	16
I.5.3.2 Les étapes de conversion d'épuration en énergie	16
I.4. Les principaux paramètres de pollution à éliminer	16
I.4.1. Paramètres physiques	16
I.4.2. Les paramètres chimiques	17
I.4.3. Les paramètres complémentaires	17
I.4.4. Paramètres biologiques	17
I.5. Conclusion	18

Chapitre II: Etude des logiciels existants

II.1. Introduction	19
II.2. Logiciels existants de dimensionnement des STEP à des procédés biologiques	19
II.2.1. présentations des logiciels existants	19
II.2.1.1. Le Logiciel Ondeor	19
II.2.1.2. Le logiciel Aero-step	20
II.3. Conclusion	20

Chapitre III : Présentation de l'application Tech-epur V1.0

III.1. Introduction	21
III.2. Présentation de l'application.....	21
III.2.1. Objectifs de l'application.	21
III.2.2. Fonctionnement.....	22
III.2.2.1. Estimation des débits et de la charge polluante.....	23
III.2.3. dimensionnement de la station d'épuration	25
III.2.3.1. Prétraitement	26
III.2.3.2. Traitement primaire	27
III.2.3.3. Traitement secondaire..	28
III.2.3.3.a. Choix de la variante	29
III.2.3.3.b. Dimensionnement du bassin d'aération	29
III.2.3.3.c. Calcul des besoins en oxygène $Q(02)$	30
III.2.3.3.d. Détermination les caractéristiques de l'aération.....	30
III.2.3.3.e. Bilan des boues	31
III.2.3.4. Traitement tertiaire	32
III.2.3.4.a. Dose du chlore à injecter	33
III.2.3.4.b. Calcul de la quantité de la javel pouvant remplacer la quantité du chlore	33
III.2.3.4.c. La quantité d'hypochlorite nécessaire Q_j.....	33
III.2.3.4.d. La quantité annuelle d'hypochlorite Q_a	33

III.2.3.4.e.Dimensionnement du bassin de désinfection	33
III.2.3.4.f.Dimensionnement de l'Épaississement.....	33
III.2.3.4.g.Calcul du débit journalier de boues entrant dans l'épaississeur	34
III.2.3.5. Dimensionnement de l'épaississeur	34
III.2.3.6. Dimensionnement du digesteur.....	34
III.2.3.7. Dimensionnement du lit de séchage.....	36
III.3.Présentation détaillée de l'application avec un exemple d'essai	37
III.3.1.Fenêtre d'accueil	37
III.3.2. Barre de navigation	38
III.3.3.Débits d'effluent	38
III.3.4. Prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire	39
III.4.Conclusion	46

Chapitre IV: Methode et outils

IV.1.Introduction	47
IV.2. Outils informatiques utilisés	47
IV.2.1.le langage de programmation C#.....	47
IV.2.2.Framework DotNet	48
IV.2.3. IDE Visuel studio 2010.....	48
IV.2.4. Microsoft Accès	48
IV.3.Conclusion	48
Conclusion générale	49

Liste des tableaux

chapitre I : Généralités sur l'épuration des eaux usées

Tableau I.1 : Avantages et inconvénients du procédé à boues activées.....	5
Tableau I.2 : avantages et inconvénients des lits bactériens	6
Tableau I.3 : avantages et inconvénients du Bio-disque	6
Tableau I.4 : avantages et inconvénients du Bio-filtration	6
Tableau I.5 : avantages et inconvénients du lagunage	7

Chapitre III : Présentation de l'application Tech-epur

Tableau III.4 : valeur du coefficient de vitesse en fonction de la vitesse limite	27
Tableau III.5 : Les valeurs de la charge massique et la charge volumique selon la variante	29
Tableau III.6 : dimensions du bassin d'aération	29
Tableau III.7 : bilan de boues.....	31
Tableau III.8 : Dimensions du bassin de désinfection	33
Tableau III.9 : Dimensions de l'épaississeur	34
Tableau III.10 : Dimensions du digesteur	35
Tableau III.11 : Dimensions du digesteur	36

Liste des figures

Chapitre I: Généralités sur l'épuration des eaux usées

Figure I.1 : boues activées	3
Figure I.1 : lagunage naturel	3
Figure I.3 : disques biologiques	4
Figure I.4 : 1- Système d'infiltration-percolation 2 - les roseaux	5
Figure I.5 : dégrilleurs	5
Figure I.6 : schéma explicatif de la phase de dessablage-déshuilage	9
Figure I.7 : décanteur primaire	10
Figure I.8 : clarificateur	11
Figure I.9 : récupération des boues épaissies	11
Figure I.10 : Schéma des principales étapes du procédé d'épuration à boues activées.....	12
Figure I.11 : lit de séchage de boues.....	14

Chapitre III : Présentation de l'application Tech-epur

Figure III.1 : Organigramme du fonctionnement de l'application	23
Figure III.2 : Schéma global de l'interaction des sous- classes.	25
Figure III.3 : Schéma représentatif du traitement secondaire	28
Figure III.4 : schéma du traitement tertiaire	32
Figure III.4 : Lit de séchage	35
Figure III.5 : Page d'accueil	37
Figure III.6 : Barre de navigation	38
Figure III.7 : Page illustrant la base de données des débits d'effluent et de la charge polluante.....	39
Figure III.8 : Page illustrant le calcul des dimensions du dégrilleur	40
Figure III.9 : Page illustrant le calcul des dimensions du Dessableur	41
Figure III.10 : Page illustrant le dimensionnement du décanteur primaire et l'estimation de la charge polluante à sa sortie	42
Figure III.11 : Page illustrant le dimensionnement du décanteur secondaire et l'estimation de la charge polluante à sa sortie.....	43
Figure III.12 : Page illustrant le dimensionnement des ouvrages du traitement tertiaire.	44
Figure III.13 : Barre d'accès rapide	45
Figure III.14 : rapport de la simulation	46

Nomenclature

Ab : Age des boues.

a' : Fraction de pollution transformé.

a m : Coefficient de rendement cellulaire.

a" : Coefficient global de transfert.

b : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour.

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène.

C : Conductivité.

Cm : Charge massique.

COT : Carbone organique total.

Cp : Coefficient de pointe.

Cv : Charge volumique.

D : Diamètre du bassin.

DBO : Demande biochimique en oxygène.

Dc : Diamètre de la conduite.

DCO : Demande chimique en oxygène.

Dd : Diamètre de décanteur.

Dé : Diamètre de l'épaisseur.

Dx : Masse des boues à extraire.

Dj : Dose journalière de chlore.

d : Espacement des barreau.

e : Epaisseur des barreaux.

EH : Equivalent habitant

H : Profondeur du dessableur-déshuileur.

Hb : Hauteur du bassin.

Hd : Hauteur du décanteur.

H géo: Hauteur géométrique.

hmax : Hauteur d'eau admissible sur une grille

HMT: Hauteur manométrique totale.

Hsr : Profondeur de la station de relevage.

Im : Indice de MOHALMAN

Ka : Constante caractérisant le dispositif d'aération.

k : Taux de croissance.

K : Coefficient de colmatage de la grille.

L : Largeur du dessableur-déshuileur.

Lb : Longueur du bassin.

Lg : Largeur de la grille.

Le : Charge polluante éliminé.

ll : Largeur du lit.

Lf : Charge polluant à la sortie.

L0 : Charge polluante à l'entrée.

l : Largeur du dessableur-déshuileur.

Lsr : Longueur de la station de relevage.

lsr : largeur de la station de relevage.

MES : Matière en suspension.

MM : Matières minérales.

MMe : Matières minérales éliminées.

MMr : Matières minérales restantes.

MVS : Matières volatiles en suspension.

Na : Nombre d'aérateurs.

N0 : Quantité totale d'oxygène transférée.

Ns : Oxygène transféré dans le liquide.

Nlit : Nombre des lits.

n : Pourcentage d'encrassement.

Pa : Puissance d'aération nécessaire.

Pb : Puissance de brassage .

Q : Débit d'air.

Qa : Quantité annuelle d'hypochlorite.

Qé : Débit entrant dans l'épaississeur.

Qj : Débit d'hypochlorite nécessaire.

Qmoyj : Débit moyen journalier.

Qmoyh : Débit moyen horaire.

Qp : Débit de pointe.

Qr : Débit de refoulement.

Q(O₂) : Quantité d'oxygène nécessaire dans le bassin.

Q(O₂)_h : Quantité d'oxygène horaire.

Q(O₂)_j : Quantité d'oxygène journalière.

Q(O₂)_p : Quantité d'oxygène en cas de pointe.

R : Coefficient global de réduction.

R_c : Taux de recirculation des boues.

S : Surface de passage de l'effluent.

Sh : Surface horizontale.

Su : Surface unitaire du lit de séchage.

S₀ : Concentration en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération.

S_f : La concentration en DBO₅ à la sortie du bassin d'aération.

T : Température.

T_c : Taux de retour à l'égout.

T_d : Période diurne.

TR : Taux de raccordement au réseau.

T_s : Temps de séjour.

t : Durée d'amortissement.

V : Vitesse de l'écoulement.

V_a : Vitesse ascensionnelle des particules.

V_{an} : Le volume total annuel d'eau épurée.

VB : Volume des boues.

V_b : Volume du bassin.

V_c : Vitesse de chute.

V_d : Volume du décanteur.

V_e : Vitesse du passage des particules.

V_é : Volume de l'épaisseur.

V_r : Volume du radier.

V_{sr} : Volume de la station de relevage.

V_{tb} : Volume total du béton.

W_a : Puissance de brassage.

W_{ab} : Puissance absolue.

W_m : Puissance de brassage et de maintien des solides en suspension.

X : Masse bactérienne.

X_a : Concentration des boues dans le bassin.

X_{dur} : Quantité des matières sèches non dégradables.

X_{eff} : Fuite des MES avec l'effluent.

X_{min} : Quantité des matières minérales éliminées.

X_r : Concentration des boues recyclées.

X_t : Masse des boues dans le bassin.

α : Angle d'inclinaison de la grille.

β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$\eta_{ép}$: Rendement de l'épuration.

λ : Coefficient de perte de charge.

ΔH : Perte de charge.

Abréviation :

ONA : Office National de l'Assainissement.

STEP : Station d'Épuration.



Introduction générale

L'eau, cette source de vie, constitue l'une des ressources naturelles les plus sensibles à la pollution ; elle demeure largement gaspillée et polluée à l'échelle planétaire ; peu à peu, elle se raréfie et sa qualité diminue.

De nos jours, les besoins en eau potable varient entre 100 et 300 litres par habitant et par jour, et les besoins en eau pour les activités industrielles sont énormes, ceci génère une pollution supplémentaire à celle produite par les activités humaines. Cette eau polluée se déverse quotidiennement dans les lacs et les rivières, ainsi pour faire face à ce problème, plusieurs stations d'épuration ont été réalisées en Algérie durant les dernières décennies.

Le dimensionnement d'une station d'épuration suit plusieurs étapes, passant tout d'abord par la récolte des données de base et des paramètres indispensables décrivant la qualité et la quantité des effluents, ceci est dans le but de pouvoir estimer les dimensions de chaque ouvrage constituant la station d'épuration. Cette estimation est souvent très onéreuse et nécessite en général beaucoup de temps, de concentration et d'énergie aux concepteurs de STEP surtout quand il s'agit de travailler sur plusieurs variantes. Ce qui rend l'étude plus difficile et complexe.

L'objectif de ce projet vise à élaborer un logiciel nommé **Tech-Epur V1.0** qui permet de déterminer les dimensions d'une station d'épuration des eaux usées à boues activées à partir de certaines données de base ; et ce de l'étape du prétraitement jusqu'à celle du traitement des boues.

Afin d'arriver à cette fin, nous nous basons sur le logiciel de visuel studio et le langage de programmation orienté objet "C Sharp C #"

Pour bien mener cette étude, nous avons réparti le travail en quatre chapitres à savoir :

- **Chapitre I :** donne une vision générale sur l'épuration des eaux usées et des techniques utilisées.
- **Chapitre II :** c'est une étude comparative entre les logiciels existants qui permettent de dimensionner les stations d'épuration à boues activées.
- **Chapitre III :** c'est une présentation de l'application élaborée, ses objectifs et son mode de fonctionnement.
- **Chapitre VI :** c'est l'ensemble des outils informatiques et les méthodes de programmation qui ont contribué à la conception de l'application **Tech-epur V1.0**.

Ce logiciel contribuera à réduire la durée de l'étude ainsi que de la réalisation du projet de **STEP** et constituera un outil d'aide de prise de décisions.



I.1.Introduction

Ce présent chapitre a pour but de définir l'ensemble des procédés d'épuration existant et les avantages et inconvénients de chacun tout en citant les paramètres de pollution à éliminer et ensuite donner un petit aperçu sur l'épuration en Algérie et la réutilisation des produits des stations d'épuration(eau, boue et gaz).

I.2.Les systèmes d'épuration des eaux usées

Au côté de l'assainissement autonome, trois grandes filières de traitement des eaux usées existent :

- Les procédés à cultures libres
- Les procédés à cultures fixées sur supports grossiers
- Les procédés à cultures fixées sur supports fins.

I.2.1 L'assainissement autonome [2]

Dans les zones d'habitat dispersé, la collecte de la pollution par des réseaux d'égout est coûteuse et peu justifiée.

L'assainissement individuel (ou autonome) est alors préconisé. Il se compose le plus souvent d'une fosse septique suivie d'un épandage souterrain constitué d'un réseau de drains ou de filtres à sable.

Les fosses septiques « toutes eaux » recueillent l'ensemble des eaux usées.

Une sédimentation des matières solides et une digestion anaérobie (en l'absence d'oxygène) s'y effectuent. L'épandage souterrain dans un terrain filtrant contenant des bactéries aérobies achève l'épuration des eaux.

I.2.2 Les procédés à cultures libres [2]

I.2.2.1 Les boues activées

Ce principe d'épuration repose sur la dégradation aérobie de la pollution par mélange des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ce procédé est aujourd'hui utilisé dans la majorité des stations d'épuration de capacité supérieure à 1 000 équivalents habitants.



Figure I.1 : boues activées

I.2.2.2 Le lagunage naturel [3]

Il consiste à faire séjourner pendant une longue durée les rejets dans des bassins successifs de grande étendue (ressemblant à des étangs) et de faible profondeur (environ 1 m). Cela permet de favoriser le développement des micro-algues qui apportent l'oxygène nécessaire aux bactéries assurant l'épuration. Après avoir été ainsi épurées, les eaux sont dispersées dans le milieu naturel.



Figure I.1 : lagunage naturel



I.2.2.3 Les procédés à cultures fixées supports grossiers

I.2.2.3.a Les disques biologiques

Cette technique épuratoire est souvent rencontrée dans d'autres pays (notamment germaniques et scandinaves). Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation, lequel assure à la fois le mélange et l'aération.



Figure I.3 : disques biologiques

I.2.2.4 Les procédés à cultures fixé sur supports fins

I.2.2.4.a L'infiltration-percolation [2]

Il consiste à infiltrer des eaux usées prétraitées (traitement primaire) dans un milieu granulaire insaturé sur lequel est fixée la biomasse épuratoire.

I.2.2.4.b Le filtre planté de roseaux [2]

La rhizosphère consiste à infiltrer des eaux usées dans des filtres sur lesquels est fixée la biomasse épuratoire. Les roseaux créent un environnement favorable au développement de la flore bactérienne. Le cheminement de leurs tiges et de leurs rhizomes à travers le filtre entraîne une oxygénation de ce dernier. Il permet une bonne infiltration des effluents et assure un côté esthétique certain.



Figure I.4 : 1- Système d'infiltration-percolation
2 - les roseaux

I.2 Les avantages et les inconvénients de chaque technique d'épuration [3] [15]

I.2.1 Boues activées :

Ce dispositif est intéressant à partir de 400 équivalents habitants au minimum et peut aller jusqu'à un traitement de 100000 à 200000 équivalents habitants

Tableau I.1 : Avantages et inconvénients du procédé à boues activées

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Emprise au sol réduite ; • Grande performance d'élimination de la DBO, la DCO et des MES. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût d'investissement élevé ; • Sensibilité aux variations de charges : hydraulique et organique ; • Nécessité d'un entretien fréquent des ouvrages (main d'œuvre qualifiée) ; • Coût d'exploitation (énergétique) élevé ; • Faibles performances en matière d'élimination des agents pathogènes.



I.2.2 Lits bactériens :

Tableau I.2 : avantages et inconvénients des lits bactériens

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Occupation au sol relativement faible ; • Bonnes performances en terme de réduction de la DBO, de la DCO et des MES ; • Faible consommation en énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût d'investissement élevé ; • Ne supporte pas les variations de débit et de concentration des effluents ; • Nécessite un entretien fréquent des ouvrages (main d'œuvre importante) ; • Pollution olfactive ; • Nuisances par le développement des insectes.

I.2.3 Bio-disque :

Tableau I.3: avantages et inconvénients du Bio-disque

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Très bonne réactivité en cas de surcharges par rapport aux boues activées; • Moins d'équipement électromécanique : un seul moteur par file ; • Consommation électrique faible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitation de la capacité de la STEP à 100000 EH; • Possibilité de la pollution olfactive.

I.2.4 Bio-filtration :

Tableau I.4: avantages et inconvénients du Bio-filtration

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Emprise au sol faible par rapport au procédé boues activées ; • Absence de clarificateurs secondaires; • Grande stabilité vis-à-vis des variations de charge; • Possibilité à traiter des eaux faiblement concentrées et froides; • Intégration architecturale aisée; • Modularité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût d'exploitation légèrement plus élevé qu'une boue activée, en cas de charge entrante régulière toute l'année ; • Performance d'épuration moindre que pour une boue activée sur la DBO5 en cas de traitement poussé (<10 mg/l).



I.2.5 Lagunage :

Tableau I.5: avantages et inconvénients du lagunage

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Procédé naturel sans aucune consommation d'énergie ;• De bonnes performances épuratoires relativement meilleures sur le plan microbiologique à celles des procédés intensifs ;• coût d'investissement relativement faible ;• Coût d'exploitation faible ;• Forte résistance a la variation des charges aussi bien hydraulique qu'organique ;• Simplicité de fonctionnement.	<ul style="list-style-type: none">• Forte occupation au sol ;• Dégagement des odeurs à partir des bassins anaérobies (si mauvaise conception ou orientation des bassins) ;• Temps de séjour relativement long comparé aux procédés intensifs.



I.3.Situation actuelle de l'épuration en Algérie [4]

Le volume d'eaux usées rejetées à l'échelle nationale est estimé actuellement à près de **750 millions de m³** et dépassera **1,5 milliards de m³ à l'horizon 2020**. Afin de prendre en charge l'épuration de ce potentiel d'eaux usées, le secteur des ressources en eau a engagé un programme ambitieux en matière de réalisation d'installations d'épuration.

Exploitation :

- Nombre de station d'épuration : 102 (52 STEP+ 50 lagunes)
- Capacité installée actuelle : 570 hm³/an (1999 : 28 STEP pour une capacité de traitement de 98 millions de m³/jour)
- Situation du programme en cours de réalisation : Nombre de station d'épuration: 176 (87 STEP+ 89 lagunes) Capacité installée : 355 hm³/an

Conclusion

Il vient de signaler que quasiment la majeure partie des STEP abordées dans ces statistiques sont celles qui fonctionnent à boues activées et ce pour diverses raison :

- Presque la totalité des réseaux d'assainissement en Algérie sont unitaires d'où ses STEP en question recueillent de grandes quantités d'effluents
- Les qualités des effluents arrivant vers ses STEP sont souvent très variables et de nature organique.
- D'où ce procédé donne hypothétiquement des rendements d'élimination assez spectaculaires par rapports à d'autres.



I.4 Fonctionnement d'une station d'épuration boues activées [1]

I.4.1. Prétraitement

Les prétraitements physiques constituent une série d'opérations susceptibles d'alléger les eaux brutes des matières les plus grossières d'une part ou celles pouvant gêner le processus du traitement ultérieur.

Les opérations de prétraitements physiques sont :

I.4.1.1 le dégrillage

Il s'agit de séparer des eaux brutes, les matières les plus volumineuses, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent.



Figure I.5 : dégrilleurs

I.4.1.2 Le dessablage et déshuilage [9]

L'élimination des sables présents dans l'effluent brut est indispensable si on veut protéger les conduites et pompes contre l'abrasion et aussi éviter le colmatage des canalisations par une sédimentation au cours du traitement, cette opération est aussi destinée à réduire les graisses et les huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface.

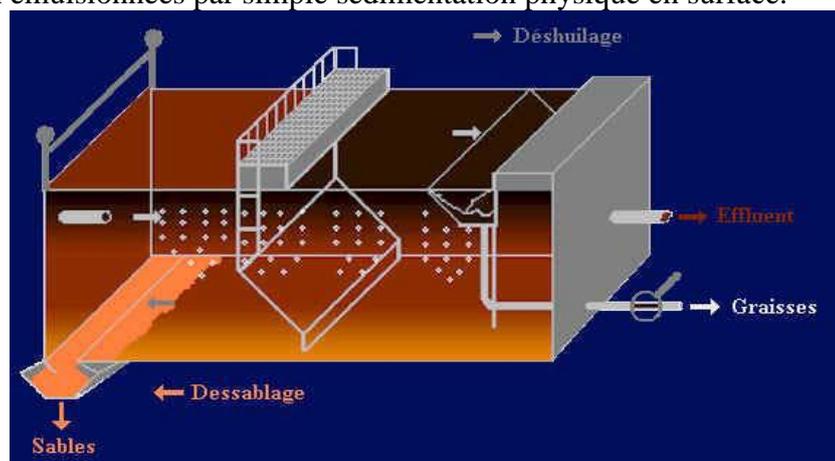


Figure I.6 : schéma explicatif de la phase de dessablage-déshuilage



I.4.2. Traitement primaire :[9]

La décantation

L'élimination des matières en suspension présentes dans le milieu liquide est réalisée par sédimentation, en utilisant uniquement les forces de gravité.



Figure I.7 : décanteur primaire

I.4.3. Traitement secondaire (clarification)

Cette étape consiste à séparer l'eau des boues ou des résidus secondaires issus de la dégradation des matières organiques. Cette décantation est opérée dans des bassins spéciaux, les "clarificateurs". Les boues se déposent au fond du bassin, où elles sont raclées et évacuées. L'eau débarrassée de 80 à 90 % de ses impuretés subit alors des analyses et des contrôles avant d'être rejetée dans le milieu naturel.



Figure I.8: clarificateur

I.4.4. traitement des boues

Une station d'épuration produit 2 litres de boues résiduaires par habitant et par jour.

Les boues récupérées lors de la décantation, le traitement biologique et la clarification doivent être traitées.



Figure I.9 : récupération des boues épaissies

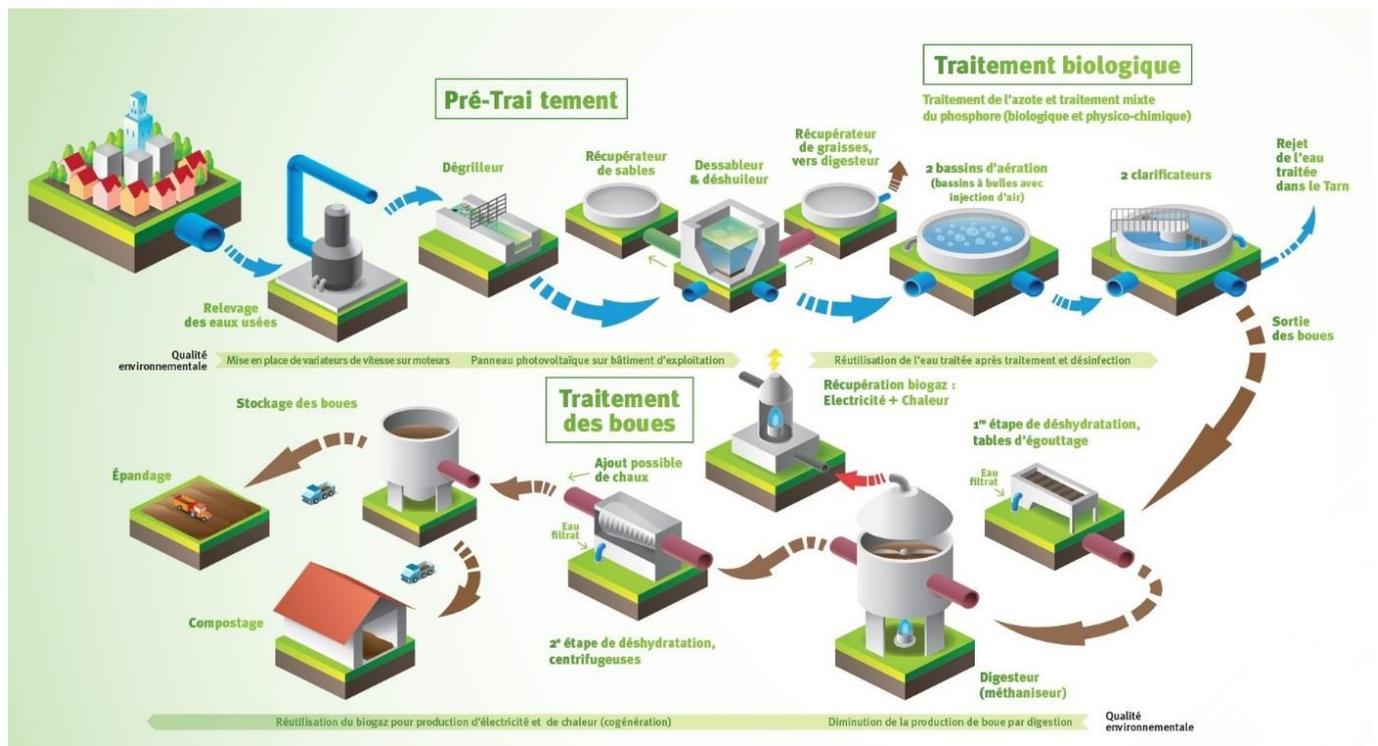


Figure I.10 : Schéma des principales étapes du procédé d'épuration à boues activées

I.5. Les produits des stations d'épuration et leurs utilisations

I.5.1. Les boues

Les boues d'épuration (urbaines ou industrielles) sont les principaux déchets produits par une station d'épuration à partir des effluents liquides. Ces sédiments résiduels sont surtout constitués de bactéries mortes et de matière organique minéralisée. Une installation moyenne produit environ un excès de **40 g** de matière sèche par jour et par habitant. Les boues peuvent être considérées comme étant des déchets dangereux ou des déchets non dangereux selon leurs caractéristiques physico-chimiques.

On distingue différents types de boues selon les traitements appliqués pour épurer l'eau dans un milieu boueux.



I.5.1.1. Les boues primaires

Ce sont les dépôts récupérés par une simple décantation des eaux usées (dans les décanteurs-digesteurs par exemple). Elles présentent des concentrations élevées en matières minérales (sable, terre...) mais aussi en matière organique pouvant évoluer.

I.5.1.2. Les boues physico-chimiques

Elles ressemblent aux boues primaires sauf que durant le traitement de l'eau usée, il a été rajouté un réactif (sels de fer, d'aluminium, et autres agents flocculants) pour agglomérer les fines particules et améliorer la décantation.

I.5.1.3. Les boues biologiques

Elles sont aussi appelées boues secondaires, elles proviennent d'une épuration biologique des eaux (boues activées, disques biologiques, lits bactériens...). Ces boues, de concentrations médiocres (10 g/l), sont très organiques car elles sont principalement constituées de corps bactériens et de leurs sécrétions.

On distingue aussi :

I.5.1.4 Les boues mixtes

Constituées d'un mélange de boues primaires et biologiques, elles proviennent de la plupart des stations de traitement complètes.

I.5.1.5 Les boues d'aération prolongée [5]

Obtenues sans décantation primaire avec des matières polluantes intensivement aérées. Les boues sont peu concentrées, moins organiques et donc moins susceptibles de produire des nuisances. On les appelle « bio-solides » quand les boues sont traitées.



Figure I.11 : lit de séchage de boues

Un réseau dense de stations d'épuration commence à mailler le territoire national. Ces stations produisent en phase finale des boues résiduelles particulièrement riches en matière organique. Or, le taux en matières organique des sols agricoles est dramatiquement faible. Ces boues pourraient donc être utilisées comme apport organique en agriculture. Les stations existantes produisent une moyenne de 2 000 tonnes de boues par mois. Et la préoccupation de chaque responsable de station d'épuration est de débarrasser les bassins des boues afin de réaliser un nouveau cycle d'épuration. Une partie de ces boues est placée en décharges. L'autre partie est autorisée **officieusement** pour l'épandage sur des cultures céréalières, arboricultures et plantes ornementales (pépinières). Ces boues résiduelles riches en matière organique pourraient donc constituer un apport intéressant pour amender les sols agricoles.

I.5.2. L'eau épurée [6]

I.5.2.1 Réutilisation de l'eau dans le domaine agricole (irrigation) :

L'eau usée traitée à l'aval des systèmes d'assainissement urbains représente une eau renouvelable non conventionnelle, qui pourrait être une source attrayante et bon marché à employer en agriculture, au voisinage des centres urbains. Cependant, en raison de la nature variable de cette eau (sa charge en constituants minéraux, organiques et biologiques) ; sa réutilisation devrait être gérée soigneusement, surveillée et contrôlée par des spécialistes afin de vérifier les risques et menaces potentiels sur les usagers, le sol, et les cultures irriguées



avec elle, ainsi que sur l'environnement dans son ensemble. Le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée, sauf en Algérie.

En Algérie l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation des terres agricoles est encore à l'état « embryonnaire » et ne se pratique que sur de très faibles superficies et souvent à titre expérimentale. Aussi l'installation des stations d'épuration en aval des réseaux existants constitue non seulement une des solutions pour la protection de nos ressources en eau, du milieu naturel et par conséquent de l'environnement, mais peut également constituer un apport non négligeable pouvant satisfaire les besoins agricoles. [7]

I.5.2.2 industriels :(circuits de refroidissement, lavages).

I.5.2.3 collectifs : (lavages des voiries et des véhicules municipaux, arrosage des plantations, des parcs et des terrains de sports, alimentation des réseaux incendie).

Ces possibilités de réutilisation des eaux épurées ont déjà trouvé des applications dans le monde, et peuvent donc être envisagées dans tous nouveaux projets. D'autres usages ont été développés, qui pourront être envisagés à plus ou moins long terme, en fonction de l'évolution des règles sanitaires et des politiques à mener pour économiser l'eau et préserver durablement les ressources d'eau douce.

I.5.3 Les gaz [8]

Les professionnels des eaux usées ont autrefois accepté des consommations énergétiques élevées pour le fonctionnement des installations de traitement des eaux usées afin d'atteindre les exigences d'autorisation de rejet. Étant donné que le coût de l'énergie augmente et qu'on se focalise de plus en plus sur les énergies renouvelables, les autorités locales et municipalités recherchent des solutions permettant de faire des économies et de répondre aux besoins en termes d'énergies renouvelables. Les moteurs à gaz **GE Energy Jenbacher** fournissent une solution d'énergie renouvelable qui permet à terme d'effectuer des économies pour les centrales de traitement des eaux usées.

I.5.3.1 Avantages de la digestion d'épuration [8]

- Production d'énergie renouvelable à partir de déchets
- Réduction des émissions de carbone, spécialement par rapport au traitement aérobique des eaux usées
- Production d'énergie électrique économique sur site et réduction des pertes de transmission
- Production d'énergie thermique économique sur site



- Production d'amendement des sols rentable, technologie avérée

I.5.3.2 Les étapes de conversion d'épuration en énergie [8]

Le procédé de production de biogaz est divisé en quatre étapes :

1. Préparation des matières entrantes incluant l'élimination des contaminants physiques
2. Digestion (fermentation), constituée de l'hydrolyse, l'acétogénèse, l'acidogénèse et la méthanogénèse
3. Conversion du biogaz en électricité et chaleur renouvelable
4. Post-traitement du digestat.

I.4. Les principaux paramètres de pollution à éliminer [9]

Les paramètres spécifiques qui permettent d'évaluer le degré de pollution des eaux usées se présente sous deux formes

I.4.1. Paramètres physiques :

- La température (T °c) : elle influence sur l'activité des micro-organismes et sur la réserve d'oxygène pour le processus d'auto épuration.
- La turbidité : indique la présence plus au moins importante des MES.
- La conductivité : elle varie en fonction de la concentration des sels en solution.
- Couleur et odeur : la couleur d'une eau usée urbaine est grisâtre, mais certains rejets industriels contiennent des colorants particulièrement stables.
- Les matières en suspension MES : les matières en suspension comportent des matières minérales et des matières organiques.
- Les matières volatiles en suspension MVS : ces matières disparaissent au cours d'une combustion.
- Les matières minérales MM : elles représentent le résidu de la calcination et la présence de sel.
- Les matières décantables et non décantables : elles correspondent aux MES qui se déposent au repos pendant une durée fixée conventionnellement à 2 heures.
- Le pH : c'est un paramètre important pour définir le caractère agressif ou incrustant des eaux.



I.4.2. Les paramètres chimiques [9]

- La demande biochimique en oxygène DBO5 : c'est la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai d'incubation à 20° c et l'obscurité pendant 5 jours pour assurer l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans les eaux usées.
- La demande chimique en oxygène DCO : c'est la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction chimique de l'ensemble des matières organiques et minérales contenues dans l'eau usée.

I.4.3. Les paramètres complémentaires :

- Le phosphore
- L'azote
- L'équilibre nutritionnel

I.4.4. Paramètres biologiques :

Les micro-organismes présents dans les eaux usées sont à l'origine du traitement biologique, ils sont constitués :

- Des germes pathogènes (mycobactéries, colibacilles etc....)
- Des parasites (des œufs de vers etc.)
- Des champignons.

I.5. Conclusion

Au terme de ce chapitre nous avons englobé tous les points indispensables pour le dimensionnement d'une station d'épuration dans des conditions qui dépendent aux normes exigées et assurant la protection de l'environnement.



II.1.Introduction

Le but de ce chapitre est de faire une description précise des logiciels existants pour bien définir les objectifs du programme à élaborer, ce qui rend cette étape indispensable avant de commencer ce projet.

Le dimensionnement d'une station d'épuration peut être réalisé d'une manière globale en appliquant des techniques qui se basent sur le nombre d'équivalents-habitants . Cette approche donnera une approximation grossière des volumes de bassins.

Cependant, pour un dimensionnement précis, tenant compte de la spécificité de la station et notamment de la qualité de l'eau à traiter, il est nécessaire d'utiliser des outils de dimensionnement appropriés.

Dans le cadre de ce projet, les principaux modules étudiés sont :

- a. Estimation des débits et de la charge polluante
- b. Dimensionnement de la station d'épuration à boues activées.

II.2.Logiciels existants de dimensionnement des STEP à des procédés biologiques:

II.2.1.presentations des logiciels existants

Sur le marché international nous avons remarqué un manque de logiciels commerciaux de dimensionnement des STEP, chaque société de réalisation et d'étude dans ce domaine à son propre logiciel qui sont des logiciels internes aux entreprises.

II.2.1.1. Le Logiciel Ondeor : [10]

L'entreprise SUEZ a développé à cet effet une série de **logiciels internes** (nommés Ondeor) pour le dimensionnement des stations à boues activées, de biofiltration et des bioréacteurs à membranes.

Les programmes de calcul utilisés dans ces logiciels reprennent les formulations de base (équations de Monod, influence de la température sur les cinétiques...), calées sur les



résultats de suivis longue durée de stations en fonctionnement. Ceci est particulièrement vrai pour les rendements en décantation primaire, les cinétiques de nitrification et dénitrification, l'élimination biologique du phosphore, la production de boues et les besoins en oxygène.

Par ailleurs, les entrées nécessaires sont fondées sur la typologie de l'eau brute (voir **typologie des eaux résiduaires**). Chaque composant de chaque paramètre définissant la pollution subit un traitement différent, notamment au niveau de la décantation primaire, de la consommation de carbone soluble pour la dénitrification et la déphosphatation biologique...

Ces logiciels permettent ainsi de **dimensionner l'ensemble de la ligne eau en termes de surface de décantation primaire** (physico-chimique ou non), de **volumes** de bassins (aération, anoxie, anaérobie...), de **production de boue**, de **besoins en oxygène**, de **surface** de clarification et de type de **traitement tertiaire** afin de tenir les objectifs de rejet et ceci, quelles que soient les technologies envisagées (boues activées dans ses différentes variantes, Biofiltres, Ultrafor, Cyclor, Météor, etc...)

II.2.1.2. Le logiciel Aero-step [11]

C'est un outil d'aide pour le dimensionnement des stations d'épuration.

Remarque :

Il faut signaler qu'après une recherche approfondie portant sur le marché national, nous n'avons relevé aucun logiciel certifié n'a été retrouvé dans ce domaine.

II.3. Conclusion

A la fin de cette étude comparative, on constate un grand manque de logiciels de dimensionnement des stations d'épuration et la difficulté de l'utilisation des logiciels existants malgré la précision et la fiabilité qu'ils apportent, pour cela notre projet est d'une importance majeure dans ce domaine vu qu'on propose une solution à ce problème par le biais d'un logiciel répondant aux critères et exigences des usagers œuvrant dans le secteur des STEP et de l'environnement en général.



III.1.Introduction :

Le but de ce chapitre est de faire une présentation générale de l'application réalisée, ainsi que ses objectifs qu'on doit atteindre à la fin de la simulation.

III.2.Présentation de l'application

III.2.1. Objectifs de l'application

L'application qui va être présentée ici a pour but de faciliter les calculs à réaliser pour le dimensionnement des stations d'épuration à boues activées.

Cependant, il devient rapidement évident qu'en effectuant quelques modifications, le programme permettra d'aider à dimensionner une grande variété de cas et pas seulement ce type de station en guise de perspectives.

Le programme a été adapté de façon à être suffisamment général pour pouvoir apporter des améliorations dans d'autres projets et de pouvoir par la suite l'appliquer dans différents procédés à part les boues activées.

L'objectif de ce programme est de disposer d'un outil d'aide lors de la conception des stations d'épuration à boues activées. Plus concrètement, il permet de:

- évaluer les charges polluantes et les débits à l'entrée de la STEP.
- Calculer les dimensions des ouvrages de la STEP à partir de données de base (débits d'effluent et charges polluantes).
- chaque étape du processus d'épuration est présentée avec ses paramètres spécifiques.
- Proposer un critère de choix de variante de traitement à utiliser, en comparant les valeurs de la charge massique et la charge volumique avec celle de l'intervalle de chaque variante.
- Créer des fiches techniques pour résumer les résultats obtenus lors de la simulation.

L'application doit répondre aux besoins suivants :

- 1- Avoir un logiciel performant
- 2- Avoir un logiciel qui respecte les principes des Interfaces Homme/Machine (IHM) tels que l'ergonomie et la fiabilité.
- 3- Réduire les tâches manuelles qui nous permettraient de gagner en spatio-temporel
- 4- Archiver les informations
- 5- Avoir un logiciel évolutif et paramétrable



III.2.2. Fonctionnement

Une des idées clés de l'application est qu'elle doit pouvoir être utilisée facilement par tous. Pour cela le programme a été séparé en trois classes principales et en sous-classes.

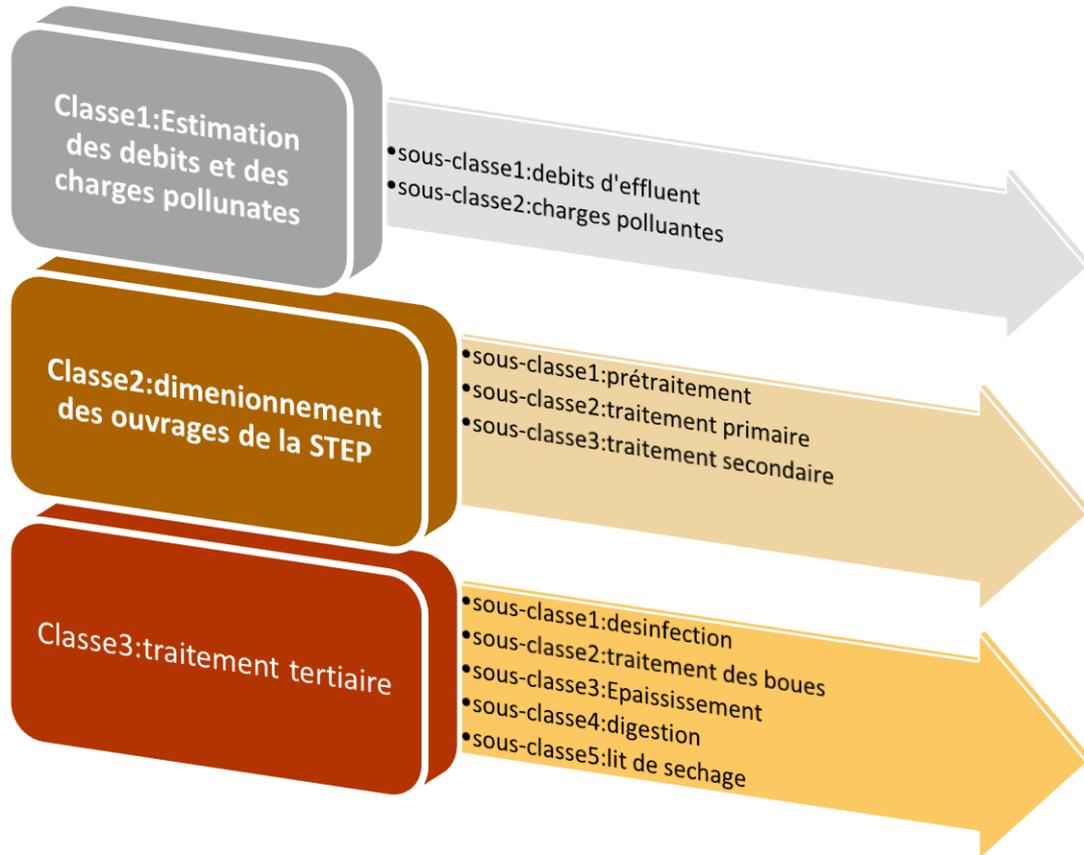


Figure III.1 : Organigramme du fonctionnement de l'application



III.2.2.1. Estimation des débits et de la charge polluante

- **Processus de calcul des débits :**

Tableau III.1:Processus du calcul des débits

désignation	unité	Formule
Débit usé moyen journalier	(m3/j)	$Q_j = D * N * cr$
Débit moyen horaire	(m3/h)	$Q_{moyh} = Q_j / 24$
Débit de pointe temps sec	(l/s)	$Q_{ps} = K_p * Q_j$
coefficient de pointe K_p	/	$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{mj}}}$ Si $Q_{mj} \geq 2,8$ l/s. $K_p = 3$ Si $Q_{mj} \leq 2,8$ l/s.
Débit de pointe : temps de pluie	(m3/h)	$Q_{pp} = (3-5) * Q_{ps}$
Débit diurne	(m3/h)	$Q_d = Q_j / 16$

- **Processus de calcul de charges polluantes :**

Volume usé rejeté par les habitants (l/hab/j)

$V_{us} = Cr_j * D$

Nombre d'équivalents habitants

$NEH = N + (Q_{equi} / V_{us})$

Tel que Q_{equi} est le débit d'équipements de la ville

Concentration moyenne d'un effluent urbain

Tableau III.2 : Quantité journalières moyenne par habitant

Différents polluants	Quantité journalières moyenne par habitant (g/equi hab/j)
MES	70-90
DBO5	70
DCO	120



Tableau III.3 : paramètres calculés avec les formules utilisées

Paramètre :	Formule :
Charge moyenne en DBO5 (kg/j)	$Lo=qDBO5*NEH$
Charge moyenne en MES (kg/j)	$No=qMES*NEH$
Concentration moyenne en DBO5 (mg/l)	$CDBO5 = Lo/Qj$
Concentration moyenne en MES (mg/l)	$CMES= No/Qj$
Charge en matières volatiles sèches (kg/j)	$MVS=0.8*No$
Charge en matières minérales (kg/j)	$MM=0.2*No$



III.2.3. dimensionnement de la station d'épuration :

Le schéma globale suivant résume l'interaction entre les différentes sous-classes de la classe principale 'dimensionnement'

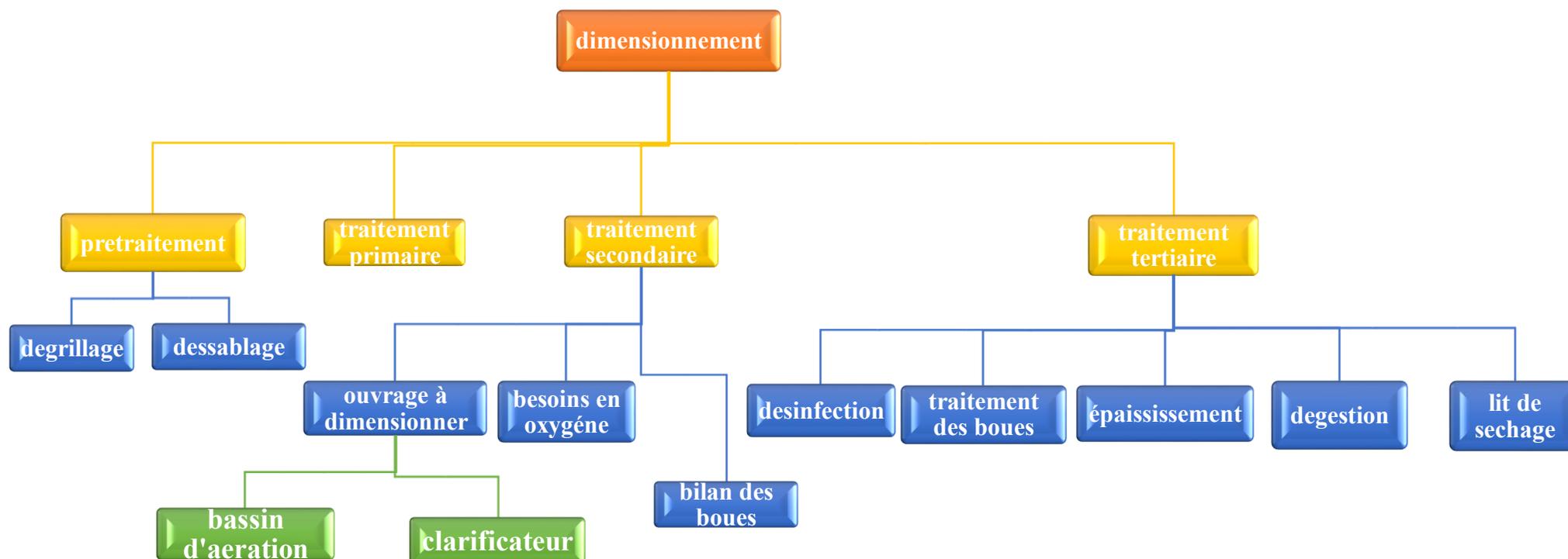


Figure III.2 : Schéma global de l'interaction des sous- classes.



III.2.3.1. Prétraitement :

➤ Processus de calcul :

○ Le dégrillage

On doit déterminer la largeur de la grille qui fait le rôle d'éliminer les déchets solides relativement volumineux. La formule est donnée par KIRCHMER :

$$L = \frac{S \sin \alpha}{h(1 - \beta)\delta}$$

$$\text{Tel que : } S = \frac{Qp}{Ve}$$

- S : surface de la grille ;
- Ve : vitesse d'entrée des eaux brutes ; $Ve = (0.6 \text{ à } 1) \text{ m/s}$; [4]
- h_{\max} : hauteur maximum d'eau dans le canal de passage d'eau ;
 $h_{\max} = (0.2 \text{ à } 0.3) \text{ m}$; [4]
- β : Coefficient de colmatage ; $\beta = e_1 / (e_1 + e)$
- e_1 : épaisseur des barreaux de la grille ;
- e : espacement entre les barreaux ;
- δ : coefficient tenant compte du mode de dégrillage tel que : [4]

$\delta = 0.25$ si le dégrillage est manuel, (population raccordée > 5000 hab).

$\delta = 0.5$ si le dégrillage est automatique, (Population raccordée \geq 5000 hab).

- α : l'angle d'inclinaison de la grille = 60° .

On détermine pour la grille aussi:

- Le nombre d'unité : $U = \frac{L}{(e + e_1)}$
- le nombre de barreau : $n = U + 1$
- la largeur nette de passage : $l_p = e * U$

Le refus de la grille

$$R = \frac{(12 \text{ à } 15)}{e} \text{ (l/h/j)}, \text{ (} e_1 \text{ exprimé en cm)}$$

D'où le refus total d'une année est



$$Rt = \frac{R * N}{1000} \text{ (m}^3\text{/an)}$$

o **Dessablage déshuilage :**

-Vasc = vitesse ascensionnelle comprise entre 10 et 20m/h

-La surface horizontale (m²): **sh = Qpp/vasc**

-Le volume (m³) = **Qpp*ts** tel que ts : temps de séjour entre 3 et 10 minutes

-Hauteur (m) : **V/sh**

-Longueur (m) : **L= (3*sh)^{0.5}**

-Largeur (m): **B= sh/L**

-Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

$$q_{air}(m^3 \text{ d'air/h})=Qpp * V$$

-V: volume d'air à injecter =1 m³

Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur

- MES (kg/j) =70%MVS + 30%MM
- MMe (kg/j)=70%MM => MM_s=MM-MMe
- MES_s (kg/j) =MM_s + MVS

III.2.3.2.Traitement primaire :

Pour un réseau unitaire la vitesse limite est déterminée en fonction du rapport

$$K=Qpp/Qj$$

Tableau III.4 : valeur du coefficient de vitesse en fonction de la vitesse limite

K	2.5	3	5	8	10
V _{limite}	2	2.5	3.75	5	6

La surface horizontale du décanteur : **sh= Qpp/V_{limite}**

- Volume **v= Qpp*ts**



- La hauteur $h = v/sh$
- Le diamètre du décanteur

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

Temps de séjour réel $T_s = V/Q$

La quantité de boues éliminée

- 30% DBO5
- 70% MES

⇒ $DBO5_s = DBO5 - DBO5_e$

⇒ $MES_s = MES - MES_e$

III.2.3.3. Traitement secondaire :

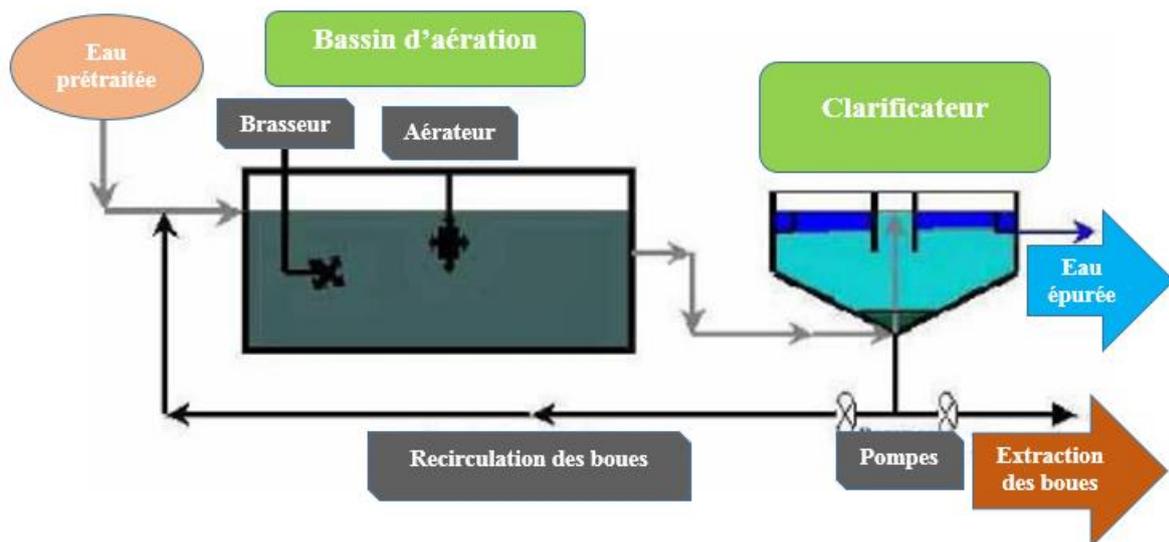


Figure III.3 : Schéma représentatif du traitement secondaire



III.2.3.3.a.Choix de la variante :

On se base sur la valeur de la charge massique et de la charge volumique :

Tableau III.5 : Les valeurs de la charge massique et la charge volumique selon la variante

variante	cm	cv
Moyenne charge	Entre 0.2 et 0.5	Entre 0.6 et 1.5
Faible charge	Entre 0.1 et 0.2	Entre 0.3 et 0.6

- Charge massique $C_m = \frac{DBO_5 \text{ entrée (Kg / j)}}{\text{masse .du .MVS .dans .le .bas sin (Kg)}$:

- Charge volumique : $C_v = \frac{DBO_5 \text{ entrée (Kg / j)}}{\text{volumedu .bassin (m}^3)}$

III.2.3.3.b.Dimensionnement du bassin d'aération :

Tableau III.6 : dimensions du bassin d'aération

paramètre	formule
volume	$V = L0/CV$
Surface horizontale	$Sh = v/2 * h$
Rapport largeur /hauteur	$1 < b/h < 1.5$
Longueur	$L = Sh/b$

La masse de boues dans le bassin d'aération est donnée par la formule suivante :

$X_t = DBO_5 / C_m$ (kg) : tel que DBO5 est la charge polluante a la sortie du décanteur primaire

La concentration des boues dans le bassin d'aération :

$X_a = X_t / V$ (g/l).



Temps de séjour dans le bassin d'aération :

$T_s = V/Q$ (h) tel que V : volume du bassin

III.2.3.3.c. Calcul des besoins en oxygène $Q(O_2)$:

La consommation d'oxygène résulte donc deux phénomènes :

1. L'oxydation des matières organiques apportées par l'eau est proportionnelle à la DBO5 éliminée.
2. La dégradation de la matière vivante est proportionnelle au poids de matière vivante dans l'aérateur.

Les besoins théoriques en oxygène sont déterminés par la relation suivante :

$$Q(O_2) = a' \cdot L_e + b' \cdot X_t$$

Ou :

L_e : la charge (DBO5) éliminée (kg/j).

X_t : la masse totale des boues dans le bassin (kg)

a' , b' : coefficients respiratoires

a' : coefficient déterminant la fraction d'oxygène consommé pour fournir l'énergie du système de la matière Vivante $0.48 < a' < 0.65$.

a' est en fonction de la charge massique

b' : fraction d'oxygène correspondant à la quantité de matière détruite par endogène pour fournir l'énergie d'entretien. $0.07 < b' < 0.11$

- Quantité d'O₂ horaire : $Q(O_2)/24$
- Quantité d'O₂ par 1m³ du volume du bassin : $Q(O_2)/V$
- Quantité de pointe en O₂ : $Q(O_2)_{pte} = \left(a' \times \frac{L_e}{t_d} \right) + \left(b' \times \frac{X_t}{24} \right)$ avec ; $t_d = 16$
- Quantité de pointe réelle en O₂ : $Q(O_2)_{reelpte} = \frac{Q(O_2)_{pte}}{\beta \times \alpha}$
on a $\alpha = 0,8$
 $\beta = 0,85$

III.2.3.3.d. Détermination les caractéristiques de l'aération:

- Calcul de la puissance d'aération nécessaire P_n :

$$1.5 \leq P_n \leq 1.9 \text{ kg(O}_2\text{)/Kwh}$$



$$P_n = \frac{Q(O_2)_{réel\,pte}}{P_a} \quad (\text{kw})$$

Puissance de brassage : $Sh \cdot P_{abs}$

Tel que : $P_{abs} = (70 \div 80) \text{ w/m}^2$

- Calcul du nombre d'aération dans le bassin Na: $N_a = \frac{P_n}{P_b}$
- Besoin en énergie de l'aérateur E :

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de :

1,5 Kg O2/Kwh . On a: $E = Q(O_2) \text{ réel pte} / 1,5$

III.2.3.3.e.Bilan des boues

$$\Delta X = (a_m \times L_e) + X_{min} + X_{dur} - (b \times X_t) - X_{eff}$$

Tableau III.7 : bilan de boues

paramètre	unité	Formule
Xmin	Kg/m3	Boues minérales
Xdur	Kg/m3	Boues difficilement biodégradables f*MVS Tel que : $0.3 < f < 0.35$
Xm	Kg/m3	Concentration des boues en excès : 1200/Im I m : indice de mohelman
Qexcés	(m3/j)	Débit de boues en excès $\frac{\Delta X}{X_m}$
Qsp	Kg/m ³ .j	débit spécifique par m ³ du volume : $\frac{\Delta X}{V}$
R	%	Taux de recyclage des boues : $\frac{100[X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]}$
Qrecy	M ³ /j	Debit de boues recyclées : R*Qj
Ab	jours	Age de boues : $A_b = \frac{X_t}{\Delta X}$



○ **Dimensionnement du décanteur secondaire:**

Le principe de calcul du décanteur secondaire (clarificateur) est le même que celui du décanteur primaire.

Le temps de séjour dans le décanteur secondaire (clarificateur) est entre 1 à 2 heures.

La vitesse ascensionnelle est comprise entre 2.5 et 3 m/h.

- Le volume du décanteur est calculé avec la formule suivante :

$$\text{Volume} = Q_{\text{pointe}} * \text{temps de séjour} \text{ (m}^3\text{)}$$

- La surface horizontale = Q_{pointe} / V ascensionnelle (m²)

- La hauteur du décanteur est calculé ainsi par cette formule : $H = \text{volume} / sh$ (m)

- Le diamètre du décanteur est obtenu à partir de cette formule $D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}}$ (m)

III.2.3.4. Traitement tertiaire : [9]

La désinfection des eaux usées est un traitement d'élimination durable des agents pathogènes, bactéries et virus, elle peut se pratiquer au chlore (NaClO), à l'ozone.

Le choix entre les deux types de désinfections est habituellement en défaveur de l'ozone, à cause du coût d'investissement et de maintenance.

En Algérie l'utilisation du chlore gazeux pose beaucoup de problèmes surtout la sécurité de stockage qui doit être examiné et résolu avec toute l'attention nécessaire.

Généralement la meilleure désinfection que l'on rencontre est l'eau de javel car ce dernier coûte moins cher.

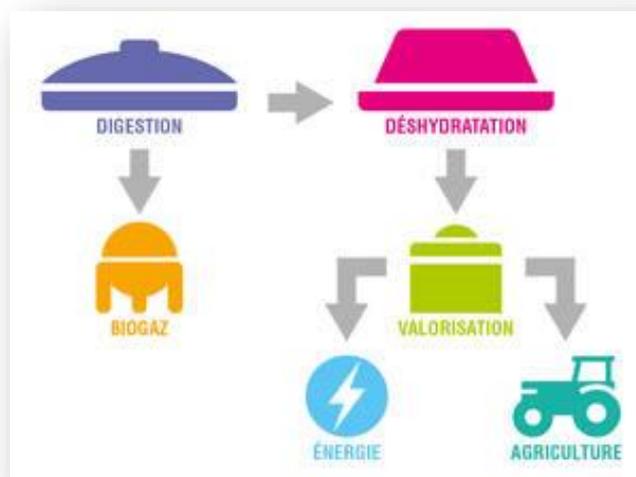


Figure III.4 : schéma du traitement tertiaire



III.2.3.4.a.Dose du chlore à injecter :

⇒ La dose journalière D_j : $D_j = Q_{moy j} * [Cl_2]$

III.2.3.4.b.Calcul de la quantité de la javel pouvant remplacer la quantité du chlore:

1° de chlorométrie → 3,17 g de Cl_2 / $NaClO$.[1]

Degré° de chlorométrie → X

$X = 3,17 * \text{degré}$ (g de Cl_2 / $NaClO$)

III.2.3.4.c.La quantité d'hypochlorite nécessaire Q_j

1 m³ ($NaClO$) → valeur kg de Cl_2

Q_j → valeur Kg/j

III.2.3.4.d.La quantité annuelle d'hypochlorite Q_a :

$Q_a = Q_j . 365$ (m³ ($NaClO$)/an)

III.2.3.4.e.Dimensionnement du bassin de désinfection :

Tableau III.8 : Dimensions du bassin de désinfection

Désignation	formule	unité
Temps de séjour	$T_s = 30$	mn
Le volume du bassin	$V = Q_{pte} . T_s$	m ³
La hauteur du bassin	On fixe $H = 3$	m
La surface horizontale Sh	$Sh = V/H$	m ²
La longueur	$L = \text{fixée}$	m
La largeur	$B = Sh / L$	m

III.2.3.4.f.Dimensionnement de l'Épaississement

L'épaississeur sera dimensionner on fonction des charges polluantes éliminées dans le décanteur primaire et secondaire.

- **Boues issues dans le décanteur primaire BI :**

$BI = DBO_5 \text{éliminée} + MES \text{éliminée}$ (kg/j)

- **Boues issues du décanteur secondaire BII :**

$BI = dx$ ou dx : les boues en excès et **BII** (kg/j)



Donc la quantité totale journalière des boues sera : $BT = BI + BII$

La concentration de la boue à l'entrée de l'épaississeur :

Pour les boues primaires XI (g/l.)

Pour les boues secondaires XII (g/l)

- Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :

III.2.3.4.g. Calcul du débit journalier de boues entrant dans l'épaississeur :

Pour les boues primaires **BI**:

on a :
$$Q_{BI} = \frac{B_I}{X_I} \quad (\text{m}^3/\text{j})$$

BI: quantité de boues issues du décanteur primaire.

XI: la concentration des boues

Le débit total : $Q_B = Q_{BI} + Q_{BII}$

La concentration du mélange [X]:
$$[X] = \frac{B_I + B_{II}}{Q_B} \quad (\text{g/l})$$

III.2.3.5. Dimensionnement de l'épaississeur :

Tableau III.9 : Dimensions de l'épaississeur

désignation	formule	unité
Le volume de l'épaississeur V:	$V = Q_B \times t_s$	m ³
ts : temps de séjours	ts (1 à 15 j).	jour
La surface horizontale	Sh =V / H	m ²
La profondeur	H fixée	m
Le diamètre D	$D = \sqrt{\frac{4.S_h}{\pi}}$	(m)

III.2.3.6. Dimensionnement du digesteur

Dans le but de diminuer le volume des boues et augmenter leurs quantités, les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l.

Le débit des boues arrivant au digesteur (**boues épaissies QBE**) (m3/j) :
$$Q_{BE} = \frac{B_I + B_{II}}{C_B}$$



Tableau III.10 : Dimensions du digesteur

désignation	formule	unité
Le temps de séjour du digesteur ts	$ts = 175 * 10^{(-0,03.t)}$	heure
Le volume du digesteur Vd	$Vd = QBE . ts$	m ³
Le diamètre du digesteur Dd :	$D_d = \sqrt{\frac{V_d \cdot 4}{\pi \cdot H}}$	m
La surface horizontale Sh	$S_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	m ²

- **La quantité de matières sèches des boues fraîches Fg**

$$Fg = QBE * Fs * Ks$$

Ks : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche **Ks = 1 tonne /m3**

Fs : la teneur en matières solides **Fs = 3 à 4%**

- **La quantité de matière organique dans la boue fraîche Fo :**

Elle présente 60% de la quantité des matières sèches des boues fraîches

$$Fo = 0,6 * Fg \quad (\text{tonne /j})$$

La quantité minérale dans la boue : Fm = Fg – Fo



Figure III.4 : Lit de séchage



III.2.3.7. Dimensionnement du lit de séchage

Tableau III.11 : Dimensions du digesteur

désignations	formules	unités
e : l'épaisseur maximale des boues	entre 20 à 30	cm
La longueur L	(20 à 30)	m
Le volume d'un lit V:	$V = L * B * e$	m^3
La concentration de boues activées épaissies	20 à 50	g/l
Volume des boues épandues par lit et par an V_a	$V_a = 10. V$	m^3
Volume de boue à sécher par an V_{an}	$V_{an} = V * 360$	m^3/an
Nombre de lits nécessaires :	$N = V_{an} / V_a$	
La surface totale des lits de séchage	$ST = N * (L * B)$	m^2



III.3. Présentation détaillée de l'application avec un exemple d'essai :

III.3.1. Fenêtre d'accueil :

C'est la première fenêtre qui s'affiche si on exécute l'application toute personne qui veut bénéficier des services du logiciel doit s'authentifier Après authentification une fenêtre principale s'affiche.



Figure III.5 : Page d'accueil



III.3.2. Barre de navigation :

Dès que l'application est exécutée une barre de navigation apparaît



Figure.III.6 : Barre de navigation

III.3.3.Débits d'effluent :

Une base de données contenant les informations nécessaires pour le calcul des différents débits de l'effluent à épurer et à l'évaluation de la charge polluantes contenue dans ce dernier à savoir :

Les charges moyennes journalières en DBO5 et en MES, les concentrations moyennes journalières en DBO5 et en MES, etc...



Besoin_eaux

Zone: step de biskra

Nombre d'habitants: 425 674

Dotation(l/j/h) [D]: 200

Débit usé moyen journalier (m3/j) [Qj]: 69 069,81

Temps de sejour (h): 16

Charge Polluante

debit d'equipement (l/j) [QEQUI]: 2 324

coefficient de rejet [Crj] : 0,8 Coeif 0.8

Quantité en DBO5 (g/eqhab/j): 70 DBO5 = 5

Quantité en matieres en suspension (g/eqhab/j): 80 Entre 70 et 90

Quantité en DCO (g/eqhab/j): 120 DCO 120

Calculer

Débit moyen horaire(m3/h) [Qmoyh]: 2 877,91

coefficient de pointe [Kp]: 1,51

Débit de pointe en temps sec(l/s) [Qps]: 1 251,54

Debit de pointe à temps de pluie (l/s) [Qpp]: 3 754,62

Debit diurne m3/h [Qd]: 4 316,86

Charge Polluante

Volume usé rejeté par habitant (l/hab/j) : 160

Figure.III.7 : Page illustrant la base de données des débits d'effluent et de la charge polluante



III.3.4. Prétraitement, traitement primaire et traitement secondaire

L'utilisateur du programme de calcul Tech-epur V 1.0 doit saisir certaines données de départ afin d'estimer premièrement la charge polluante à l'entrée de la STEP et le débit d'eaux usées, effectuer le dimensionnement des ouvrages de prétraitement et du traitement primaire, puis à partir de là, et en fonction de la charge massique et la charge volumique, choisir la variante de traitement afin de dimensionner le reste des ouvrages constituant la STEP à boue activée.

Exemple :

Le type de la grille peut être GROSSIER ou FIN.

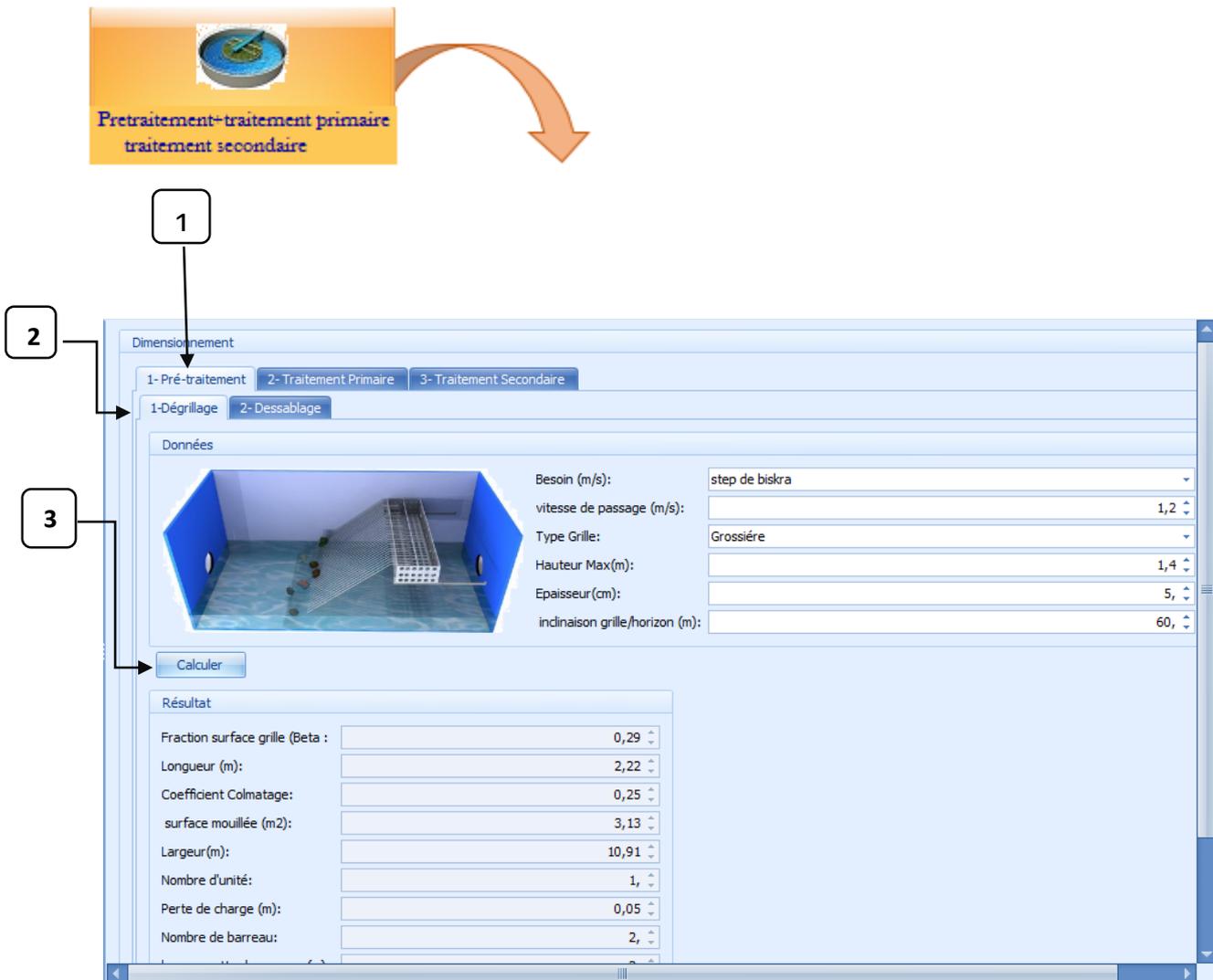


Figure.III.8 : Page illustrant le calcul des dimensions du dégrilleur



Le calcul des dimensions du dessableur sont obtenues après l'introduction des données nécessaires telles que le temps de séjour et la vitesse ascensionnelle.



1 - Dimensionnement

2 - 1- Pré-traitement 2- Traitement Primaire 3- Traitement Secondaire

3 - 1- Dégrillage 2- Dessablage

Données

Vitesse ascensionnelle(m/h): 15

temps de séjour dans le dessableur(min): 7

Calculer

DESSABLAGE DEGRAISSAGE

TRAITEMENT DES SABLES

FOSSE A GRAISSES

Résultats

Surface Bassin(m2):	901,11
Volume(m3):	1 576,94
Longueur Bassin(m):	51,99
Largeur bassin(m) :	17,33
Debit d'air(m3 air /h):	13 516,63
Matières minerales éliminée(kg/j):	4 930,24

Figure.III.9 : Page illustrant le calcul des dimensions du Dessableur



Les dimensions du décanteur primaire sont obtenues en ajoutant deux autres données qui sont le temps de séjour et en indiquant le type du débit sur lequel le calcul se base.



Dimensionnement

1- Pré-traitement 2- Traitement Primaire 3- Traitement Secondaire

Decanteur primaire

Temps de séjour(h): 1,5 Entre 1 et 2 heures

Type Debit: Débit jou...

Calculer

2

1

Coefficient de vitesse	1,57
Vitesse limite:	2
Temps séjour réel(h):	7,05
Surface Horizontale(m2):	6 758,32
Volume (m3):	20 274,95
Hauteur (m):	3
Diametre (m):	92,79
Quantité DBO5e éliminées(kg/j):	10 784,9
Quantité MESe éliminées(kg/j):	18 171,44
Quantité boues éliminées MMe(kg/j) :	633,89
Quantité boues éliminées MVSe(kg/j):	19 720,95
Quantité DBO5sort(kg/j) :	20 029,09
Quantité MESsort(kg/j):	12 114,3
Quantité MMSort(kg/j):	1 479,07
Quantité MVSort(kg/j):	8 451,83

FigureIII.10 : Page illustrant le dimensionnement du décanteur primaire et l'estimation de la charge polluante à sa sortie



Les ouvrages qui caractérisent la phase du traitement secondaire sont le bassin d'aération et le clarificateur.

Après l'estimation avoir dimensionner le degriilleur, dessableur et le decanteur primaire, l'utilisateur doit encore saisir des informations concernant la decantation secondaire, ainsi que les choix des variantes de traitement auxquelles il aura opté c'est-à-dire : forte ou moyenne charge.



Dimensionnement

1- Pré-traitement | 2- Traitement Primaire | 3- Traitement Secondaire

A- Ouvrages à dimensionner | B- Besoin en O2 | C- Bilan Boues

Données

Charge massique(kg DBO5/Kg MVS): 0,3

Charge volumique(kg .DBO5/ m3/j. MVS): 1,2

Hauteur du bassin d'aeration(m): 4

Rapport largeur/hauteur (b/h) : 1

Decanteur Secondaire

vitesses ascensionnelle (m/h): 2,6

hauteur du decanteur secondaire m: 4

Calculer

Résultats

Variante de traitement: Moyenne ch...

Volume du bassin d'aeration(m3): 16 690,91

Section du bassin d'aeration (m2): 2 086,36

Largeur du bassin d'aeration (m): 4

Longueur du bassin d'aeration(m) : 521,59

Rapport longueur /largeur (L/b): 130,4

Masse de boue(kg): 66 763,63

Concentration de la boue(g/L) : 4

Temps de sejour boue(h) : 5,8

Decanteur Secondaire

Charge polluante a la sortie du decanteur secondaire (kg/j) : 2 072,09

Charge polluante éliminée(kg/j): 17 957

Rendement de l'epuration : 0,9

diametre du decanteur secondaire m: 81,38

surface du decanteur secondaire (m2): 5 198,7

Volume du decanteur secondaire m: 20 794,8

Temps Sejour m: 5,54

Figure.III.11 : Page illustrant le dimensionnement du decanteur secondaire et l'estimation de la charge polluante à sa sortie



Traitement Tertiaire

Dimensionnement 1:

Desinfection | Traitement des Boues | Epaisseur | Digestion | Lit de Séchage

Dose de chlore à injecter: Entre 5 et 10 Mg/L

Degré solution hypochlorite(%): Entre 20 et 48

Dose journalière chlore kg/j:	414,42
Quantité javel d2/l de NaClO:	63,4
Quantité hypochlorite journalière (NaClO)/j:	6,54
Quantité hypochlorite Annuelle (NaClO)/an:	2 387,1
volume bassin desinfection(m3):	1 877,31
Surface bassin desinfection m3:	375,46
Largeur bassin desinfection m:	13,7
Longueur bassin desinfection(m):	27,4

Figure.III.12: Page illustrant le dimensionnement des ouvrages du traitement tertiaire.

Remarque

Pour remplir les données nécessaires dans le calcul de différents paramètres précédant à savoir les débits, les charges polluantes, les dimensions... etc.

On sélectionne le paramètre, et a base da la barre d'accès rapide on peut ouvrir l'objet et le fermé ainsi que d'aller à l'objet suivant ou retourner en arrière comme la figure le montre



Figure.III.13 : Barre d'accès rapide



A la fin de la simulation, un rapport détaillé des résultats est obtenu.

Ce dernier récapitule l'ensemble d'information nécessaire à la réalisation du projet de conception de la STEP à boue activées.



The screenshot displays the Tech-epur V1.0 software interface, showing a detailed simulation report. The interface includes a top toolbar with various functions like Open, Save, Print, and Zoom. The main area is divided into several panels, each representing a different stage of the wastewater treatment process. Each panel contains a table of parameters and values, along with a 3D rendering of the corresponding equipment.

1- Dégrilleur

Paramètre	Unité	Valeur
Hauteur maximale	m	1,4
Epaisseur des barreaux	m	5
Longueur	m	2,22
Nombre d'unité (Q10)		1
Perte de charge	m	0,05
Reflux journalier	Kg2	140
Reflux annuel	Kg2 an	50,4

2- Dissolveur

Paramètre	Unité	Valeur
Surface horizontale	m2	1,4
Volume	m3	5
Longueur	m	2,22
Largeur	m	10,91
Charge en matière organique	Kg2	0,05
Charge en matière organique annuelle	Kg2 an	140
Charge en matière organique annuelle maximale	Kg2 an	50,4
Matériaux en suspension	Kg2	10384,76

1- Bassin Primaire

Paramètre	Unité	Valeur
Surface horizontale	m2	4700,35
Volume	m3	20074,06
Hauteur	m	3
Diamètre	m	1
DBO5 entrante	Kg2	107543
MES entrante	Kg2	18171,44
MES sortie	Kg2	121143
DBO5 sortie	Kg2	20009,98

Traitement Secondaire

1- Clarificateur

Paramètre	Unité	Valeur
Surface horizontale	m2	8198,7
Volume	m3	28794,3
Hauteur	m	4
Diamètre	m	81,38
Temps de séjour	h	8,54
Charge polluante entrante	Kg2	17007
Charge polluante à la sortie	Kg2	20710,38
Rendement de l'opération	%	0,9

2- Bassin d'aération

Traitement Tertiaire

1- Bassin de Distribution

Paramètre	Unité	Valeur
Surface horizontale	m2	276,46
Volume	m3	1877,38
Longueur	m	25,4
Largeur	m	11,7
Dose journalière en chlore	Kg2	414,42
La quantité annuelle d'hyposulfite nécessaire	m3	6,45
La quantité annuelle d'hyposulfite	m3 an	2387,3

2- Digesteur

Paramètre	Unité	Valeur
Surface horizontale	m2	58,07

3- Epurateur

Paramètre	Unité	Valeur
Diamètre	m	18,41
La quantité de SVS à la sortie	Kg2	4645,05
Volume de SVS stocké dans le bassin	Kg2	1240,48
La masse de boues accumulées	Kg2	12289,24
Fraction de SVS la sortie	Kg2	8297,62
Besoin théorique en O2	Kg2	9297,05
Besoin en O2	Kg2	4317,05

4- Lin de séchage

Paramètre	Unité	Valeur
Surface nécessaire	m2	1127
Epaisseur	cm	20
Longueur	m	58
Volume de boues condensées à sécher	m3	10880
Volume annuel de boues épandues	m3 an	18881,35
Nombre de lits nécessaires		0,65
Débit de boues	m3	61,65

Figure.III.14: rapport de la simulation



III.4.Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous avons atteint les objectifs attendus du projet à savoir :

- ⇒ Le bon fonctionnement de l'application en utilisant des données réelles d'une station d'épuration existante.
- ⇒ évaluer les charges polluantes et les débits à l'entrée de la STEP.
- ⇒ Calculer les dimensions des ouvrages de la STEP à partir de données de base (débits d'effluent et charges polluantes).
- ⇒ chaque étape du processus d'épuration est présentée avec ses paramètres spécifiques.
- ⇒ Proposer un critère de choix de variante de traitement à utiliser, en comparant les valeurs de la charge massique et la charge volumique avec celle de l'intervalle de chaque variante.
- ⇒ Créer des fiches techniques pour résumer les résultats obtenus lors de la simulation.



IV.1.Introduction

Pour l'élaboration de cette application, nous avons fait appel à plusieurs outils informatiques, ce qui nous a permis de faire les calculs plus aisément.

IV.2. Outils informatiques utilisés

Pour réaliser notre application, nous avons utilisé :

- le langage de programmation C#
- Framework DotNet
- IDE Visual studio 2010 
- SGBDR (Microsoft Access) 

IV.2.1.le langage de programmation C# [12]

C'est un langage de programmation orienté objet, destiné à développer sur la plateforme Microsoft .NET., dérivé de C et C++, ressemblant au langage Java2.

Il est utilisé pour développer des applications web, ainsi que des applications de bureau, des services web, des commandes, ou des bibliothèques de classes

IV.2.2.Framework DotNet [13]

Le Framework .NET s'appuie sur la norme Common Language Infrastructure (CLI) qui est indépendante du langage de programmation utilisé.

Ainsi tous les langages compatibles respectant la norme CLI ont accès à toutes les bibliothèques installées (installables) dans l'environnement d'exécution. Il a pour but de faciliter la tâche des développeurs en proposant une approche unifiée à la conception d'applications Windows ou Web, tout en introduisant des facilités pour le développement, le déploiement et la maintenance d'applications.



Il a besoin d'être installé sur la machine de l'utilisateur final, rendant les applications créées sous cet environnement impropres à un usage portable.

IV.2.3. IDE Visual studio 2010 [14]

Visual Studio est un ensemble complet d'outils de développement permettant de générer des applications Web ASP.NET, des Services Web XML, des applications bureautiques et des applications mobiles.

Visual Basic, Visual C# et Visual C++ utilisent tous le même environnement de développement intégré (IDE), qui permet le partage d'outils et facilite la création de solutions à plusieurs langages. Par ailleurs, ces langages utilisent les fonctionnalités du .

NET Framework, qui fournit un accès à des technologies clés simplifiant le développement d'applications Web ASP et de Services Web XML

IV.2.4. Microsoft Access [13]

C'est un logiciel de Microsoft, servant à créer une base de données. Il appartient à un SGBDR (Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles). De ce fait, il utilise des tables en relation

Les bases de données Access peuvent être importées et exploitées dans des logiciels de développement, comme Delphi, Visual Basic, Windev, C++.

La capacité de données pouvant être gérées par MS Access est limitée à 2 Gb.

IV.3. Conclusion

L'utilisation de ces différents outils informatiques nous a permis d'élaborer ce logiciel avec beaucoup de facilité d'une part, et nous permet également d'apporter des modifications sur l'application en cas de besoin.



Conclusion générale

Nous avons présenté à travers ce travail un logiciel nommé **Tech-epur V1.0** qui permet en un laps de temps et avec beaucoup de facilité, de déterminer les dimensions des ouvrages d'une station d'épuration à boues activées et d'évaluer la charge polluante à la sortie de cette dernière.

Ajouté à cela le fait que l'on peut avoir à la fin une fiche technique bien détaillée rapportant toutes les informations concernant les deux étapes majeures du calcul qui sont l'évaluation des besoins en eau des cultures et le dimensionnement en question.

Le programme **Tech-epur V1.0** a été exécuté et mis en exerce en l'appliquant sur un exemple concret qui est le dimensionnement de la station d'épuration à boues activées de **Biskra** ; et on peut dire que le programme donne des résultats rationnels et très satisfaisants.

Grace à cette précision et cette fiabilité on peut finalement annoncer avec audace que le programme élaboré fonctionne correctement et donne de très bons résultats, il peut en conséquence être utilisé sans aucune crainte en servant comme outil d'aide de prise de décision.

Références bibliographiques

Agence de l'eau, France, Artois Picardie. Article : Le fonctionnement d'une station d'épuration. [1]

Agence de l'eau, France, ONEMA. Article : Fiche épuration de l'eau [2]

Clarke energy, entreprise-ingénierie, installation, maintenance. Article : fiche de Gaz de station d'épuration [8]

Djamel BELAID, juillet 2012. Article : boues des stations d'épuration de l'or brun pour nos champs [5]

Futura planète .revue Traiter les eaux usées avec le procédé à boue activée [15]

GAID. Edition Office des publications universitaires (Alger), 1985 : Epuration biologique des eaux usées urbaines [9]

Hakima EL HAITE, 12avril2010.These : obtention du grade de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne Spécialité : Sciences et Génie de l'Environnement [3]

M.GHARZOULI., Chef de Station d'Epuration de la ville de Sétif ONA- Zone de Sétif, 25/03/ 2014.Article : Investir dans le développement durable : La réutilisation des eaux usées épurées.[6]

Mohamed KESSIRA, Algérie ,2013.Article : valorisation des eaux usées épurées en irrigation.[4]

SUEZ, entreprise. Mémento : dégerment de SUEZ [10]

Les sites web :

<https://www.safewater.org> [7]

<https://www.prodinra.inra.fr> [11]

<https://www..openclassroom> [12]

<https://microsoft.com> [13]

<https://www.visualstudio.com> [14]