

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT :

PROJET DE FIN D'ETUDES



SUJET

ETUDE D'UNE STATION D'EPURATION
PRESENTANT DE FORTES VARIA-
TION DE CHARGE,

- Station de Montagne de Chréa -

Proposé par :
R. RIHÍ

Etudié par :
A. AOUABED

Dirigé par :
R. RIHÍ
NAMANE . A



PROMOTION :

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : *Génie Sanitaire*

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Etude d'une Station d'Épuration
présentant de fortes variations de charge
Station de Montagne de Shréa*

Proposé par :

R. Rihî

Étudié par :

A. Abouabed

Dirigé par :

R. Rihî
co.promoteur:
A. Namane



PROMOTION : *Juin 1984*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿١﴾
ءَاَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ
الْمُنزِلُونَ ﴿٢﴾ لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا
فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴿٣﴾ «سورة الواقعة»
وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ
حَتَّىٰ أَفْلاَ يُؤْمِنُونَ ﴿٤﴾ «سورة الأنبياء»
حَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

Nom et prénom : AOUABED Ali

Département : Génie Sanitaire

Promoteur : R.RIHI

Co-Promoteur : A.NAMANE

Résumé: Notre étude se rapporte à la station d'épuration biologique de Chréa. Étant donné la variation de 1 à 3 de la population selon l'époque de l'année.

Nous proposons la mise en oeuvre de deux techniques différentes par boues activées selon la saison ;

- faible charge (Aération prolongée) - Hors saison
- moyenne charge en haute saison.

Enfin nous avons estimé le coût économique de la station d'épuration.

Summary : Our study refers to the biological purification station of Chréa. Considering the variation of population, with the epoch of the year, from 1 to 3 we suggest the putting in hand of two differente technics by activated sludge according to the season :

- mean loading factor (Prolonged aération) "Out of season"
- Low Loading factor during "High season"

In the end, we estimated the economical cost of this station.

ملخص: أطروحتنا تتضمن دراسة محطة التصفية البيولوجية للشريعة، نظرا لتغيير عدد السكان من 1 إلى 3 حسب فصل السنة، نقتراح تطبيق طريقتين تكنولوجيتين مختلفتين بالوحل المتحرك (الغير الساكن) حسب الفصل :

- حمولة ضعيفة (تهوية ممتدة) - خارج الفصل .
- حمولة متوسطة .

وأخيرا قد رنا الثمن الاقتصادي لمحطة التصفية هذه .

DEDICACES :

A ma mère.

A mon père.

A ma grand'mère.

A mes frères et belles-Soeurs

A ma soeur et beau frère

A mes nièces et neveux

A mes cousins et cousines

A mes amis

R E M E R C I E M E N T S

A mon promoteur R.RIHI :

qui m'a guidé dans le choix et la réalisation de cette thèse.
Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude pour les conseils combien précieux qu'il m'a prodigués et l'amical attention dont il a constamment fait preuve à mon égard.

A mon Co-promoteur : A.NAMANE

qui par son aide précieuse, ses judicieux conseils et par son exemple quotidien au contact des étudiants m'a permis de mener à bien cette étude.

A Madame NEZZAL : Chef du département Génie Sanitaire :
qui manquera énormément au département
J'espère qu'elle trouvera dans ce modeste travail l'expression de ma profonde reconnaissance et admiration.

A tous mes enseignants :

Pour tout ce qu'ils m'ont appris et tout ce que je n'ai pas retenu.

A mon père et beau frère :

quant à la frappe et au tirage de mon projet.

Je ne terminerai pas sans remercier tous mes amis auprès desquels j'ai trouvé une aide et un soutien très précieux en particulier M.AZINE - M.W.Naceur

R.BENCHARIF ET A.MEZIANE.

TABLE DES MATIERES

Chapitre I

- I.1. Introduction
- I.2. But du travail

Chapitre II L'EPURATION BIOLOGIQUE

- 2.1. Principe de l'épuration biologique.
 - 2.1.1 Généralités
 - 2.1.2 Croissance bactérienne
 - 2.1.3 Interprétation de la courbe de croissance
- 2.2. Procédés d'épuration adaptés à différentes charges
 - 2.2.1 Boues activées.
 - a) Généralités
 - b) Boues activées à faible charge
 - c) " " " " à moyenne charge
 - d) Paramètre fonctionnels à faible et moyenne charge
 - 2.2.2 Lit bactérien
 - 2.2.3 Disques biologiques
 - 2.2.4 Le traitement physico-chimique
 - 2.2.5 Le système hydro
- Conclusion :

Chapitre III MONOGRAPHIE DE LA VILLE DE CHREA :

- 3.1. Caractéristiques physiques
 - 3.1.1 Situation géographique
 - 3.1.2 Topographie
- 3.2. Climatographie
 - 3.2.1 Climat
 - 3.2.2 Précipitations
 - 3.2.3 Les températures
 - 3.2.4 Autres données climatiques
 - a) Gelées
 - b) Neige
 - c) Vents
- 3.3. Population
 - 3.3.1 Population autochtone
 - 3.3.2 Les estivants
 - 3.3.3 Estimation pour l'an 2005

- 3.4. Alimentation en eau potable.
- 3.4.1. Sources d'eau
- 3.4.2. Le réseau de distribution
- 3.4.3. Projet futur
- 3.5. Réseau d'assainissement
- 3.5.1. Situation actuelle
- 3.5.2. Situation future
- 3.6. Pollution
- 3.6.1. Industrie
- 3.6.2. Hôpital pour asthmatiques
- 3.6.3. Points de rejets

Chap. IV

ETUDE DU REJET

- 4.1. Situation du problème
- 4.2. Paramètre de pollution
- 4.2.1. D.B.O.5
- 4.2.2. D.C.O.
- 4.2.3. M.E.S.
- 4.3. Echantillonnage - Prélèvement
- 4.3.1. Echantillonnage
- 4.3.1.1. Situation du problème
- 4.3.1.2. Echantillonnage ponctuel
- 4.3.1.3. " " " " " " continu
- 4.3.2. Prélèvement
- 4.3.2.1. Methodologie de prélèvement
- 4.3.2.2. Lieu de prélèvement
- 4.3.2.3. Horaire des prélèvements
- 4.3.3. Mesure des débits
- 4.3.4. Implantation
- 4.4. Partie expérimentale
- 4.4.1. Résultats
- 4.4.2. Interpretation des résultats
- 4.4.2.1. D.B.O.5
- 4.4.2.2. D.C.O.
- 4.4.2.3. M.E.S.
- 4.4.2.4. Corrélation $\frac{D.C.O.}{B.B.O.5}$
- 4.4.2.5. Conductivité.
- 4.4.2.6. Temperature
- 4.4.2.7. pH
- 4.4.2.8. Influence du temps sur la D.B.O.5
- Conclusion.

Chap. V Description de la station d'épuration

- 5.1. Ouvrage d'arrivée
- 5.2. Ouvrage de dégrillage
 - 5.2.1. Reflux de la grille
- 5.3. Ouvrage de dessablage - Dégraissage
- 5.4. Bassin d'aération
- 5.5. Bassin de clarification
- 5.6. Recirculation
- 5.7. Traitement des boues.
 - 5.7.1. Epaisseur
 - 5.7.2. Bassin de stabilisation
 - 5.7.3. Lits de séchage.
- 5.8. Réutilisation de l'eau épurée.

Chap. VI DIMENSIONNEMENT

Introduction

- 6.1. Base de dimensionnement
 - 6.1.1. Débit
 - 6.1.2. Pollution
 - 6.1.3. Exigences du rejet
- 6.2. Calcul de la grille mécanique.
- 6.3. Dessableur - Seshuileur
- 6.4. Bassin d'aération
 - 6.4.1. Temps de séjour
 - 6.4.2. Qualité de l'effluent
 - 6.4.3. Besoin en oxygène.
 - 6.4.4. Bilan des boues.
 - 6.4.5. Age des boues
 - 6.4.6. Recirculation
- 6.5. Clarificateur
- 6.6. Poste de pompage des boues secondaires
 - 6.6.1. Boues à recirculer
 - 6.6.2. Boues en excès
- 6.7. Traitement des boues.
 - 6.7.1. Epaisseur.
 - 6.7.2. Lits de séchage
- 6.8. Besoin en javélisation

Chap. VII DIMENSIONNEMENT POUR L'ETE ET L'AN 2005

7.I. En été (7.500 hab)

7.I.I. Données de base

7.I.2. Bassin d'aération

7.I.3. Besoin en oxygène

7.I.4. Bilan des boues.

7.I.5. Clarificateur

7.I.6. Traitement des boues

7.I.7. Calcul du stabilisateur

7.2. Horizon 2005

7.2.I. Données de bases

7.2.2. Bassin d'aération

7.2.3. Besoin en oxygène

7.2.4. Bilan des boues

7.2.5. Clarificateur

7.2.6. Traitement des boues

Chap. VIII CALCUL HYDRAULIQUE

8.I. Calcul de l'évacuateur d'orage.

Chap. IX RENDEMENT DURANT LA POINTE DE JUILLET

9.I Rendement

9.2 Paramètres de fonctionnement à faible et moyenne charge.

Chap. X CALCUL ECONOMIQUE

10.I Coût d'investissement

10.2 Coût d'exploitation

10.3 Calcul du prix de revient du m³ d'eau traité.

CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE I

I.1. Introduction.

Le programme d'aménagement de la zone touristique de Chréa, en cours d'exécution, a fini par prendre l'allure d'un véritable plan de développement de par son apport tant au niveau social, économique que culturel.

En plus des opérations à caractère purement touristique il a été retenu plusieurs projets dont la concrétisation permettra sans nul doute de créer rapidement les conditions de viabilité de la nouvelle commune de Chréa issue de la nouvelle organisation administrative.

Vu que les eaux usées du centre de Chrea sont rejetées sur le versant Sud où il existe plusieurs captages pour l'alimentation d'eau potable, il a été prévu la réalisation d'une station d'épuration afin d'éviter toute contamination de ces nappes et de répondre ainsi à des besoins de santé publique

I.2. But du travail :

L'objet de cette étude consiste à résoudre les problèmes liés à l'épuration des eaux usées domestiques de Chréa.

La caractéristique majeure de cette station touristique et d'abriter un nombre considérable d'estivants pour des durées limitées, alors que la population autochtone reste relativement faible.

Ceci implique la construction de stations d'épuration démesurément grandes et qui ne fonctionnent que durant un laps de temps restreint durant l'année.

Pour faire face à ces afflux d'eaux usées qui sont la conséquence directe des fluctuations de population, les stations d'épuration doivent être périodiquement mises en et hors service. Ceci cause des problèmes d'exploitation aigus auxquelles s'ajoute une performance des installations très moyenne.

Vaut-il dès lors la peine d'engager des sommes énormes pour des ouvrages qui ne répondent pas ou très mal aux besoins.

La question qui se pose est de savoir quel est le mode épuratoire le mieux adapté d'un point de vue technique et économique à la station touristique de Chréa et qui supporterait de fortes variations de charges.

CHAPITRE II - L'EPURATION BIOLOGIQUE :

2 - I - Principe de l'épuration biologique :

2-I-I. Généralités :

Un certain nombre de m.o. sont capables de métaboliser la matière organique pour conduire à l'épuration des eaux usées chargées en matière biodégradables.

Les bactéries agissent sur la pollution qui joue le rôle de nourriture ou de substrat. L'ensemble des réactions chimiques est catalysé par les enzymes secrétés par les bactéries.

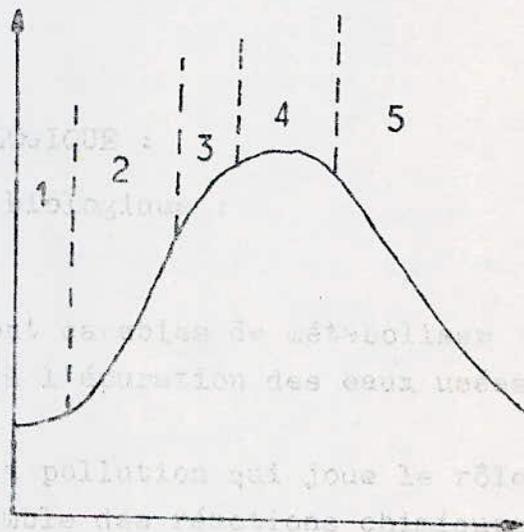
On pourra caractériser l'évolution de l'épuration biologique en suivant l'évolution de la culture bactérienne épuratrice.

2-I-2. Croissance bactérienne :

La croissance (bactérienne) d'une culture bactérienne comprend un certain nombre de phases possédant chacune une vitesse différente :

a) - Phase de latence :(1)

Au cours de cette phase il peut y avoir acclimatation des m.o. au milieu nutritif par modification du système enzymatique de la culture. Cette phase est particulièrement importante lorsque l'eau usée n'est pas préalablementensemencée par des m.o. adaptés : c'est le cas des rejets industriels



b) - Phase exponentielle :(2)

Après une courte de démarrage, on constate que $\log X$ varie linéairement en fonction du temps. Si l'on note X_0 la concentration en bio-masse au temps t_0 , on peut mettre l'équation de cette portion de droite sous la forme :

$\log X - \log X_0 = K_{10} (t - t_0)$ ou la constante K_{10} représente le taux de croissance exponentielle. Cette expression peut se mettre sous la forme :

$$\text{Log} \frac{X}{X_0} = 2,3 \log \frac{X}{X_0} = K_e (t - t_0) = 2,3 (t - t_0) \text{ ou}$$

$$\text{encore : } X = X_0 \exp K_e (t - t_0) = X_0 10^{K_{10} (t - t_0)}$$

Au cours de cette phase il

peut y avoir acclimatation des

m.o. au milieu nutritif par modi-

fication du système enzymatique

de la culture. Cette phase est par-

ticulièrement importante lorsque

c) - Phase de ralentissement :(3)

Plus ou moins rapidement le milieu de culture va se trouver très perturbé par la croissance exponentielle des m.o.

La vitesse de croissance s'en trouvera diminuée, ce qui est dû à l'épuisement du substrat ou encore d'un produit essentiel au métabolisme, (Oxygène, vitamine, oligo-éléments)

d) - Phase de stabilisation :(4)

La phase de ralentissement se termine toujours par une inactivité totale de la culture dont le nombre d'individus n'augmentent plus, toutefois l'activité enzymatique subsiste et des bio-conversions sont possibles.

e) - Phase de déclin : (5)

La stabilisation de la culture conduit rapidement au décès des m.o., elle s'accompagne fréquemment d'une lyse des cellules. On a une auto-oxydation.

2.1.3. Interprétation de la courbe de croissance.

(Etude en batch)

-Phase exponentielle:

On assiste tout d'abord à une baisse extrêmement rapide de la D.B.O. de l'effluent que l'on attribue :(fig-I-)

- à la coagulation d'une partie des matières organiques en suspension ou colloïdales.

- à l'absorption physico-chimique de certains colloïdes sur les micro-organismes présents.

- à l'assimilation très rapide de substances faciles à métaboliser par les m.o.

On constate que la vitesse de réduction de la D.B.O. est proportionnelle à la biomasse.

$$\frac{dX}{dt} = \mu X$$

X: Concentration en m.o.
 μ : taux de croissance.

Si on admet qu'une fraction de constante de substrat est convertie en cellules vivantes au bout d'un temps t. La quantité de micro-organismes augmente de :

$$\Delta X = a_m \Delta L$$

a_m: mg de cellules produites par mg de substrat éliminé

ΔX : Poids des M.V.S. formés.

ΔL : Poids de la D.B.O. éliminée

Soit à l'instant $t=0$ on a X_0 et L_0

---idè--- t on a X_t et L_f

On intègre $\int_{X_0}^X \frac{dX}{X} = \mu \int_{t_0}^t dt$ soit $X_t = X_0 \text{Exp } \mu t$

$$\Delta X = X_t - X_0 = am \Delta L = am (L_0 - L_f)$$

$$X_0 \text{Exp } \mu t - X_0 = X_0 (\text{Exp } \mu t - 1) = am (L_0 - L_f)$$

$$\text{Exp } \mu t = 1 + \frac{am}{X_0} (L_0 - L_f)$$

$$\mu t = \text{Log} \left(1 + \frac{am}{X_0} (L_0 - L_f) \right)$$

en rapportant aux variations de $\text{Log} \left(1 + \frac{am}{X_0} (L_0 - L_f) \right)$, en fonction de t , on peut donc déterminer expérimentalement μ . Les valeurs numériques varient selon le type d'effluent, dans l'intervalle 0,05 à 0,13 h^{-1} .

- Phase de croissance ralentie :

La période de croissance exponentielle fait place à une période de croissance ralentie lorsque le substrat commence à s'épuiser.

- Durant cette phase :

- le taux de respiration de la biomasse, exprimée en kg de O_2 consommée par kg de biomasse reste sensiblement constant.
- les m.o. commencent à se rassembler en floc facile à séparer par simple décantation. Ce phénomène est fondamental. En effet ces flocons que l'on a appelé "Boues activées" permettent une séparation extrêmement simple et surtout économique de l'effluent traité et de la biomasse.
- Dans le cas où la croissance se trouve limitée par l'appauvrissement du milieu en substrat l'équation de base devient :

$$\frac{dX}{dt} = KLX$$

L - DBO dans le bassin

K - Coefficient de dégradation

X -- Masse en m.v.s.

- On a aussi : $\Delta X = am \Delta L$

$$\frac{dX}{dt} = am \frac{dL}{dt} = K \cdot LX \quad \int_{L_f}^{L_0} \frac{dL}{L} = \int_{t_0}^t \frac{KX}{am} dt$$

Posons : $\frac{K}{am} = K'$

$$\text{on aura } \text{Log} \frac{L_f}{L_0} = -K' X t \quad \frac{L_f}{L_0} = \text{Exp} -K' X \cdot t.$$

on fait un développement limité de $\text{Exp} X$

$$\frac{L_f}{L_0} = \frac{1}{1+K' X \cdot t}.$$

- Phase de décroissance :

L'épuisement du substrat étant presque total la vitesse d'édification des nouvelles cellules du même ordre de grandeur puis inférieure à la vitesse de diminution, (lyse de cellules et épuisement du substrat accumulé par absorption) de la biomasse présente. Globalement X diminue de même que le taux d'utilisation de l'oxygène.

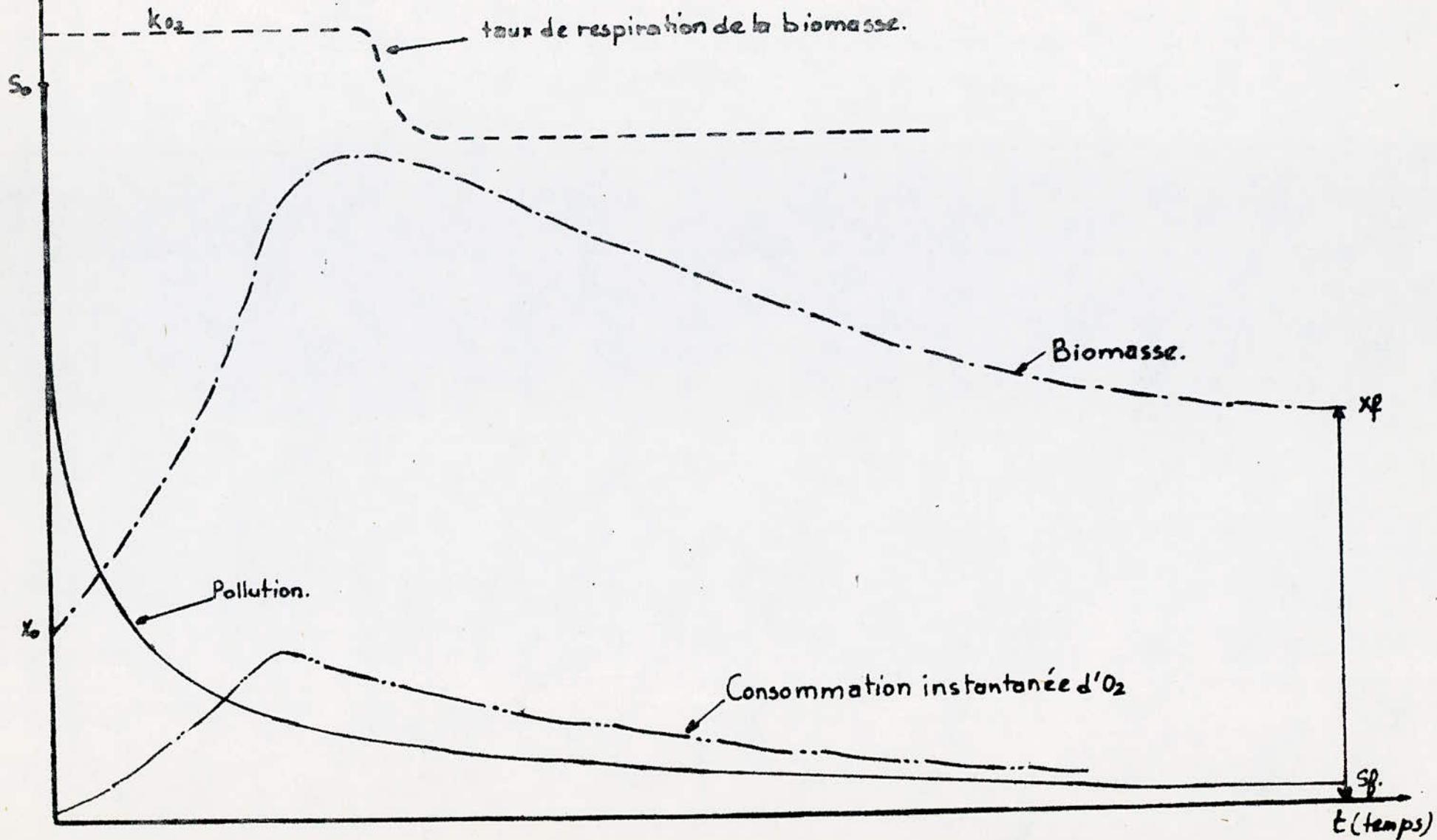
Dans cette région le floc est très bien formé.
On considère dans cette phase que la vitesse de disparition
est proportionnelle à la concentration en m.0.

$$\frac{dX}{dt} = - b.X$$

$$X = X_0 \text{ Exp} - bX$$

- b : taux de mortalité.

Fig - 1 -



2 - 2 Procédés d'épurations adaptés à différentes charges.

2-2-1. Les boues activées.

a) - Généralités :

La technique de traitement par boues activées est l'un des procédés les plus répandus actuellement dans le monde pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines.

Ce système utilise le principe de la fermentation aérobie où l'épuration s'effectue grâce à l'activité de bactéries travaillant dans un milieu aéré.

L'épuration se déroule généralement en trois phases :

- Elimination des particules minérales et organiques décantables à l'aide d'un décanteur primaire. Il peut dans certains cas être supprimé.
- Elimination de la D.B.O. par le bassin de boues activées par rétention et absorption des matières en suspension et colloïdales dans le floc biologique puis par absorption des matières dissoutes sous l'action enzymatique et enfin oxydation puis synthèse de cellules nouvelles.
- Elimination des floccs provenant du bassin d'aération dans un décanteur secondaire (clarificateur).

Les boues produites seront évacuées ou recirculées.

b) - Boues activées à faible charge :

Il est souvent appelé procédé à "oxydation totale" où aération prolongée.

L'aération prolongée est basée sur un temps d'aération suffisant pour que les boues soient stabilisées dans le bassin d'aération . Ce séjour élevé permet aussi une nitrification très avancée, si non totale:

Le rendement d'épuration est :

D.B.O. ₅	supérieur à 90%
D.C.O.	90 à 95%
M.E.S.	90 à 95%

Le procédé nécessite généralement les éléments suivants :

- Grille mécanique (Annexe I)
- Déssablage- deshuilage
- Bassin d'aération
- Décanteur secondaire , recirculation
- Epaisseur + lits de séchages.

- Avantages :**
- Un degré d'épuration très élevé.
 - Minéralisation des boues.
 - Nitrification généralement importante si non totale
 - Schéma technologique simplifié
 - Absence d'odeur
 - Absorbe les pointes de pollution
 - Faible perte de charge

Inconvénients : - Un cout de construction élevé dû à une em-
prise au sol importante.

- Un cout d'exploitation élevé dû à une con-
sommation d'énergie importante.

c) - Boues activées à moyenne charge.

Le procédé des boues activées classiques (conventionnel) est un procédé intensif dont le cycle total de traitement dans la station d'épuration dure de 8 à 10 heures. La courte durée de traitement nécessite la stabilisation des boues qui sont séparées dans le décanteur primaire et le clarificateur.

Les boues produites par les procédés classiques corres-
pondent à la phase de ralentissement de la vitesse de croissance de la culture bactérienne.

Rendement d'épuration :	D.B.O.5	85 à 90%
	D.C.O.	80 à 90%
	M.E.S.	80 à 95%

Le procédé nécessite généralement les éléments suivants :

- Grille mécanique (Annexe 2)
- Dessableur - Déshuileur
- Décanteur primaire
- Bassin d'aération
- Clarificateur
- Stabilisateur - Epaisseur - lits de séchages

- Avantages :**
- Un degré d'épuration élevé
 - Une bonne flexibilité technique
 - Début de nitrification
 - Faible perte de charge

- Inconvénients :**
- Investissement important
 - Exploitation délicate
 - Nécessite un personnel qualifié

d) - Paramètres fonctionnels à faible et moyenne charge.

Paramètres	moyenne charge	faible charge
Cm (kg de D.B.O. ₅ /kg de boues séchées jour)	0.2 - 0.5	0.02 - 0.1
temps de séjour (en heures)	3 - 6	12 - 24
taux de recyclage des boues %	80-95	Sup à 95
Concentration de la biomasse dans le bassin (g/l)	3 - 5	5 - 8
Production des boues (kg de boues sèches/kg de D.B.O. ₅ élim)	0.3-0.5	0.1 - 0.2
Consommation d'oxygène (kg d'O ₂ /kg D.B.O. ₅ éliminée)	0.4-1.2	1.5 - 2
Nitrification	commencée	très avancée
Rendement d'épuration en %	85-90	Sup. à 90

Les valeurs ci-dessus citées ne sont pas des limites (1)

Conclusion partielle :

Le procédé d'épuration par boues activées reste l'un des procédés le plus employé actuellement vu son bon rendement.

Cependant l'aération prolongée présente des avantages supplémentaires par rapport aux procédés classiques, vu la minéralisation des boues, une nitrification très avancée, un espace restreint ainsi qu'à une exploitation simplifiée.

(1) : Roques

2.2.2. Lit bactérien :

Le lit bactérien est constitué d'une masse de cailloux à travers laquelle on laisse percoler l'eau usée. Le processus d'épuration est conduit par les bactéries qui se fixent et se multiplient sur le support inerte il y aura alors formation d'un bio-film de trois couches.

- Une couche aérobie, recevant du substrat et en croissance exponentielle.

- Une couche aérobie ne recevant pas de substrat, non en croissance.

- Une couche anaérobie, ne recevant ni oxygène, ni substrat en fermentation gazeuse. Cette dernière couche prendra une teinte noire et devient fragile à cause des bulles de gaz. Finalement, le film entier se détache : c'est le phénomène d'auto-curage.

La construction de tels ouvrages s'effectue selon la structure d'une cheminée, la différence de température de l'eau et de l'air suffit à assurer un tirage qui permet l'aération des bactéries.

Pour avoir une biomasse constante, il faut assurer une charge hydraulique telle que la biomasse en excès puisse être évacuée, ce qui nous amène à une recirculation de l'eau épurés.

Un avanta supplémentaire de recirculation est d'ensemencer l'eau en bactéries avant son passage dans le filtre.

Rendement d'épuration :

D.B.O. ₅	50 à 80 %
D.C.O.	50 à 75 %
M.E.S.	60 à 85 %

Avantages :

- Faible cout de construction.
- Exploitation simple.
- Aération naturelle.
- Les lits bactériens résistent aux variations de charges hydrauliques et de pollution.
- Résiste aux chocs brusques, (toxiques)

Inconvénients: - Sensible au froid

- Sensible aux graisses
- Sensibles aux M.E.S.
- Reconstitution de la biomasse très lente, en cas d'arrêt.
- Prolifération des mouches et moustiques.

Un tel procédé nécessite :

- Un dégrillage (Annexe 3)
- Dessablage-Deshuilage

- Décanseur primaire
- Poste de relevage
- Lit bactérien
- Clarificateur
- Stabilisateur-Epaississeur-Lits de séchage.

Conclusion partielle :

Les lits bactériens sont des appareils robustes de fonctionnement simples, de surveillance facile néanmoins les lits à faible charge font depuis quelques années l'objet d'une défaveur, (encombrement, encrassement, odeurs) mais leur simplicité et leur rusticité peuvent être dans certains cas un avantage majeur notamment pour le prétraitement des eaux industrielles où l'épuration des eaux usées urbaines d'une petite agglomération.

2.2.3. Les disques biologiques :

L'effluent préalablement décanté est admis dans un bassin où des disques montés sur un axe horizontal sont partiellement immergés (40 %) Ceux-ci tournent autour de cet axe à la vitesse de 1 à 2 tours minute dans le sens de la circulation de l'eau

La rotation permet ainsi le contact entre les micro-organismes qui se développent fixés sur le disque et l'effluent puis l'aération de cette biomasse.

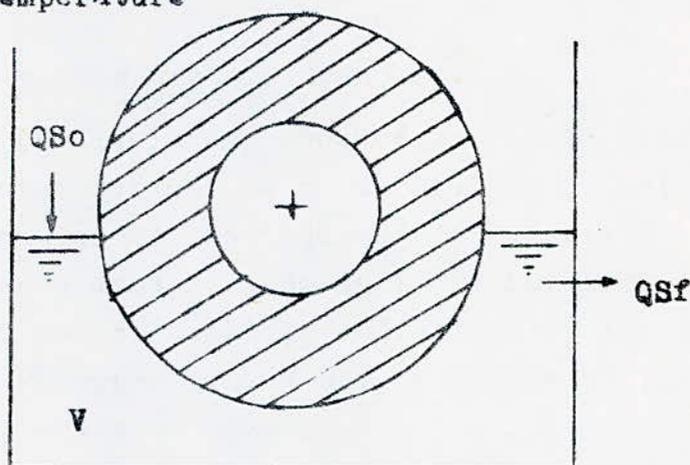
L'épuration a lieu de deux façons :

- 1^o) Par le biofilm attaché à la surface des disques.
- 2^o) Par la biomasse en suspension dans le bassin.

Les disques sont actuellement en polyéthylène expansés, présentant une surface spécifique de $13 \text{ m}^2 / \text{m}^3$

L'efficacité d'un tel procédé dépend :

- La vitesse de rotation
- Le temps de séjour
- Le nombre d'étages
- La température



Avantages :

- Une bonne flexibilité technique.
- Absence de mouches
- Faible cout d'exploitation dû à une faibles consommation d'énergie.
- Impact au sol limité.

Inconvénients:

- Investissement très important
- Sensibles aux variations qualitatives de charges, (Pollution)
- Les arrêts de rotation sont à éviter
- La température optimale se situe à 13° T 29° C .

2.2.4. Le traitement physico-Chimique.

Le traitement physico-chimique des eaux résiduaires urbaines vise à répondre à l'inadaptation des installations biologiques à chaque fois que l'on a des variations brusques et importantes du volume d'effluent à traiter.

- La coagulation floculation :

Elle intéressé les matières colloïdales et les particules fines en suspension. La coagulation consiste à destabiliser la suspension et la floculation à agglomérer les matières en suspension neutralisées par fixation mécanique à l'aide d'un réactif de façon à obtenir un floc dense permettant une séparation rapide.

Les réactifs les plus communément utilisés sont : le chlorure ferrique, (FeCl_3), le sulfate ferreux, ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), le sulfate d'alumine, ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)...etc.

La coagulation pourra être améliorée par adjonction d'adjuvants tels que les polyélectrolytes.

- La séparation solide liquide :

La séparation des floccs formés s'effectuera soit par décantation soit par flottation.

Rendement épuratoire : D.B.O. ₅	65 à 70 %
D.C.O	70 à 90 %
M.E.S.	85 à 96 %

Un tel procédé nécessite :

- Dégrillage
- Deshuilage - dessablage
- Mélangeur rapide (Coagulation)
- Flocculateur
- Clarificateur
- Epaisseur - lits de séchage.

Avantages :

- Supporte très bien les fortes variations de charges et de débits.
- Bon rendement d'épuration
- Impact au sol limité.

Inconvénients :

- Cout d'investissement élevé
- Cout d'exploitation élevé, (Achat des flocculants et adjuvants).
- Volume des boues important, (2 à 5 le volume des boues d'un traitement biologique).

2.2.5. Le système hydro :

Le système hydro est un système dérivé des charbons actifs. Le charbon utilisé dans ce procédé a comme fonction de filtrer l'eau usée et de permettre la création d'une biologie. Pour ce faire, on utilise du charbon faiblement activé de l'ordre de $250 \text{ m}^2/\text{g}$ et l'on néglige les effets d'absorption c'est à dire le matériau ne sera pas régénéré.

On considère ce lit de charbon comme une extension du lit bactérien. Les bactéries se fixent sur la surface et dans les micropores des grains. Ce lien entre support de vie et bactéries est beaucoup plus rigide dans un tel système que dans un lit bactérien.

Contrairement aux lits bactériens où seules prolifèrent les bactéries aérobies, il semblerait qu'on rencontrerait des deux types dans un lit à charbon, soient des aérobies et anaérobies, on suppose que les anaérobies vivent dans les canaux du matériau et que les aérobies sont fixés sur la surface des grains.

Les recherches ne sont pas à l'heure actuelle assez avancées, les suppositions sont seulement étayées par les conclusions que les exploitants d'un tel système ont tiré au vu des résultats d'analyses. (I)

Un tel système à la fin d'une chaîne physico-chimique donnerait des résultats rarement atteints. (98 %).

Un tel système nécessite :

- Dégrillage
- Dessablage - Deshuilage
- Décanteur primaire, (Eventuellement chaîne physico-chimique)
- Filtration sur charbon
- Traitement complet des boues.

Avantages :

- Le matériau et sa granulométrie, (3 à 5 mm) autorisent simultanément la fixation d'un nombre important de micro-organismes et une bonne rétention des matières en suspension.

(I) Station d'épuration de Lausanne, (Suisse)
et de Soissons, (France).

- Un rendement de transfert en oxygène exceptionnellement élevé au sein du lit.

- Surface et volume faibles d'où moindre coût de construction, (60 % en surface d'une station d'épuration classique)

- Partie électro-mécanique peu importante.

- Rendement d'épuration très élevé.

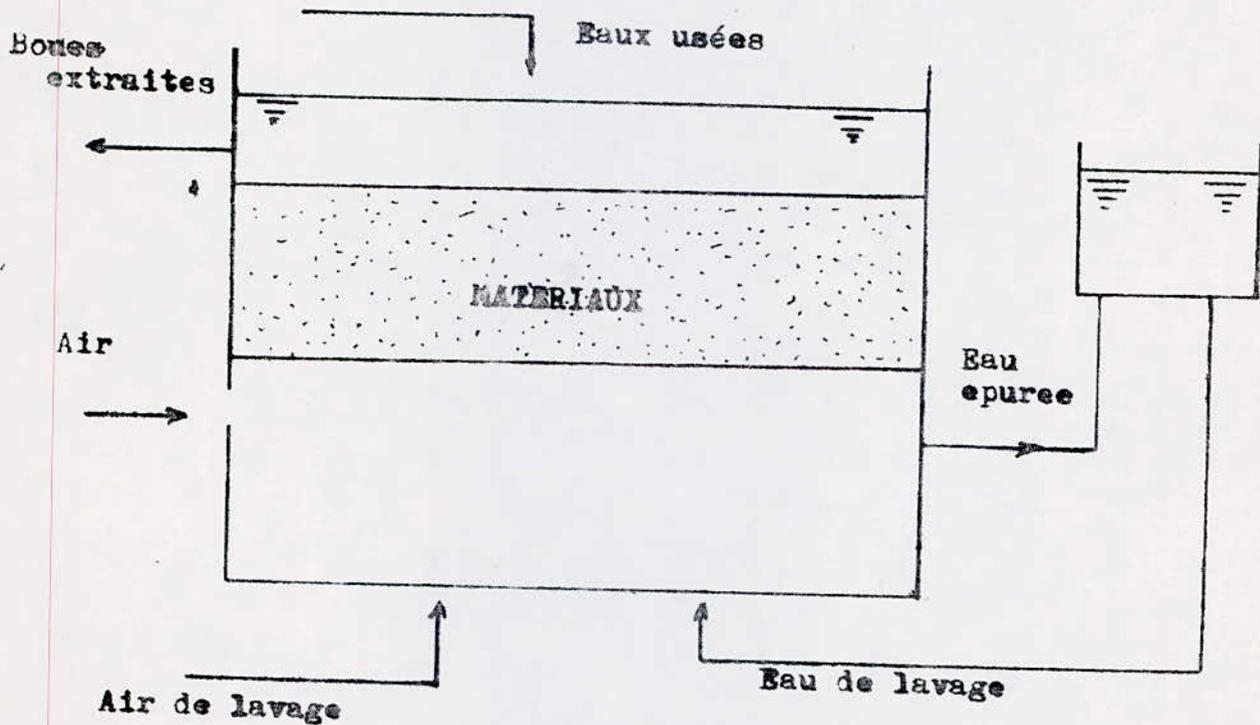
Inconvénients :

-- Coût d'exploitation élevé, (Perte de 5 à 10 % du matériau après chaque lavage.)

- Lavages toutes les 48 heures.

- Stabilisation des boues

- Le système n'étant pas à l'heure actuelle au point des modifications partielles sont à envisager.



- Description du procédé.

Conclusion :

Les moyens techniques mis à la disposition des épurateurs ont évolué depuis les dernières décennies. Les procédés classiques se sont perfectionnés et sont aujourd'hui complétés par une gamme de procédés modernes et variés qui permettent de traiter pratiquement tous les effluents, quelles que soit leur origine et leur complexité.

Paradoxalement, c'est l'élargissement de gamme de procédés qui constitue la première difficulté pour l'épurateur car, un effluent peut être traité par des voies différentes, et chaque voie comporte des variantes, l'épurateur se trouve ainsi en présence de nombreuses solutions possibles, c'est à lui d'opter pour la voie de traitement la mieux adaptée.

CHAPITRE III MONOGRAPHIE DE LA VILLE DE CHREA

3.I Caractéristiques physiques

3.I.1 Situation géographique.

Le centre touristique de Chréa se situe à vingt, (20) km au Sud de Blida, chef lieu de Wilaya sur les parties hautes de la muraille montagneuse constituée par la portion de l'atlas mitidjen. L'altitude moyenne dans le périmètre de l'agglomération est d'environ 400 à 1500 m.N.G.A.

L'accès au centre touristique de Chréa est actuellement possible par la route N° 37 de la Wilaya, la route N° 49 est actuellement en construction.

Il est à noter que les travaux pour la construction d'un téléphérique ont déjà commencés.

3.I.2. Topographie :

Le point géodésique le plus haut est le pic de Sidi-Abdelkader. (1629 m) N.G.A., le point le plus bas se trouve à la côte 1200 m N.G.A.

Altitude maximale : 1629 m.

Altitude moyenne : 1415,5 m.

Altitude minimale : 1200 m.

3.I.3. Hydrographie & Hydrologie.

Aucun oued important ne traverse la ville de Chréa.

Apparemment, les eaux des versants nord et sud s'écoulent dans des oueds temporaires, (Thalwegs). Ces derniers compartimentent le relief de la zone de Chréa.

Les principaux versants sont les suivants :

- Le bassin versant Nord-Est desservi par l'oued Bénéazza.
- Le bassin versant Nord-Ouest desservi par l'oued Elkebir lequel se déverse ensuite dans l'oued la Chiffa.

L'oued Chiffa et l'oued Bénéazza se joignent plus tard et constituent l'oued Mazafra.

- Le bassin versant Sud desservi par un certain nombre de petits oueds reliés par l'oued Bou-Maan qui se déverse dans l'oued El-Harrach.

N.B. Notre station d'épuration sera construite sur le versant Sud.

3.2. Climatographie :

3.2.1. Climat.

La région de Blida se caractérise par un hiver froid avec de fortes chutes de neige et un été chaud et sec.

3.2.2. Précipitations :

La région de Chréa est pourvue de précipitations qui atteignent 1393 mm/an, (moyenne sur 25 ans) réparties sur 98 jours par an. Si on observe le tableau de précipitations, on remarque que les pluies sont concentrées sur une partie de l'année (Octobre-Avril). Les précipitations sont intenses les mois de novembre décembre et janvier, leur maximum est atteint en décembre. Ces précipitations accusent des irrégularités non seulement annuelles mais mensuelles.

Paramètres		H	J	
Mois				
JANVIER	: 159,4	: 11		H = Hauteur moyenne en mm/
FEVRIER	: 131,3	: 10		J = Nombre moyen de jours pluvieux.
MARS	: 150,1	: 11		
AVRIL	: 130,4	: 9		
MAI	: 104,9	: 8		
JUIN	: 38,3	: 5		
JUILLET	: 4,2	: 1		
AOUT	: 18,1	: 3		
SEPTEMBRE	: 70,8	: 6		
OCTOBRE	: 162,0	: 10		
NOVEMBRE	: 130,7	: 11		
DECEMBRE	: 187,1	: 13		
ANNÉE	: 1393,3	: 98		

3.2.3. Les températures :

De novembre à avril les températures mensuelles moyennes sont inférieures à la moyenne annuelle, elles sont inférieures à celles-ci; de mai jusqu'à octobre. On donnera ci-dessous un tableau récapitulatif de toutes les températures de l'année avec les maxima et les minima.

MOIS	m	M	$\frac{M+m}{2}$	
J	0,4	5,6	3,0	m : Température minimale
F	0,4	6,2	3,3	M : Température maximale
M	2,4	7,6	5,0	$\frac{M+m}{2}$: Température moyenne.
A	4,2	11,9	8,0	
M	9,4	16,0	12,7	
J	12,4	20,8	16,6	
J	17,6	26,0	21,8	
A	18,1	26,3	22,2	
S	14,3	22,3	18,3	
O	7,9	14,9	11,4	
N	8,8	10,0	6,9	
D	1,1	6,3	3,7	
Année	7,6	14,4	11,8	

3.2.4. Autres données climatiques :

a) Gelées :

Elles surviennent généralement pendant la période allant de fin Novembre à début Mars, soit en moyenne plus de 30 jours dans l'année.

b) Neige :

L'enneigement est fréquent à partir de 1000 mètres d'altitude, c'est le mois de décembre qui reçoit les plus fortes chutes des neiges, cependant le mois de mars l'emporte sur la persistance.

c) Les vents :

Selon leur direction, on distingue des vents d'Ouest et du Nord-Ouest qui soufflent en automne et en hiver. Parfois ils sont assez forts pour causer des dégâts sur la végétation.

3.3. Population :

3.3.1. Population autochtone :

D'après les renseignements fournis par le bureau des statistiques de Blida, la population autochtone a été estimée à 1.500 habitants en 1983. (Recensement officiel de 1977 - 423 habitants.)

3.3.2. Les estivants :

La station estivale de Chrée accueille durant les mois de Juillet, Août et Septembre un nombre considérable d'estivants qu'on peut diviser en deux grandes parties :

- Les colonies de vacances
- L'occupation des résidences secondaires. (Chalets)

Les estivants sont estimés à 5.000 habitants en 1983 selon le Bureau des statistiques de l'A.P.C. de Blida.

3.3.3. Estimation pour l'an 2005 :

Les chiffres relatifs à l'horizon 2005 ont été fournis par les autorités responsables. (A.P.C. de Blida, DHWB) durant la réunion du 24 Avril 1983.

Ces chiffres sont les suivants :

Population autochtone : 6.000 hab.

Estivants : 6.000 hab.

Soit un total de 12.000 hab. durant l'été.

3.4. Alimentation en eau potable :

3.4.1. Sources d'eau.

Actuellement la ville de Chrée est alimentée principalement par la source de Kerrache qui peut assurer un débit de 400 m³/Jour. Prochainement la source de Tala-Izidi assurera un débit supplémentaire de 600 m³/jour.

3.4.2. Le réseau de distribution :

Le réseau actuel se compose de deux zones séparées la zone "Est" desservie à partir du réservoir "Trois moineaux" tandis que la zone "Nord" est alimentée par le réservoir de Koudiat.

Ce qui caractérise ces réseaux, c'est les différents diamètres qui y ont été utilisés, insuffisants aux transports nécessaires et les innombrables fuites qui s'y produisent au cours de leur chemin. A tout cela, viennent s'ajouter les piquages effectués sans l'autorisation de la D.H.W.

3.4.3. Projet futur :

L'élaboration d'un projet s'occupant des divers aspects de l'alimentation en eau potable de la population permanente et temporaire du centre de Chréa a été récemment faite par la Sté TESCO afin d'assurer une alimentation correcte de la ville et ce jusqu'à l'horizon 2005.

3.5. Réseau d'assainissement :

3.5.1. Situation actuelle.

Il n'existe aucun réseau d'assainissement pour les eaux usées. Actuellement l'ensemble des habitations possèdent des fosses septiques.

3.5.2. Situation future.

L'étude complète pour l'assainissement de la ville de Chréa a été faite l'année dernière par la société TESCO. Un appel d'offre national a été lancé le 2 Avril 1984 pour la réalisation de ce réseau d'assainissement. L'étude s'est heurtée à des problèmes dûes au relief très accidenté de Chréa. Sur les 6 collecteurs principaux prévus, trois seront gravitaires et les trois autres fonctionneront par refoulement. Le réseau d'assainissement sera pseudo-séparatif.

3.6. Pollution :

3.6.1. Industrie :

Il n'y a pas d'industrie et il y a peu de chance pour qu'il y en ait un jour.

3.6.2. Hôpital pour Asthmatiques :

Cet hôpital d'une capacité de 120 lits et dont les travaux sont achevés ouvrira dès qu'une alimentation en eau potable de 120 M³/jour lui sera assurée. D'après les responsables locaux ce délit sera disponible prochainement avec la mise en service de la source de Tala-Izidi, (600 M³/jour).

Vu que cet hôpital traitera les maladies respiratoires non transmissibles il n'y a pas de risques de contamination des eaux usées.

3.6.3. Points de rejets :

Actuellement et vu que la majorité des habitants possèdent des fosses septiques il existe peu de points de rejets néanmoins, vu l'état de saturation de certaines fosses septiques, l'hôtel des Cèdres ainsi que l'Ecole de Chrèa rejettent leurs eaux usées en pleine nature.

Les analyses seront effectuées à partir de ces deux endroits.

4.1. Situation du problème :

La plupart des effluents pollués sont des mélanges très complexes dont la description par les voies de l'analyse chimique est ardue sion impossible.

On s'est donc naturellement orienté vers des tests "Glo-baux" qui soient spécifiques d'un ensemble de propriétés ou de produits (produits biodégradables, produits oxydables, M.E.S. etc)

Parmi les tests globaux que nous passerons en revue, une importance particulière doit être accordée aux tests de demande en oxygène. Que cette demande soit d'origine chimique ou biochimique, elle correspond en effet à l'évolution spontanée (milieu receptr) ou imposée, (station de traitement) d'un effluent vers une certaine stabilisation. Elle est donc à la fois la mesure d'une partie généralement dominante de la pollution et un indice de traitabilité.

4.2. Paramètres de pollution :

L'appréciation globale courante de la qualité d'une eau usée s'appuie sur les tests principaux ci-après :

4.2.1. La D.B.O.5

La demande biochimique en oxygène d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes aérobies présents ou introduits dans cet échantillon, pour réaliser la dégradation de tous les composés présents biodégradables.

4.2.2. La D.C.O.

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans un certain contexte réactionnel les substances réductrices ou oxydables contenues dans l'échantillon.

4.2.3. Les M.E.S.

Les matières en suspension peuvent être d'origine minérale organique. Les particules minérales sont généralement inertes du point de vue chimique. Elles augmentent la turbidité de l'eau. Les particules organiques présentent une certaine D.C.O. et sont une D.B.O.5.

4.3. Echantillonnage - Prélèvement :

4.3.I. Echantillonnage :

4.3.I.I. Situation du problème :

L'effluent peut évoluer entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse. Cette évolution peut-être :

a) Biologique : Dégradation de certains composés par la microflore présente. On peut bloquer ces transformations en conservant l'échantillon aux alentours de 0 à 5° C.

b) Chimique : Oxydation lente par l'oxygène de l'air de composés facilement oxydables, on élimine toute bulle d'air dans le flacon de prélèvement.

c) Physique : Décantation ou coalescence d'émulsion, on ajoute dans ce cas quelques gouttes de détergents.

Il n'y a en la matière aucune règle générale, chaque effluent étant un cas d'espèce, mais les problèmes ci-dessus cités doivent rester présents à l'esprit au moment du prélèvement, pendant le transport et le stockage éventuel et au cours de l'analyse.

4.3.I.2. Echantillonnage ponctuel :

Un tel échantillonnage permet de mettre en évidence les variations du flux horaire de pollution. Dans notre étude nous avons effectué des prélèvements espacés de deux heures.

4.3.I.3. Echantillonnage continu :

Pour avoir l'échantillon moyen de la journée, on fait des prélèvements toutes les deux heures, les différents prélèvements sont ensuite mélangés en un seul échantillon moyen. Un tel échantillonnage a été effectué le 4 Avril 1984, mais sur une durée de six heures.

4.3.2. Prélèvements :

4.3.2.I. Methodologie de prélèvement :

L'évaluation de la pollution exige la réalisation de prélèvements en continue sur 24 heures et ce sur plusieurs jours. Ce qui n'était guère possible pour notre point de rejet néanmoins nous avons essayé de faire un maximum de prélèvements.

Nous avons opté pour un prélèvement manuel, dans des flacons en verre, en observant toutes les règles imposées par l'échantillonnage.

4.3.2.2. Lieu de prélèvement :

Les échantillons ont été prélevés au niveau de l'exécutoire de l'école primaire de Chréa. Cette école est dotée d'une cantine pour 105 élèves. Trois familles, (Directeur, enseignants) y résident, soit un total de 118 personnes. Nous avons jugé que le lieu de prélèvement était représentatif vu qu'on a un réseau usée domestique et qu'à Chréa la totalité des eaux usées sera d'origine domestique; (Pas d'industrie).

4.3.2.3. Horaire de prélèvement :

Les prélèvements ont été effectués entre 8 h et 18 h avec un espacement de deux heures.

4.3.3. Mesure des débits :

On a eu recours à une estimation à partir du volume consommé par jour et par habitant, (dotation de 120 Litres par jour par habitant) En tenant compte que l'eau utilisée n'est évacuée qu'à 80 %, on adoptera 100 litres par jour par habitant de rejet.

4.3.4. Implantation :

Le choix du terrain de l'implantation de la future station d'épuration avait été décidé par les autorités locales. Ce choix est motivé par les considérations suivantes :

- Arrivée de l'exucatoire du réseau d'assainissement.
- L'oued situé à côté de la station facilitera le rejet d'eaux usées épurées.
- L'extention du centre de Chréa.
- La protection de l'environnement
- La réalisation de la station est possible par la réalisation d'une piste d'entretien.

Néanmoins il est à noter que le terrain est très accidenté et pour le terrassement il faudra abattre plus d'une centaine de cèdres.

4.4. Partie expérimentale :

4.4.I. Résultats :

Tous les résultats d'analyse sont donnés sur les tableaux ci-après :

4.4.2. Interprétation des résultats :

4.4.2.I. D.B.O.5.

La moyenne arithmétique des 27 valeurs de la D.B.O.5 donne les résultats suivants:

$$\text{D.B.O.5 moyenne} = 415 \text{ mg d'O}_2 / \text{l.}$$

$$\text{Ecart type} = 123 \text{ mg d'O}_2 / \text{l.}$$

$$\text{D.B.O.5} = (415 \pm 123) \text{ mg d'O}_2 / \text{l.}$$

On remarque que la valeur de la D.B.O.5 trouvée est relativement plus élevée que celle utilisée en Europe. On a donc une eau plus concentrée que l'on peut attribuer :

- a) Notre échantillon correspondait réellement à une eau d'égout d'un réseau séparatif ou il n'y avait que peu de dilution
 - b) La majorité des analyses de la D.B.O.5 a été faite par la méthode manométrique (respiromètre) qui donne généralement des valeurs légèrement supérieures à celles que l'on obtient par la méthode de dilution, (jusqu'à 20 %). Par les conditions même de travail, elles sont beaucoup plus proches des conditions de traitement de l'effluent testé et ne présentent aucun des inconvénients qu'entraînent la dilution.
 - c) La majorité des analyses de la D.B.O.5 a été faite le jour même du prélèvement soit un maximum de dix heures après les prélèvements ce qui donne des valeurs plus reproductibles. (4.4.2.8 Influence du temps sur la valeur de D.B.O.5)
 - d) La dotation en Algérie est généralement plus faible qu'en Europe. Il est à noter qu'à Chréa l'eau est distribuée entre 6 heures et 10 heures du matin.
 - e) Des études faites en Algérie par des sociétés étrangères (I) ont montré que l'une des caractéristiques propres à l'Algérie consistait en une eau usée plus concentrée que celle généralement trouvée en Europe.
- (I) SCANDIACONSULT INTERNATIONAL (SUEDE)
TESCO (HONGRIE)

- RESULTATS -

Le mercredi 4-04-1984.

D.C.O mg/l	D.B.O ₅ mg/l	M.E.S mg/l	$\frac{D.C.O}{D.B.O_5}$
784	510	387	1,54

Le Lundi 09-04-1984.

	D.C.O mg/l	D.B.O ₅ mg/l	M.E.S mg/l	P.H	$\frac{D.C.O}{D.B.O_5}$
10 ^h	706	350	306	6,79	2,02
12 ^h	842	405	259	7,31	2,08
14 ^h	832	455	207	6,87	1,84

Le samedi 14-04-84.

	D.C.O mg/l	D.B.O ₅ mg/l	M.E.S mg/l	P.H	$\frac{D.C.O}{D.B.O_5}$
10 ^h	484	310	319	6,85	1,56
12 ^h	832	460	403	6,70	1,81
14 ^h	524	410	247	6,95	1,28

Le mercredi 15-04-84.

	D.C.O mg/l	D.B.O ₅ mg/l	M.E.S mg/l	P.H	$\frac{D.C.O}{D.B.O_5}$
13 ^h	536	360	409	6,65	1,49
15 ^h	412	330	357	7,43	1,25
17 ^h	406	295	314	6,29	1,38

Le Vendredi 20-04-84.

	D.C.O mg/l	D.B.O ₅ mg/l	M.O mg/l	MES 105°	MES 600°	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	PO ₄ ⁻ mg/l	T°C	D.C.O D.B.O ₅
8 ^h	990	510	185	-	-	0	0	72,5	14,38	13,90	1,94
10 ^h	640	405	135	-	-	0	0	1,7	23,30	14,35	1,58
12 ^h	610	435	125	-	-	0	0	0,25	17,63	16,20	1,40
16 ^h	740	360	120	-	-	0	0	4,04	7,20	16,30	2,06
18 ^h	650	395	120	-	-	0	0	1,84	7,20	16,95	1,65

Le Dimanche 22-04-1984.

	D.C.O mg/l	D.B.O ₅ mg/l	M.O mg/l	MES 105°	MES 600°	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	PO ₄ ⁻ mg/l	Conduc. moh/cm	PH	T°C	D.C.O D.B.O ₅
8 ^h	680	551	170	186	8	0	0	8,5	17,00	1,45	7,0		1,23
10 ^h	570	551	130	284	16	0	0	10,0	33,00	1,20	7,4		1,03
12 ^h	460	301	230	286	82	0	0	10,4	19,50	1,00	7,3		1,53
14 ^h	480	251	120	226	40	0	0	6,8	26,00	1,15	7,2		1,91
16 ^h	440	801	185	230	48	0	0	10,5	17,00	1,10	7,0		0,55
18 ^h	470	501	120	164	20	0	0	10,7	16,25	1,15	7,0		0,94

Le Mercredi 25-04-1984.

	D.C.O mg/l	D.B.O ₅ mg/l	M.O mg/l	MES 105°	MES 600°	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	PO ₄ ⁻ mg/l	Conduc. liv. H. moh/cm	PH	T°C	D.C.O D.B.O ₅
8 ^h	420	620	68	470	64	0	-	0,00	3,40	1,10	7,3		0,68
10 ^h	620	280	94	398	44	0	-	0,12	4,33	1,10	6,7		2,21
12 ^h	240	200	48	224	32	0	-	2,20	3,00	0,90	7,0		1,20
14 ^h	320	400	54	232	12	0	-	0,36	3,95	1,00	7,0		0,80
16 ^h	290	180	58	152	10	0	-	1,36	2,53	1,10	7,1		1,61
18 ^h	470	280	70	224	20	0	-	1,13	3,05	0,90	6,5		1,68

4.4.2.2. D.C.O.

La moyenne arithmétique des vingt-sept (27) valeurs de la D.C.O. donne les résultats suivants :

$$\text{D.C.O. moyenne} = 572 \text{ mg d'O}_2 / \text{l}$$

$$\text{Ecart type} = 186 \text{ mg d'O}_2 / \text{l}$$

$$\text{D.C.O.} = (572 \pm 186) \text{ mg d'O}_2 / \text{l}$$

Les valeurs obtenues sont légèrement plus élevées que celles trouvées en bibliographie. Mais vu qu'on a une D.B.O.₅ assez élevée donc la D.C.O. devrait l'être aussi. On y reviendra pour la corrélation $\frac{\text{D.C.O.}}{\text{D.B.O.}_5}$.

4.4.2.3. M.E.S.

La moyenne arithmétique des vingt et une valeurs donne les résultats suivants :

$$\text{M.E.S. moyen} = 310 \text{ mg / l}$$

$$\text{Ecart type} = 130 \text{ mg / l}$$

$$\text{M.E.S.} = (310 \pm 130) \text{ mg / l}$$

La valeur trouvée se rapproche légèrement des normes généralement trouvées en bibliographie.

4.4.2.4. Corrélation $\frac{\text{D.C.O.}}{\text{D.B.O.}_5}$.

Une telle corrélation à un double intérêt :

- Le rapport $\frac{\text{D.C.O.}}{\text{D.B.O.}_5}$ indique la fraction biodégradable des composés oxydables par le dichromate. Ce rapport est supérieur à I

Une valeur inférieure à I est un indice de bonne biodégradabilité donc, d'une bonne traitabilité par voie biologique. Entre I et 2 l'effluent doit être traité par voie biologique. Autour de 2 et 3 le résultat devient douteux et demande une adaptation de souche. Au dessus de 3 il faut envisager un traitement physico-chimique.

- Si l'on part de la constatation que les différents tests globaux dont on dispose ont des temps de réponse très variables :

- 5 jours pour D.B.O.₅

- 2 heures pour la D.C.O.

- Quelques minutes pour la D.T.O. et C.O.T.

et que seuls ceux qui ont un temps de réponse notoirement inférieur aux temps de résidence dans les stations de traitement ont un intérêt pour la conduite de ces stations. On peut se demander si les tests lents dont la signification physique est importante, en particulier la D.B.O.5 ne pourraient pas être obtenus en utilisant des corrélations à partir des paramètres à acquisition rapide.

Dans notre étude on a trouvé les résultats suivants :

$$\frac{\text{D.C.O.}}{\text{D.B.O.5}} \text{ moyen} = 1,53$$

$$\text{Ecart type} = 0,4$$

$$\frac{\text{D.C.O.}}{\text{D.B.O.5}} = 1,53 \pm 0,4$$

Notre rapport se situe dans la fourchette du traitement biologique néanmoins il ne faut pas s'attendre à des corrélations D.C.O./D.B.O.5 très étroites ni surtout très générales vu que les mesures de D.B.O.5 et D.C.O. donnent généralement pas mal de dispersion.

4.4.2.5. Conductivité :

Les conditions en Algérie diffèrent à plusieurs points de vue, de celles que l'on trouve en Europe. Il est important d'en tenir compte lorsque l'on envisage de concevoir une station d'épuration.

En Algérie, l'eau, que ce soit l'eau de surface ou l'eau souterraine a souvent un taux de salinité élevé et vu les ressources en eau qui sont souvent fortement limitées, on essaiera au maximum de réutiliser l'eau épurée notamment dans le domaine de l'agriculture. Une salinité élevée peut endommager les récoltes spécialement dans les régions où l'évaporation est importante. (Annexe 4)

Pour l'effluent de Chréa on a une conductivité qui varie de 0,9 à 1,45 $\text{mOhm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

Une telle eau peut avoir des effets nocifs sur les plantes sensibles.

En multipliant la conductivité par 688, on a la minéralisation totale (I).

(I) Analyse de l'eau : Rodier.

4.4.2.6. Température :

Notre échantillonnage a été fait durant le printemps après la fonte des neiges.

Durant le mois d'avril la température variait de 13° C à 16° C. C'est une température qui permet le développement normal des micro-organismes. En été la température sera plus élevée donc plus propice au traitement biologique.

En hiver malgré les chutes de neige, la température de l'eau usée arrivant à la station aura généralement une température supérieure ou égale à 5° C.

4.4.2.7. Le PH

PH moy = 6,97

Ecart type = 0,3

PH = 6,97 ± 0,3

Le PH de l'effluent varie entre 6,67 et 7,27 ce qui est très voisin de la neutralité. Nous sommes dans la zone de PH optimale, ce qui permet un développement normal des micro-organismes

4.4.2.8. Influence du temps sur la D.B.O.5.

L'effluent peut évoluer entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse. Cette évolution peut être notamment biologique par la dégradation de certains composés par les micro-organismes présents.

Pour mettre en évidence cette variation nous avons lancé un échantillon frais et procédé à d'autres essais avec le même échantillon à des heures différentes.

Date et heure	D.B.O.5.	$t_0 - t$ (h)	D.B.O.5.	Echantillon du
24.04.84 à 16 h	620	-	-	24.04.84 à 13 h
25.04.84 à 10 h	570	18	50	Début de analyses à 16 h.
25.04.84 à 16 h	560	24	60	
26.04.84 à 08 h	530	40	90	
28.04.84 à 13 h	380	93	240	

Conclusion.

La détermination des paramètres de pollution est l'une des phases la plus importante pour la réalisation d'une station d'épuration .Il aurait été préférable, une fois les paramètres de pollution déterminés, continuer les expériences sur des stations pilotes pour avoir une idée plus précise sur les différents paramètres intervenant dans le dimensionnement, (concentration des boues, temps de séjour, âge des boues, indice de Mohlman ...etc.)

La valeur de la D.B.O.5. trouvée de 540 mg d'O₂/l est relativement plus élevée par rapport à celle donnée par la bibliographie étrangère, on ne peut conclure que l'Algérien pollue plus que les européens, vu qu'en Algérie la dotation en eau potable est moins importante qu'en Europe.

Les valeurs des autres paramètres trouvées sont caractéristiques d'une eau usée urbaine.

CHAPITRE V DESCRIPTION DE LA STATION
D'EPURATION

5.1. Ouvrage d'arrivée :

Les données de base prises en compte pour la station d'épuration de Chréa montrent qu'un écoulement gravitaire est possible et, de ce fait, aucun relèvement des eaux brutes n'est prévu dans cette étude.

5.2. Ouvrage de dégrillage :

A la différence du déversoir d'orage, le dégrillage s'impose dans tous les cas et doit être considéré comme un poste essentiel de la station. Son rôle c'est à la fois de protéger le matériau mécanique installé à l'aval, et de séparer une partie de la pollution. Ce dernier rôle est souvent méconnu, on peut admettre que celle-ci exprimée en D.C.O. est d'environ $1/3$ du poids humide des déchets.

Pour la station d'épuration de Chréa nous proposons un dégrilleur mécanique avec des espacements des barreaux de 15 mm, espacés de 10 mm et inclinés de 60° sur l'horizontal. On optera pour une vitesse moyenne de 0,65 m/s et une hauteur d'eau maximum de 20 cm.

5.2.1. Reflux de la grille :

Le reflux exprimé en litres par habitant et par an est donné par :

$$V = \frac{12 \text{ à } 15}{e} \quad e: \text{Espacement des barreaux.}$$

Les problèmes hygiéniques que posent ces déchets peuvent être résolus par l'utilisation de sacs en matière plastique ou enlevés périodiquement par la benne à ordures ménagères.

5.3. Ouvrage de dessablage - dégraissage :

Les inconvénients provoqués par le sable sont nombreux, Abrasion sur les pompes, encombrement des bassins, diminuant de ce fait les volumes utiles de ces ouvrages.

Le principe de construction de ces ouvrages repose sur la densité des particules sableuses : on admet, en effet, que des vitesses d'écoulement comprises entre 0,3 et 0,6 m/s sélectionnant les matériaux qui se déposent.

Pour la station d'épuration de Chréa, nous proposons un déssableur circulaire aéré qui est mieux adapté pour les sta-

-tions en montagne et qui absorbe le mieux les variations de charges, (I)

L'insufflation d'air permanente assure l'émulsion des graisses, le brassage et le maintien en suspension des matières organiques évitant leur dépôt avec le sable.

Le temps de passage doit être relativement court de l'ordre de 2 à 3 minutes. Le dessableur sera calculé pour que toutes les particules ayant un diamètre de 0,20 mm soient éliminées.

5.4. Bassin d'aération :

Pour la station d'épuration de Chréa, on propose un bassin carré à mélange intégral, (mélange complet), avec des boues de retour et la liqueur pré-existante. Un tel bassin agit comme un bassin d'égalisation, amorti les variations de charge et dilue les rejets sporadiques toxiques.

Nous proposons des aérateurs de surface, néanmoins vu les risques de gel il serait préférable que l'oxygénation et l'agitation soient assurées par un ensemble de nourrices de fond équipées de diffuseurs d'air.

5.5. BASSIN DE CLARIFICATION

La décantation secondaire joue un rôle important dans l'obtention d'un effluent de bonne qualité. La vitesse ascensionnelle varie suivant les cas de 1 à 1,6 m/h. Le second paramètre qui caractérise ces ouvrages est le temps de séjour qui n'est pas le même pour la fraction décantée, (boues) que le surnageant, (eau traitée).

Pour la station d'épuration de Chréa nous proposons des ouvrages circulaires, les boues de fond qui se déposent sont dirigées vers des concentrateurs au moyen d'ensembles de raclage à chaînes. Ce type de raclage est particulièrement adapté au site présent car il évite tout chemin de roulement sujet au gel.

De plus le retour des racleurs qui s'effectue à la partie supérieure du clarificateur évite le gel des plans d'eau.*

5.6. Recirculation :

La recirculation des boues activées a un double rôle :

- Limiter le volume et le temps de séjour des boues dans le clarificateur.

(I) Y. MAYSTRE - Ecole Fédérale polytechnique de Lausanne.

- Maintient une concentration en biomasse constante dans le bassin d'aération améliorant ainsi la cinétique de l'épuration.

$$R = \frac{1 - \frac{T_s}{\theta}}{\beta - 1} \quad (I)$$

T_s : Temps de séjour dans le bassin d'aération

θ : Age des boues :

$\beta = \frac{X_r}{X_a}$: rapport de concentration

Théoriquement, le rapport de concentration fixe le taux de recyclage et réciproquement.

5.7. Traitement des boues:

Vu la minéralisation des boues en hors saison il suffira d'avoir un épaisseur et des lits de séchage. En haute saison vu que l'on travaille à moyenne charge il faudra faire une stabilisation.

5.7.1. Epaisseur :

L'épaississement consiste à séparer par gravité l'eau interstitielle des particules de boues, ce qui nous permet d'avoir un volume des boues réduit. Ceci est réalisé par décantation dans un ouvrage à temps de séjour élevé de façon à provoquer le tassement des boues sur elles mêmes, (2 à 15 jours). Pour cela on utilise différents ouvrages dont les plus courants sont des ouvrages cylindro-coniques ayant une pente très forte, (45 à 60°) dans la partie conique.

Les boues sortiront de l'épaisseur avec une concentration de 40 à 50 g/l.

5.7.2. BASSIN DE STABILISATION DES BOUES :

Le temps de séjour nécessaire à une bonne stabilisation est fonction de différents paramètres comme notamment la température du milieu, la teneur initial en matières volatiles et la charge massique adoptée dans le bassin d'aération. Dans notre cas vu que nous travaillons à une charge massique de 0,26 kg de D.B.O.5. par kg de M.V.S/j , nous sommes à la limite de l'aération prolongée, pour cela Dégrémont propose un temps de séjour de 15 à 20 jours.

(I) S. ELMALEH Université de Montpellier.

5.7.3. Lits de séchage :

Les lits de séchage constituent le procédé le plus rustique et le plus utilisé pour la déshydratation des eaux résiduaires urbaines. Les boues sont épanchées en couches de 20 à 30 cm et subissent ainsi l'effet de filtration de l'eau à travers le sable et de son évaporation à la surface. On aboutit ainsi à des boues ayant l'aspect d'un teneau dont la teneur en eau est d'environ 55 %. L'enlèvement des boues sèches se réalise par voie manuelle. Ces boues peuvent éventuellement servir d'amendement des terres agricoles des fellah environnants ou encore pour les services forestiers.

L'espace réservé à la station d'épuration de Chréa est restreint (accidenté aussi) et vu qu'il neige durant l'hiver la déshydratation mécanique n'est pas à écarter.

5.8. Réutilisation de l'eau épurée :

Le bassin de chloration d'une capacité de 50 M³ pourrait servir de réserve d'incendie vu la fréquence des feux de forêt qui sévissent durant les saisons chaudes.

Une deuxième solution : L'arrosage des cables électriques enterrés.

CHAPITRE VI DIMENSIONNEMENT

Introduction :

La station d'épuration de Chréa sera dimensionnée pour la population autochtone estimée à 1.500 habitants (plus les 120 m³ par jour de l'hôpital pour asthmatiques) soit un total de 3.000 équivalents habitants, à faible charge, (Cm = 0,09 kg de D.B.O.₅ par kilogramme de M.V.S.) Durant l'été la population passera à 7.500 habitants, avec les mêmes ouvrages on passera à moyenne charge (Cm = 0,26 kg de D.B.O.₅/kg de M.V.S.) Enfin pour l'horizon 2005 on augmentera la charge massive (Cm = 0,4 kg de D.B.O.₅ par kg de M.V.S.) tout en restant à moyenne charge.

6.I. Base de dimensionnement

6.I.I. Débits

3000 habitants dotés de 120 litres par jour et rejetant 80 % de la dotation (100 l/j.)

	M ³ /J	M ³ /H	L/S
Qm	300	12,5	3,5
Qp	/	35,5	10
Qd	/	21,5	6

$$Q_p = \left(1,5 + \frac{2,5}{Q_m} \right) Q_m$$

$$Q_d = \frac{Q_m}{14}$$

6.I.2. Pollution

- D.B.O.₅.
D.B.O.₅ = 540 mg/l Lo = 162 kg/j.
- D.C.O.
D.C.O. = 750 mg/l.
- M.E.S.
M.E.S. = 450 mg/l. M.E.S. = 135 kg/j.
- M.V.S.
Elles représentent 80 % des M.E.S.
M.V.S. = 108 kg/j.

- Matières minérales

Elles représentent 20 % des M.E.S.

$$M.M. = 27 \text{ kg/ j.}$$

6.1.3. Exigences du rejet :

- M.E.S.

La teneur en M.E.S. doit être inférieure à 30 mg/l

-D.B.O.5.

La teneur en D.B.O.5 doit être inférieure à 3M mg/l en moyenne sur 24 heures.

-D.C.O.

La teneur en D.C.O. doit être inférieure à 90 mg/l en moyenne sur 24 heures.

- Test de putrescibilité : il doit être négatif et il ne doit pas y avoir d'odeur avant et après 5 jours.

6.2. Calcul de la grille mécanique.

Le calcul de la grille mécanique sera fait pour la capacité totale.

$$l = \frac{S \cdot \sin a}{H_{\max}(1-b)d}$$

S : Surface utile de la grille.

H_{max} : Hauteur d'eau maximum = 0,2 m

a : = angle d'inclinaison a = 60°

b : = coefficient des vides = 0,6

l : = largeur de la grille

d : = coefficient de colmaltage = 0,5

$$S = \frac{Q_p}{V_e}$$

$$V_e = 0,65 \text{ m/s}$$

$$l = \frac{0,04 \times 0,866}{0,2 \times 0,6 \times 0,5} \quad L = 0,6 \text{ m}$$

Longueur mouillée :

$$l_m = \frac{l}{\sin a} = \frac{0,6}{0,866} = 0,7 \text{ m}$$

Le refus de la grille est fonction de l'écartement des barreaux :

$$\text{- Quantité retenue} \quad V = \frac{I_5}{I_{1,5}} \quad V = 10 \text{ l / hab/an}$$

- En hiver V = 30 m³ par an - En été V = 75 m³ par an

- En l'an 2005 V = 100 m³ par an.

N.B. Il est recommandé que le dégrilleur soit sous abri afin d'éviter tout problème de gel.

6.3. Déssableur - Deshuileur

Cet ouvrage sera dimensionné pour la capacité totale :

$$Q_p(2005) = 93 \text{ m}^3 \text{ par heure.}$$

On suppose que le dessableur élimine toutes les particules minérales de granulométrie supérieure ou égale à 0,02 cm.

Pour $d = 0,02 \text{ cm}$, on a $V_e = 0,3 \text{ m/s}$ (vitesse d'écoulement)

$$V_c = 1,6 \text{ m/s (vitesse de chute)}$$

Pour un temps de séjour de deux minutes.

$$V \hat{=} Q_p \cdot t$$

$$V = 93 \times \frac{2}{60}$$

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

On se fixe une hauteur de un mètre; $S = 3,1 \text{ m}^2$

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

Production journalière du déssableur: (0,8 MM)

Pour 3.000 habitants : MM = 22 kg par jour

Pour 7,500 habitants : MM = 55 kg par jour

Pour an 2005 : MM = 112 kg par jour

6.4. Bassin d'aération :

On se fixe :

$$- C_m = 0,09 \text{ kg de D.B.O.}_5 \text{ par kg MVS/j}$$

$$- X_a = 4 \text{ kg/m}^3 \text{ Concentration en biomasse assimilée en M.V.S.}$$

D'où la charge volumique

$$C_v = C_m \cdot X_a.$$

$$C_v = 0,36 \text{ kg de D.B.O.}_5/\text{m}^3/\text{j.}$$

Volume du bassin :

$$C_v = \frac{L_0}{V}$$

$$V = \frac{L_0}{C_v} = \frac{162}{0,36}$$

$$V = 450 \text{ m}^3$$

On se fixe: $h = 3,5 \text{ m}$

$$S = 130 \text{ m}^2$$

$$S = L^2$$

$$L = 11,5 \text{ m}$$

6.4.1. Temps de séjour :

$$\text{En moyenne : } ts = \frac{V}{Q_m} \quad t_{sm} = 36 \text{ h.}$$

$$\text{En pointe : } ts = \frac{V}{Q_p} \quad t_{sp} = 13 \text{ h}$$

$$\text{Diurne : } ts = \frac{V}{Q_d} \quad t_{sd} = 21 \text{ h}$$

on opte pour $t_{sd} = 21 \text{ h.}$

6.4.2. Qualité de l'effluent :

$$: L_f = \frac{L_0}{1 + K \cdot X \cdot t_s} \quad K = 1,1 \text{ cm}^{0,425}$$

$$K = 0,4$$

$$L_f = \frac{540}{1 + 0,4 \times 4 \times 21}$$

$L_f = 15 \text{ mg/l}$ ce qui est inférieur à 30 mg/l.

6.4.3. Besoin en oxygène :

$$Q(O_2) = a'(L_0 - L_f) + b' X_t.$$

$-a'(L_0 - L_f)$: dû à la transformation de la D.B.O.5 en matières vivantes.

$-b'X_t$: dû au taux de respiration endogène b' de la masse de boue activée X_t .

$$X_t = X_a \times V$$

$$X_t = 1800 \text{ kg de M.V.S.}$$

$$a' = 0,5 \text{ cm}^{0,12}$$

$$a' = 0,67$$

$$b' = 0,13 \text{ cm}^{0,16}$$

$$b' = 0,09$$

$$Q(O_2) = 0,67 (162 - 9) + 0,09 \times 1800 \quad (L_f = 30 \text{ mg/l})$$

$$Q(O_2) = 265 \text{ kg d'O}_2/\text{h}$$

$$Q(O_2) = 11 \text{ kg d'O}_2/\text{h}$$

§ - Capacité de pointe d'oxygénation :

En admettant que l'élimination de la D.B.O.5 se fait sur 16 heures et que la respiration endogène est permanente.

$$D(O_2) = a' \left(\frac{L_0 - L_f}{16} \right) + b' \frac{X_t}{24}$$

$$D(O_2) = 0,67 \times \frac{153}{16} + 0,09 \times \frac{1800}{24}$$

$$D(O_2) = 13,5 \text{ kg d'O}_2/\text{h.}$$

-besoins théoriques en oxygène aux conditions standard

Pratiquement le bassin d'aération ne fonctionne pas dans les conditions nominales (eau pure, 10°C, 760 mm de Hg).

Pour passer aux conditions réelles, on applique un coefficient correctif : $t = 0,7$.

Les besoins réels en oxygène seront :

$$\text{En pointe : } \frac{13,5}{0,7} = 19,3 \text{ kg d'O}_2 \text{ /h}$$

$$\text{En moyenne : } \frac{11}{0,7} = 15,7 \text{ kg d'O}_2 \text{ /h}$$

Pour assurer un parfait macro-mélange, on adoptera des aérateurs de surface.

Sachant que l'apport spécifique nominal (R) des réacteurs de surface varie entre 1,5 et 1,8 kg d'O₂ /KW/h

La puissance nominale à fournir sera de : $D \frac{(O_2)}{R}$ réel

Soit $R = 1,5$ kg d'O₂ par KW.h

En pointe 13 KW.h

En moyenne 10,5 KW.h

A cette condition l'oxygénation, s'ajoute la puissance de brassage qui varie de 25 à 30 W/m³ de bassin.

Soit dans notre cas la puissance de brassage dissipée par unité de volume :

$$P_b = 0,025$$

$$P_b = 11,25 \text{ KW.h.}$$

d'où on déduit la puissance totale à fournir:

$$\text{En moyenne : } P_{tm} = P_m + P_b = 10 + 11,25$$

$$P_{tm} = 21,75 \text{ KW;h}$$

$$\text{En pointe : } P_{tp} = P_p + P_b = 13 + 11,25$$

$$P_{tp} = 24,25 \text{ KW.h}$$

Pour éliminer un kilogramme de D.B.O.5 par jour, on doit fournir une puissance totale:

$$\frac{P_t}{L_o} = \frac{P_t' \times 24}{L_o}$$

$$\text{En pointe : } P_{tp} = 3,6 \text{ KW.h/kg de D.B.O.5}$$

$$\text{En moyenne : } P_{tm} = 3,2 \text{ KW.h/kg de D.B.O.5}$$

- Débit d'air à fournir :

Pour satisfaire les besoins en oxygène, il sera insufflé de l'air dans le liquide soumis à une agitation mécanique.

Sachant que 1,29 kg d'air occupe un volume de 1m³ et considérant un rendement 5 % (C'est à dire 95 % du volume d'air traverse simplement la couche liquide): le débit d'air sera de :

$$\text{En moyenne } 15,7 \cdot \frac{1}{1,29} \cdot \frac{100}{5} = 244 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{En pointe } 19,3 \cdot \frac{1}{1,29} \cdot \frac{100}{5} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$$

Soit par unité de volume du bassin :

$$\text{En moyenne: } \frac{244}{450} = 0,54 \text{ m}^3 \text{ d'O}_2/\text{m}^3 \text{ de bassin/h}$$

$$\text{En pointe: } \frac{300}{450} = 0,66 \text{ m}^3 \text{ d'O}_2/\text{m}^3 \text{ de bassin/h}$$

6.4.4. Bilan des boues.

Les boues en excès issues du décanteur secondaire seront envoyées vers le traitement des boues. La quantité de ces boues est donnée par la relation :

$$\text{DELTA B} = \text{Bmin} + \text{Bdur} + \text{am}(\text{Lo} - \text{Lf}) - \text{bXt} - \text{Beff}$$

- Bmin : Les matières sèches minérales qui ne sont pas modifiées par leur passage dans l'épuration biologique.

- Bdur : Les matières organiques difficilement biodégradables:

- am (Lo - Lf) : Les matières organiques formées par assimilation de la D.D.O.5 éliminée. Le facteur am varie légèrement avec la charge massique.

- bXt : c'est les matières organiques détruites par respiration endogène. Le facteur b dépend aussi de la charge massique.

- Beff : c'est les matières organiques et minérales qui sont éliminées avec l'effluent. Cette quantité est la plupart du temps négligeable.

$$- \text{Bmin} = 20 \% \text{ des MM}$$

$$\text{Bmin} = 5,4 \text{ kg/j}$$

$$- \text{Bdur} = 20 \% \text{ des M.V.S.}$$

$$\text{Bdur} = 21,6 \text{ kg/j}$$

$$- \text{am} = 0,5 \text{ cm}^{0,05}$$

$$\text{am} = 0,57$$

$$- \text{am} (\text{Lo} - \text{Lf}) = 0,57 \times 153$$

$$\text{am} (\text{Lo} - \text{Lf}) = 88 \text{ kg/j}$$

- b Xt : On assimile b.Xt à 80 % des matières vivantes dans le bassin c'est à dire

$$\text{b.Xt} = 0,8 \text{ am} (\text{Lo} - \text{Lf})$$

$$\text{b.Xt} = 70,5 \text{ kg/j}$$

$$\text{DELTA B} = 5,4 + 21,6 + 88 - 70,5$$

$$\text{DELTA B} = 44,5 \text{ kg/j}$$

Ces boues sont extraites du clarificateur avec une concentration en matière en suspension évaluée à :

$$X_r = \frac{1,2 \cdot 10^3}{I_m}$$

I_m étant l'indice de MOLHMAN

On se fixe $I_m = 120$.

$$X_r \approx 10 \text{ g/l}$$

Donc le volume des boues en excès extraites quotidiennement du décanteur secondaire sera de :

$$V_b = \frac{\Delta B}{X_r} = \frac{44,5}{10} \quad V_b = 4,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

6.4.5. Age des boues :

$$\theta = \frac{\text{Poids total des boues dans le bassin}}{\text{Purge quotidienne}}$$

Connaissant les proportions des matières minérales et organiques dans les boues activées, on pourra déterminer la quantité totale des boues présente dans le bassin d'aération

$$\% \text{ minérale} = \frac{B_{\text{min}}}{B_{\text{min}} + B_{\text{dur}} + a_m L_e - b X_t} = 12 \%$$

$$\% \text{ organique} \approx \frac{B_{\text{dur}} + a_m L_e - b X_t}{\Delta B} = 88 \%$$

$$(L_e = L_0 - L_f)$$

d'où la quantité de boues présentes dans le bassin.

$$B = \frac{X_t \times 100}{\% \text{ org.}}$$

$$B = \frac{1880 \times 100}{88}$$

$$B = 2.045 \text{ kg MST}$$

d'où l'âge des boues

$$\theta = \frac{B}{\Delta B}$$

$$\theta = \frac{2045}{44,5}$$

$$\theta = 46 \text{ jours}$$

6.4.6 Recirculation.

Afin de maintenir une concentration constante en micro-organismes, dans le bassin d'aération une recirculation des boues s'avère nécessaire.

$$R = \frac{I - \frac{T_s}{\theta}}{B - I}$$

$$I = 10 \text{ g/l}$$

$$T_s = 10 \text{ g/l}$$

$$\frac{10 - \frac{10}{46}}{10 - 10} = 2,5$$

$$\frac{10}{4} = 2,5$$

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

$$\theta = 46 \text{ jours}$$

$$B = \frac{X_r}{X_a} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$I - \frac{2I}{46 \times 24}$$

$$R = \frac{\text{---}}{2,5 - I}$$

$$R = 65 \%$$

6.5. Clarificateur :

- le débit arrivant au clarificateur en période de pointe
 $Q' = Q_p (I+R) = 36 \times 1,65 = 59 \text{ m}^3 / \text{h}$
- En se fixant une vitesse ascensionnelle des particules
 $V_a = 0,9 \text{ m/h}$

la surface du clarificateur sera :

$$S' = \frac{Q'}{V_a} \quad S = \frac{59}{0,9} \quad S = 65 \text{ m}^2$$

Pour une profondeur de 3,5 m

$$V = S \cdot h \quad V = 228 \text{ m}^3$$

Temps de séjour :

$$\text{En moyenne : } t_{sm} = \frac{V}{Q'_m} \quad t_{sm} = 11 \text{ h}$$

$$\text{En pointe : } t_{sp} = \frac{V}{Q'_p} \quad t_{sp} = 4 \text{ h}$$

$$\text{En diurne : } t_{sd} = \frac{V}{Q'_d} \quad t_{sd} = 6 \text{ h } \frac{1}{2}$$

On se fixe $t_s = 6 \text{ h } \frac{1}{2}$

Vu que le temps de séjour est assez élevé, on propose deux clarificateurs ayant les dimensions suivantes :

Diamètre 6,5 m

Hauteur 3,5 m

Volume 115 m³

Temps de séjour 3 h $\frac{1}{2}$

- Fosse de reprise des boues :

Cette fosse de reprise des boues doit être dimensionnée de telle sorte à recevoir les volumes des boues en excès. (Pour la capacité totale on propose une fosse de volume $V = 50 \text{ m}^3$ $h = 2 \text{ m}$ $S = 25 \text{ m}^2$

6.6. Poste de pompage des boues secondaires :

6.6.I. Boues à recirculer :

Pour ramener les boues extraites du décanteur secondaire vers le bassin d'aération il faudrait une pompe à débit variable ou deux pompes. Ces pompes doivent assurer un débit de :

sur $Q'_p = 16,5 \text{ l/s}$

sur $Q'_m = 6 \text{ l/s}$

6.6.2. Boues en excès :

Les boues en excès extraites du décanteur secondaire avec une concentration de 10 g par litre seront acheminées par gravité vers la fosse de reprise, ensuite pompées par l'intermédiaire d'une pompe à débit variable d'environ 2 l/s pour être refoulées vers l'épaississeur.

On propose une pompe mobile qui servirait à refouler les boues de la fosse de reprise vers l'épaississeur et de ce dernier vers le stabilisateur en été.

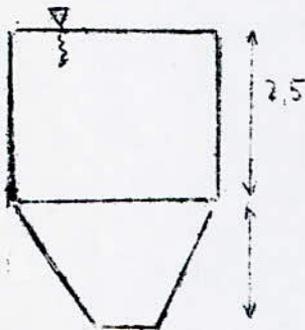
6.7. Traitement des boues :

6.7.1. Epaississeur :

Le temps de séjour dans l'épaississeur étant de 2 à 18 jours. On dimensionne l'épaississeur pour la capacité totale c'est à dire un séjour de 2 jours étant largement suffisant néanmoins on prendra $t_s = 6$ jours, de telle façon qu'en été l'ouvrage répondra aux besoins avec un temps de séjour moins important.

$$V_b = 4,5 \text{ m}^3/\text{j} \text{ (volume des boues)}$$

$$\text{Volume de l'épaississeur : } V = 6 \times 4,5 = 27 \text{ m}^3$$



$$1 \quad V_1 = \frac{3,5^2 \pi}{4} \times 2,5$$

$$V_1 = 24 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot \pi}{12} (3,5^2 + 3,5 + 1^2)$$

$$V_2 = 9 \text{ m}^3$$

Volume utile

$$V_u = 33 \text{ m}^3$$

6.7.2. Lits de séchage :

Les boues sortent avec une concentration $C_b = 40 \text{ à } 50 \text{ g/l}$ de l'épaississeur.

$$\text{Volume à sécher : } V = \frac{\Delta B}{45} = \frac{44,5}{45}$$

$$V = 1 \text{ m}^3/\text{j.}$$

$$\text{Annuellement : } 365 \text{ m}^3$$

V_u qu'en Algérie la dotation en eau est moins importante que celle d'Europe et que notre climat est plus favorable à la déshydratation naturelle on prendra 1 m² pour 20 hab.

On dimensionne les lits pour 7.500 hab. (durant l'été.)

$$S = \frac{7.500}{20} = 375 \text{ m}^2$$

On propose 5 lits de 75 m².

6.8. Bassin de javelisation

A realiser pour la charge totale:

$$Q_p = 93 \text{ m}^3/\text{h}$$

On se fixe un temps de sejour de 30min

$$V = 93 \frac{30}{60}$$

$$V = 47 \text{ m}^3$$

$$h = 1,4 \text{ m} \quad L = 10 \text{ m} \quad l = 3,5 \text{ m}$$

Le

Volume utile 52m³

CHAPITRE VII - DIMENSIONNEMENT POUR L'ETE ET L'AN 2005

7.I. En été (7.500 hab)

7.I.I. Données de base.

:	:	m ³ /j	:	m ³ /h	:	L/	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	Qm	750	:	31,25	:	8,70	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	Qp	/	:	73,40	:	20,40	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	Qd	/	:	53,60	:	15	:
:	:	:	:	:	:	:	:

Lo = 405 kg de D.B.O.5 par jour

M.E.S. = 338 kg/j

M.V.S. = 270 kg/j

M.M. = 68 kg/j

7.I.2. Bassin d'aération

$$Cv = \frac{Lo}{V} = \frac{405}{450}$$

Cv = 0,9 kg de D.B.O.5 /m³.J

Xa = 3,5 kg par m³

Cm = 0,26 kg de D.B.O.5 /kg de M.V.S.j.

Temps de séjour :

En moyenne : tsm = 15 h

En pointe : tsp = 6 h

En diurne : tsd = 9 h

Qualité de l'effluent :

$$Lf = \frac{540}{1+0,62 \times 3,5 \times 9} = 26 \text{ mg/l inférieur à } 30 \text{ mg/l}$$

$$K = 0,62$$

quantité de boues présentes dans le bassin :

$$Xt = V. Xa = 450 \times 3,5$$

$$Xt = 1575 \text{ kg de M.V.S.}$$

$$q(O_2) = a' (L_0 - L_f) + b' X t$$

$$a' = 0,5 \text{ Cm}^{-0,12} \quad a' = 0,588$$

$$b' = 0,13 \text{ Cm}^{0,16} \quad b' = 0,105$$

$$q(O_2) = 0,588 (405 - 22,5) + 0,105 \times 1575$$

$$q(O_2) = 390 \text{ kg d'O}_2/\text{j.}$$

$$q(O_2) = 16,5 \text{ kg d'O}_2/\text{h}$$

- Capacité de pointe d'oxygénation :

$$D(O_2) = a' \frac{L_0}{16} + b' \frac{X t}{24}$$

$$D(O_2) = 0,588 \frac{382,5}{16} + 0,105 \frac{1575}{24}$$

$$D(O_2) = 21 \text{ kg d'O}_2/\text{h}$$

- Besoin théorique en oxygène aux conditions standard :

$t = 0,7$ les besoins réels en oxygène seront :

$$\text{en pointe : } \frac{21}{0,7} = 30 \text{ kg d'O}_2/\text{h}$$

$$\text{en moyenne : } \frac{16,5}{0,7} = 23,5 \text{ kg d'O}_2/\text{h}$$

- Puissance nominale à fournir :

$$R = 1,5 \text{ kg d'O}_2/\text{KW.h}$$

en pointe : 20 KW.h

en moyenne: 15,60 KW.h

- Puissance de brassage :

$$P_b = 0,025 V = 11,25 \text{ KW.h}$$

- Puissance totale à fournir :

$$\text{en pointe : } P_{t_p} = 20 + 11,25 = 31,25 \text{ KW.h}$$

$$\text{en moyenne : } P_{t_m} = 15,60 + 11,25 = 26,85 \text{ KW.h}$$

- Pour éliminer 1 kg de D.B.O.5 par jour :

en pointe : 1,85 KW.h/Kg de D.B.O.5 éliminé.

en moyenne: 1,60 KW.h/Kg de D.B.O.5 éliminé.

- Débits d'air à fournir :

$$\text{en moyenne: } 16,5 \frac{1}{1,29} \frac{100}{5} = 256 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{en pointe : } 21 \frac{1}{1,29} \frac{100}{5} = 326 \text{ m}^3/\text{h}$$

Soit par unité de volume du bassin :

$$\text{en moyenne: } 0,57 \text{ m}^3 \text{ d'O}_2 / \text{ m}^3 \text{ de bassin/h}$$

$$\text{en pointe : } 0,72 \text{ m}^3 \text{ d'O}_2 / \text{ m}^3 \text{ de bassin/h}$$

7.1.4. Bilan des boues :

$$\Delta B = B_{\min} + B_{\text{dur}} + a_m L_e - b B_t$$

$$a_m = 0,5 \text{ Cm}^{-0,05} \quad a_m = 0,535$$

$$b = 0,1 \text{ Cm}^{0,3} \quad b = 0,067$$

$$B_t = V \times X_a = 450 \times 3,5 = 1575 \text{ kg de M.V.S.}$$

$$B_{\min} = 0,2 \text{ M.M.} = 0,2 \times 68 = 13,6 \text{ kg/j}$$

$$B_{\text{dur}} = 0,2 \text{ M.V.S} = 0,2 \times 270 = 54 \text{ kg/j}$$

$$a_m L_e = 0,535 \times 382,5 = 205 \text{ kg/j}$$

$$b B_t = 0,067 \times 1575 = 106,575 \text{ kg/j}$$

$$\Delta B = 13,6 + 54 + 205 - 106,575$$

$$\Delta B = 109 \text{ kg/j}$$

- Volume des boues :

$$X_r = 10 \text{ g/l}$$

$$V_b = \frac{109}{10} = 10,9 \text{ m}^3/\text{j.}$$

- Age des boues :

$$\% \text{ minérale} = \frac{B_{\min}}{\Delta B} = \frac{13,6}{109} = 12,5 \%$$

$$\% \text{ organique} = 100 - 12,5 = 87,5 \%$$

- quantité de boues présente dans le bassin :

$$B = \frac{X_t \times 100}{\% \text{ org.}} = 1800 \text{ kg de M.V.S.}$$

d'où l'âge des boues :

$$\theta = \frac{1800}{109}$$

$$\theta = 17 \text{ jours.}$$

7.I.5. Clarificateur :

- Recirculation :

$$R = \frac{I - \frac{Ts}{\theta}}{B - I} = \frac{I - \frac{0}{17.61}}{2.05 - I}$$

$$R = 53 \%$$

- Temps de séjour :

En pointe : $t_{sp} = 2 \text{ h}$

En moyenne : $t_{sm} = 5 \text{ h}$

En diurne : $t_{sd} = 3 \text{ h}$

soit un temps de séjour de $1 \text{ h } \frac{1}{3}$ dans chaque bassin.

- Poste de pompage des boues secondaires :

a - Boues à recirculer :

Les pompes doivent assurer un débit de :

en pointe : $Q'p = 32,00 \text{ l/s}$

en moyenne : $Q'm = 13,50 \text{ l/s}$

b - Boues secondaires :

Une pompe de $3,5 \text{ l/s}$

7.I.6. Traitement des boues :

- Épaississeur :

$$V_b = 11 \text{ m}^3/\text{j}$$

Nouveau temps de séjour dans l'épaississeur :

$$t_s = \frac{30}{11} = 3 \text{ jours}$$

7.I.7. Calcul du stabilisateur

Les boues sortiront de l'épaississeur vers le stabilisateur avec une concentration de 45 g/l

$$\Delta B = 110 \text{ kg/j}$$

$$V_b = 11 \text{ m}^3/\text{j}$$

la quantité de boue refoulée vers le stabilisateur sera

$$V = \frac{110}{45} = 2,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

Pour la stabilisation aérobie et vu que nous sommes

à la limite de la faible charge : on prendra un temps de séjour de 20 jours.

Volume du bassin de stabilisation :

$$V = 2,5 \times 20 = 50 \text{ m}^3$$

Pour $h = 3 \text{ m}$

$$s = 17 \text{ m}^2$$

$$a = 4,5 \text{ m (Bassin carré)}$$

Le volume utile sera de 60 m^3

La stabilisation non chauffée assure une réduction de 30 % de M.V.S. Pour une eau usée urbaine.

Poids de M.V.S. dans la boue fraîche :

$$\text{M.V.S.} = 0,8 \times 110 = 88 \text{ kg/j}$$

On aura 30 % de M.V.S. réduite

$$\text{M.V.S. réduite} = 0,3 \times 88 = 26,5 \text{ kg/j}$$

Quantité de matières sèches des boues digérées :

$$M = 110 - 26,5 = 83,5 \text{ kg/j}$$

Les boues sont extraites à une concentration de l'ordre de 50 g/l . Le volume journalier des boues sera :

$$V = \frac{83,5}{50} = 1,7 \text{ m}^3/\text{j.}$$

7.2 Horizon 2005

7.2.1 Données de base :

Pour l'en 2005 la population sera de 12.000 habitants néanmoins les ressources en eau de la ville de Chréa sont limitées et les plans existants prévoient une capacité totale de 1000 m³/j

	m ³ /j	m ³ /h	l/s
Qm	1000	42	12
Qp	/	93	26
Qd	/	72	20

Pour l'en 2005 on se fixe de nouvelles valeurs :

$$D.B.O.5 = 65 \text{ g /hab.}$$

$$M.E.S. = 70 \text{ g /hab.}$$

on aura donc :

$$L_0 = 650 \text{ kg/j}$$

$$MES = 700 \text{ kg/j}$$

$$MVS = 560 \text{ kg/j}$$

$$M.M. = 140 \text{ kg/j}$$

7.2.2. Bassin d'aération:

$$C_v = \frac{L_0}{V} = \frac{650}{450} \text{ kg/m}^3$$

$$C_v = 1,44 \text{ kg de D.B.O.5 / m}^3 \text{ jour}$$

$$X_a = 3,5 \text{ kg/m}^3$$

$$C_m = 0,40 \text{ kg de D.B.O.5/kg de M.V.S./j}$$

Temps de séjour :

$$t_{sm} = \frac{450}{42} = 11 \text{ h}$$

$$t_{sp} = \frac{450}{93} = 5 \text{ h}$$

$$t_{sd} = \frac{450}{72} = 6 \text{ h } \frac{1}{2}$$

Qualité de l'effluent :

$$L_f = \frac{650}{1+0,75 \times 3,5 \times 6,5} = 36 \text{ mg/l}$$

On remarque que la qualité de l'effluent se dégrade...

Quantité de boues présentes dans le bassin :

$$X_t = V \cdot X_a = 450 \times 3,5$$

$$X_t = 1575 \text{ kg de M.V.S.}$$

7.2.3. Besoin en oxygène :

$$q(O_2) = a' (L_0 - L_f) + b' X_t.$$

$$a' = 0,5 \text{ Cm}^{-0,12} \quad a' = 0,56$$

$$b' = 0,13 \text{ Cm}^{0,16} \quad b' = 0,113$$

$$q(O_2) = 0,56 (650 - 37) + 0,113 \times 1575$$

$$q(O_2) = 522 \text{ kg d'O}_2/\text{j}$$

$$q(O_2) = 21,75 \text{ kg d'O}_2 \text{ par heure}$$

- Capacité de pointe d'oxygénation :

$$D(O_2) = a' \frac{L_e}{16} + b' \frac{X_t}{24}$$

$$D(O_2) = 0,56 \cdot \frac{(650 - 37)}{16} + 0,113 \times \frac{1575}{24}$$

$$D(O_2) = 29 \text{ kg d'O}_2 / \text{h}$$

- ~~Besoins théoriques en oxygène aux conditions standard :~~

~~$t = 0,7$ les besoins réels en oxygène seront :~~

~~$$\text{en pointe: } \frac{29}{0,7} = 41,5 \text{ kg d'O}_2 / \text{h}$$~~

~~$$\text{en moyenne: } \frac{21,75}{0,7} = 31 \text{ kg d'O}_2 / \text{h}$$~~

- ~~Puissance nominale à fournir :~~

~~$$R = 1,5 \text{ kg d'O}_2 / \text{KW.h}$$~~

~~$$\text{En pointe : } 27,65 \text{ KW.h}$$~~

~~$$\text{En moyenne: } 20,65 \text{ KW.h}$$~~

- ~~Puissance brassage :~~

~~$$P_b = 0,025 V = 11,25 \text{ KW.h}$$~~

- ~~Puissance totale à fournir :~~

~~$$\text{En pointe : } 27,65 + 11,25 = 39 \text{ KW.h}$$~~

~~$$\text{En moyenne: } 20,65 + 11,25 = 32 \text{ KW.h}$$~~

~~Pour éliminer 1 kg de D.B.O.5 par jour :~~

~~$$\text{En pointe : } 1,44 \text{ KW.h / kg de D.B.O.5 éliminé.}$$~~

~~$$\text{En moyenne: } 1,18 \text{ KW.h / kg de D.B.O.5 éliminé.}$$~~

- Débit d'air à fournir :

$$\text{En moyenne : } 31 \frac{1}{1,29} \frac{100}{5} = 481 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{En pointe : } 41,5 \frac{1}{1,29} \frac{100}{5} = 640 \text{ m}^3/\text{h}$$

Soit par unité de volume du bassin :

$$\text{En moyenne : } 1,07 \text{ m}^3 \text{ d'O}_2 / \text{m}^3 \text{ de bassin /h}$$

$$\text{En pointe : } 1,43 \text{ m}^3 \text{ d'O}_2 / \text{m}^3 \text{ de bassin /h}$$

7.2.4. Bilan des boues :

$$\Delta B = B_{\min} + B_{\text{dur}} + a_m L_e - b B_t$$

$$a_m = 0,5 \text{ Cm}^{-0,05} \quad a_m = 0,53$$

$$b = 0,1 \text{ Cm}^{0,3} \quad b = 0,076$$

$$B_{\min} = 0,2 \text{ MM} = 0,2 \times 140 = 28 \text{ kg/j}$$

$$B_{\text{dur}} = 0,2 \text{ MVS} = 0,2 \times 560 = 112 \text{ kg/j}$$

$$a_m L_e = 0,53 (650 - 37) = 325 \text{ kg/j}$$

$$b B_t = 0,8 a_m L_e = 260 \text{ kg/j}$$

$$\Delta B = 28 + 112 + 325 - 260$$

$$\Delta B = 205 \text{ kg/j}$$

- Volume des boues :

$$X_r = 10 \text{ g/l}$$

$$V_b = \frac{205}{10} = 20,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

- Age des boues :

$$\% \text{ minérale} = B_{\min} / \Delta B = 14 \%$$

$$\% \text{ minérale} = \frac{28}{205} = 14 \%$$

$$\% \text{ organique} = 86 \%$$

d'où la quantité totale de boue dans le bassin :

$$B = \frac{1575 \times 100}{86} = 1930 \text{ kg de M.S.T.}$$

d'où l'âge des boues :

$$\theta = \frac{1830}{205}$$

$$\theta = 9 \text{ jours.}$$

7.2.5. Clarificateur :

- Recirculation :

$$R = \frac{I - t_s}{B - I} = \frac{I - I - \frac{9}{17 \times 24}}{2,85 - I}$$

R = 53 %

- Temps de séjour :

En pointe : $t_{sp} = 1 \text{ h } \frac{1}{2}$

En moyenne : $t_{sm} = 4 \text{ h}$

En diurne : $t_{sd} = 2 \text{ h}$

Soit un temps de séjour d'une heure dans chaque bassin.

- Poste de pompage des boues secondaires :

a) Boues à recirculer :

Les pompes doivent assurer un débit de :

En pointe : 42,5 l/s

En moyenne : 20 l/s

b) Boues secondaires :

Une pompe assurant un débit de 6 l/s

7.2.6. Traitement des boues :

- Epaisseur :

$$V_b = 20,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

Nouveau temps de séjour dans l'épaisseur :

$$t_s = \frac{30}{20,5} = 1 \text{ j } \frac{1}{2}$$

- Stabilisateur :

Nouveau temps de séjour dans le stabilisateur :

$$\Delta B = 205 \text{ kg/j}$$

$$V = \frac{205}{45} = 4,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$t_s = \frac{60}{4,5} = 13 \text{ jours.}$$

- Lits de décharge :

$$S = \frac{10.000}{20}$$

$$S = 500 \text{ m}^2$$

donc il faudra ajouter

On propose d'ajouter deux lits de séchage de 75 m²
ce qui fera sept lits de séchage.

Conclusion :

Le procédé par boues activées que nous avons proposé est dimensionné par la Station d'Épuration de Chrée à savoir :

Faible charge en hiver

Moyenne charge en été

résoudrait les problèmes dues aux variations de charge et assurerait un bon rendement épuratoire, néanmoins pour une meilleure efficacité de traitement on suggère les précautions suivantes :

À Chrée vu la fréquence du gel, la station doit-être conçue en prenant en compte ce paramètre, ainsi le dégrilleur doit être sous abri, l'aération peut se faire par aérateur de surface, néanmoins pour plus de sécurité il serait préférable de s'équiper d'un ensemble de nourrice de fond équipées de diffuseurs d'air alimentés par une centrale de surpression. Pour le clarificateur durant l'hiver le racleur de surface devrait fonctionner en continu afin d'éviter la gelée sur les bords du clarificateur.

Pour ce qui est de la recirculation, en fixant l'indice de MOLHMAN à 120, on a fixé ainsi la concentration des boues extraites du clarificateur:

$$X_r = \frac{1,2 \cdot 10^3}{120} = 10 \text{ g/l}$$

$\frac{V_r}{A_a}$ - rapport de concentration.

Or théoriquement le rapport de concentration fixe le taux de recyclage et réciproquement.

On suggère de s'équiper en pompes pour la recirculation mais le taux réel de recyclage sera déterminé expérimentalement à la station même après sa mise en service.

8.I. Calcul de l'évacuateur d'orage :

On applique la formule de CHEZY

$$V = Cx (R.J)^{\frac{1}{2}} \quad \begin{array}{l} - V \text{ Vitesse de l'eau m/s} \\ - R \text{ Rayon hydraulique (mètres)} \\ - C \text{ Coefficient de CHEZY.} \\ - J = \text{inclinaison du canal.} \end{array}$$

Le coefficient de CHEZY est donné :

$$C = \frac{100 R^{\frac{1}{2}}}{b + R^{\frac{1}{2}}}$$

- b : Coefficient de rugosité
- b = 0,35
- J = 2/1000

On se fixe une largeur de canal b = 0,25 m

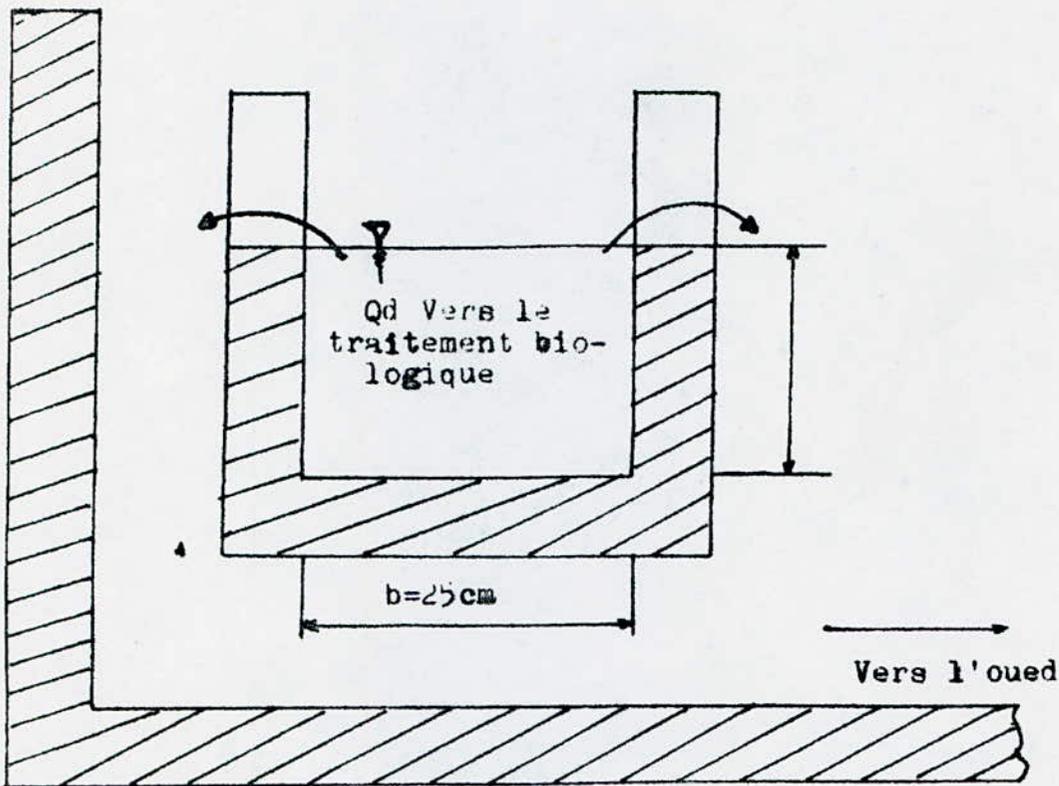
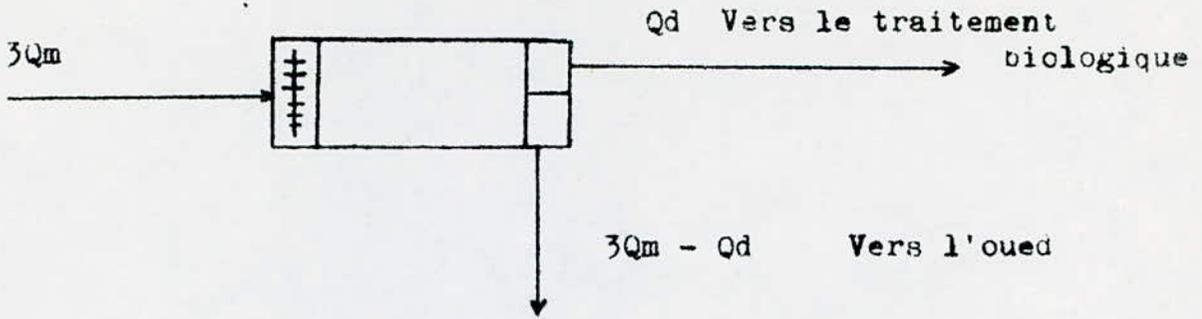
H (m)	S (m ²)	P (m)	R = S/P	C	V m/s	Q l/s
0,10	0,0250	0,45	0,056	48,63	0,51	20,4
0,15	0,0375	0,55	0,068	51,05	0,60	36,0
0,20	0,0500	0,65	0,077	52,61	0,65	52,0
0,25	0,0625	0,75	0,083	53,54	0,69	69,0
0,30	0,0750	0,85	0,088	54,27	0,72	86,4
0,40	0,1000	1,05	0,095	55,21	0,76	121,6
0,50	0,1250	1,25	0,100	55,85	0,79	158,0
0,60	0,1500	1,45	0,103	56,21	0,81	194,4

S : Surface mouillée S = H x b

P : Périmètre mouillé P = H + 2b

R : Rayon hydraulique $R = \frac{S}{P}$

Q : Débit de l'eau en litres par seconde.



- Débits théoriques à déverser ;

En hiver : $Q = 3 Q_m - Q_d = 10 \text{ l/s}$

En été : $Q = 3 Q_m - Q_d = 21 \text{ l/s}$

An 2005 : $Q = 3 Q_m - Q_d = 26 \text{ l/s}$

- Longueur du déversoir :

$$L = \frac{\eta Q}{c' \times \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} h^{3/2}}$$

$$\mu = 0,4$$

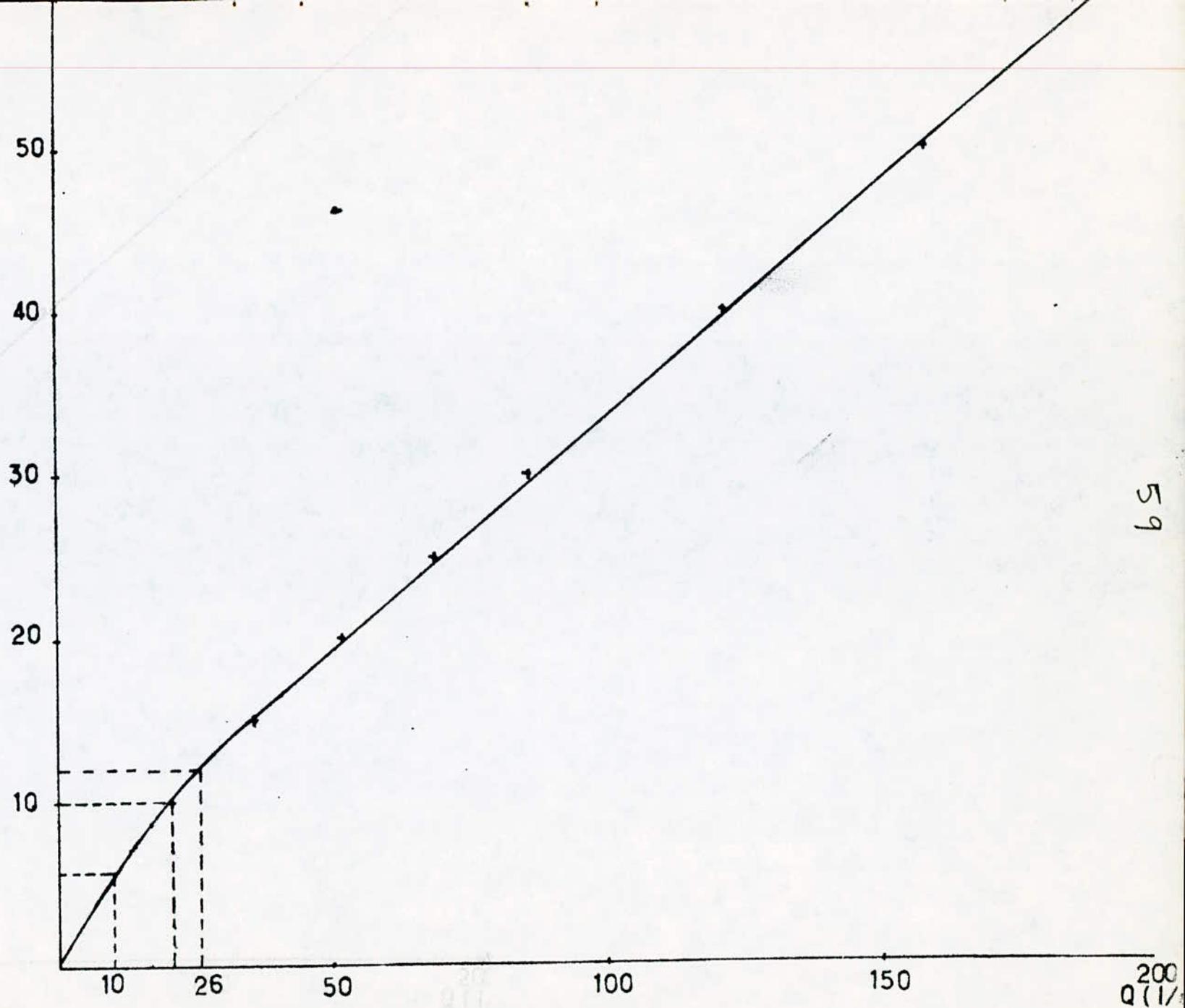
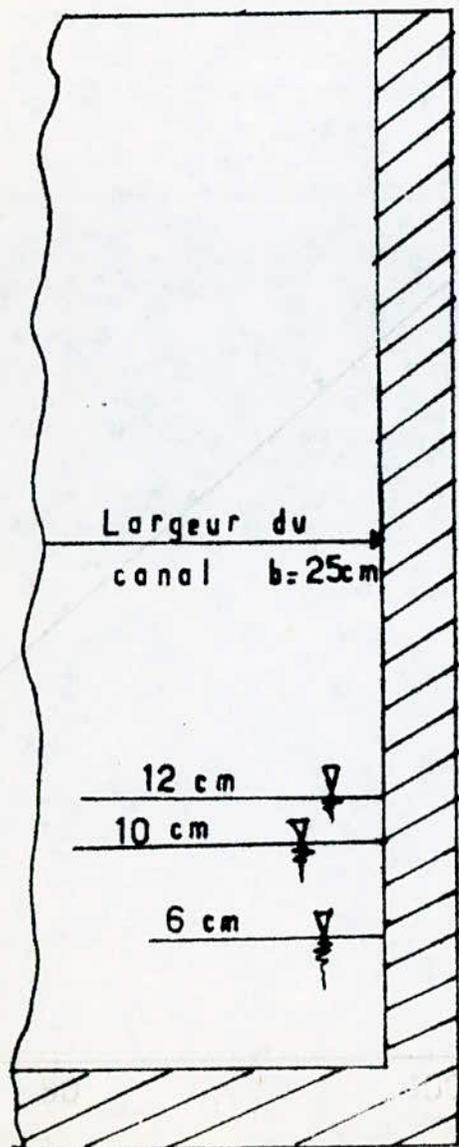
$$\eta = 1,8$$

$$c' = 0,8$$

$$h_{noy} = 0,1 \text{ m}$$

$$L = \frac{1,8 \times 0,026}{0,8 \times \frac{2}{3} \times 0,4 \sqrt{2 \times 9,81} \times 0,1^{3/2}}$$

$$L = 1,60 \text{ m}$$



CHAPITRE IX. RENDEMENT DURANT LA POINTE DE JUILLET

Dans le cas de l'exploitation normal de la station d'épuration de Chrèa on ne gardera pas constant la charge massique, mais on la fera au contraire varier. C'est à dire lorsqu'on present un afflux d'eau usée supplémentaire, c'est notamment le cas durant le mois de juillet, on passera de la faible à la moyenne charge. Durant ce changement le rendement épuratoire sera affecté car le fonctionnement des ouvrages d'épuration est en effet tributaire de :

1° La vitesse d'accroissement de la population de bactéries.

2° La nourriture pouvant assurer leur existence.

3°) Le temps mis à leur disposition pour absorber le substrat.

Ces trois facteurs impliquent qu'il y aura forcément un point d'équilibre entre débit, charge polluante et population active des bactéries.

Si le débit, et partant la charge polluante, (en admettant une concentration en matière polluante constante) viennent à se modifier, il y aura rupture d'équilibre car la biomasse existante sera insuffisante ou surabondante.

Pour cela sachant qu'à faible charge la quantité de boues présente dans le bassin est de $Xt' = XaxV = 4x450 = 1800$ kg de MVS. et qu'à moyenne charge $Xt = XaxV = 3,5x450 = 1575$ kg MVS

Il faudrait donc évacuer au début du mois de juillet vers l'épaississeur la quantité de boues suivante :

$$Xt' - Xt = 1800 - 1575 = 225 \text{ kg MVS}$$

Les temps de séjour dans les différents ouvrages seront réduits quant au besoin en oxygène il faudra augmenter la puissance totale des aérateurs de 25 KW. à 31 KW. h, ce qui nécessite des aérateurs de surface à vitesse variable.

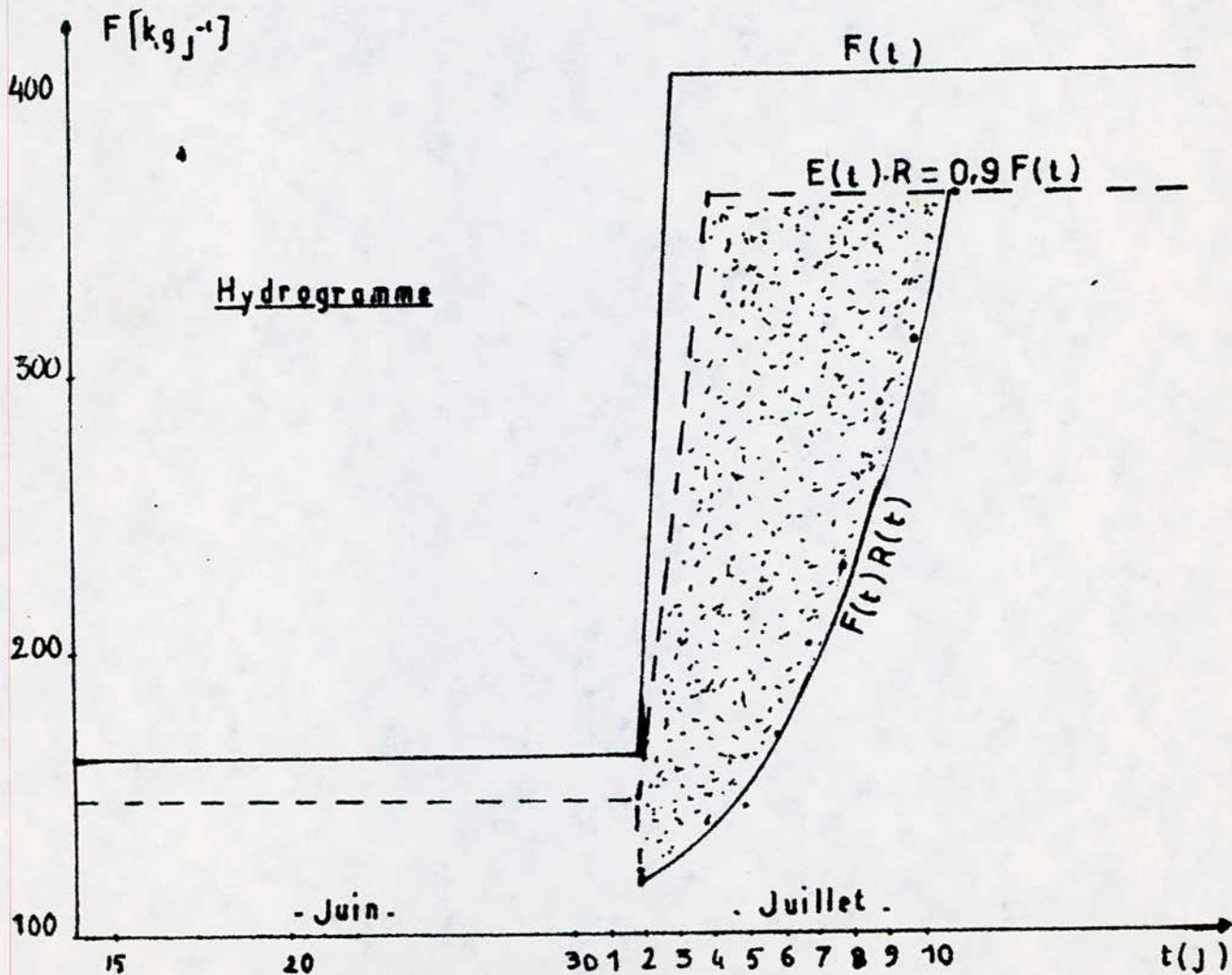
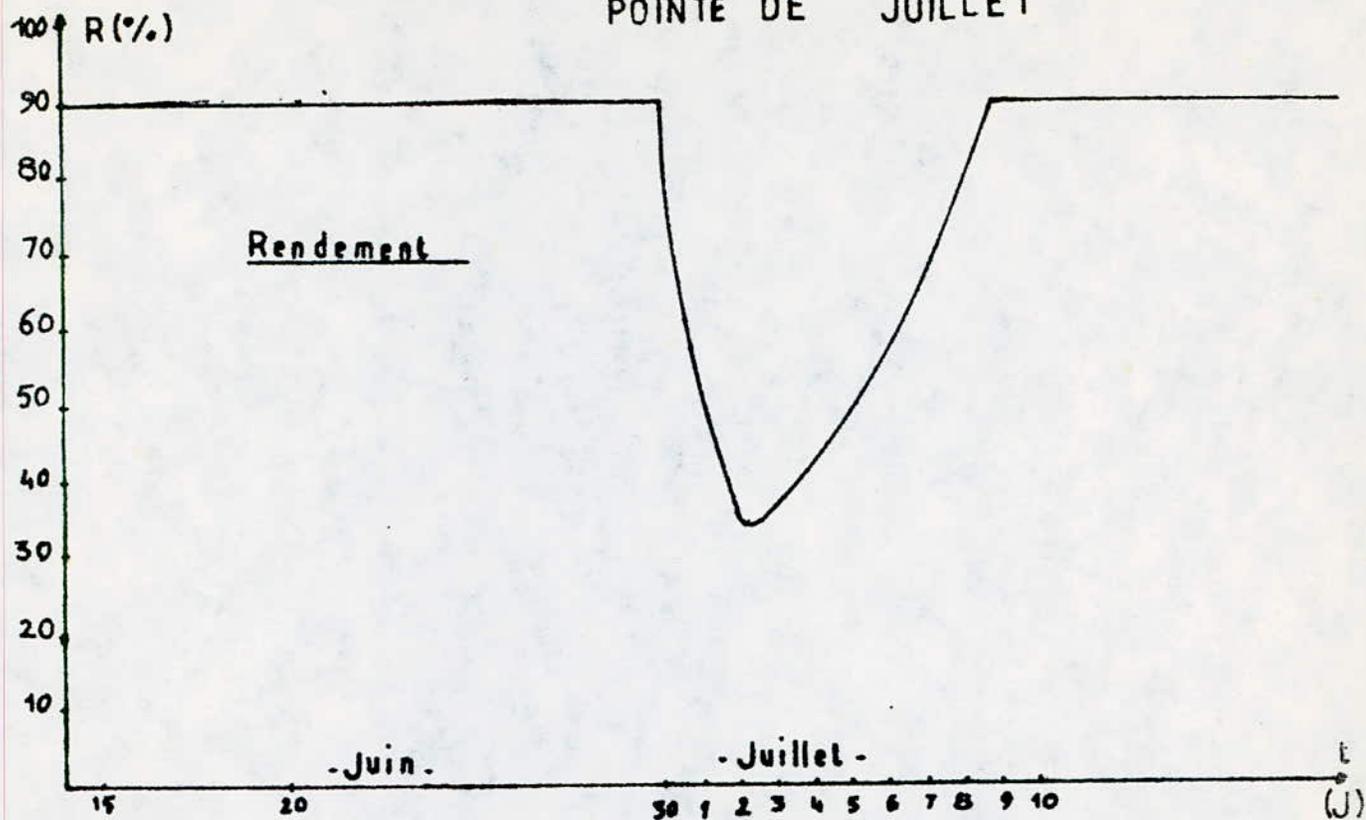
Calcul du rendement :

Le calcul du rendement durant la pointe de juillet se fera sur la base du graphique (I)

Le rendement global lors d'une pointe se calcul comme suit : (I)

(I) Professeur Y. MAYSTRE Ecole polytechnique de Lausanne.

POINTE DE JUILLET



$$Q_1 = \int F(t).dt = \text{quantité de pollution arrivant à la station d'épuration, (Kg)}$$

$$Q_2 = \int R(t).F(t).dt = \text{quantité réellement épurée (Kg)}$$

$$R = \frac{Q_2}{Q_1} \text{ rendement global (\% \hat{r})}$$

Graphiquement on tire :

$$Q_2 = 1395 \text{ kg}$$

$$Q_1 = 2615 \text{ Kg}$$

$$R = \frac{1395}{2615}$$

$$R = 54 \%$$

9.2. Paramètres de fonctionnement à faible et moyenne charges :

	Hors saison	Haute saison
Habitants :	3.000	7.500
Débit moyen(M ³ /J)	300	750
Dessableurs :		
- Temps de séjour (min)	5	2,5
Bassin d'aération :		
- Cm (kg de D.B.O. 5 par kg de M.V.S./j.)	0,09	0,26
- Cv (kg de D.B.O.5/m ³ /j)	0,36	0,9
- Xa g/l	4	3,5
- Temps de séjour ts(h)	21	9
- Qualité de l'effluent mg/l	15	26
- Besoin en oxygène kg O ₂ /h	11	16,5
- Puissance totale (KW/h)		
en pointe :	24,25	31,25
en moyenne	21,75	26,85
- Bilan des boues (kg/j)	44,5	109
- Volume des boues (m ³)	4,5	11
Age des boues (j)	46	17
- Taux de recyclage (%)	65	53
Clarificateur :		
- Temps de séjour (h)	3 h $\frac{1}{2}$	1 h $\frac{1}{2}$
Epaississeur :		
- Temps de séjour : (j)	6	3
Stabilisateur :		
- Temps de séjour : (j)	-	20

CHAPITRE X CALCUL ECONOMIQUE

10.1. Coût d'investissement :

Le prix d'une station d'épuration se compose de deux éléments qu'il convient de distinguer car leur réalisation se fait généralement par des entreprises différentes.

- Les travaux du Génie Civil qui comprennent aussi les travaux d'aménagement (Terrassement, travaux de voirie et réseaux divers, bâtiments) et les ouvrages de l'installatin d'épuration propre (Bassin d'aération, décanteur secondaire stabilisateur)

La part du Génie Civil dans le coût de la station d'épuration est d'environ 50 à 60 %.

- L'équipement qui comprend tout le matériel électromécanique. (racleurs, turbines, aérateur, pompes, commandes électriques.)

La part de l'équipement dans le coût d'une station est généralement de 40 à 50 % .

Pour ce qui est de la station de Chréa :

Nous avons fait un devis quantitatif pour les travaux du Génie Civil (voir annexe)

L'investissement à prévoir pour le Génie Civil est de :

$$I_{gc} = 3.130.000 \text{ DA.}$$

Pour les équipements ils ont été estimés à l'E.N.F/R.
à :

$$I_{eq} = 2.490.000 \text{ F.F.}$$

Soit en Dinars Algériens :

$$I_{eq} = 1.494.000 \text{ DA.}$$

Soit un investissement total :

$$I = I_{gc} + I_{eq}$$

$$I = 3.130.000 + 1.494.000$$

$$I = 4.624.000 \text{ DA}$$

10.2. Coût d'exploitation :

La planification de la lutte contre la pollution ne doit pas se borner à envisager uniquement le coût d'investissement. Une fois la station en place il faut la faire fonctionner avec le maximum d'efficacité, or ce fonctionnement coûte cher et souvent faute d'information on ne se rend pas compte des dépenses annuelles d'exploitation d'une station d'épuration.

Le coût d'une station d'épuration comprend :

- Le coût d'exploitation courante dans le quel rentrent essentiellement :

La main d'oeuvre
L'énergie
L'entretien courant

- Le renouvellement des pièces du matériel électromécanique.

Pour le coût d'exploitation on a considéré un chiffre français de juillet 1973 (I) soit 10 à 12 FF par habitant et par an pour environ 5.000 hab.

Nous avons actualisé ce prix à l'an 1985 en considérant un taux d'inflation de 10 %.

D'où frais d'exploitation :

20,70 DA par hab/an.

10.3. Calcul du prix de revient du m³ d'eau traité.

a) Frais d'amortissement :

- Pour les ouvrages du Génie Civil on considère une durée de vie de 50 ans. Il faudra donc amortir chaque année

$$A_{gc} = 0,02 I_{gc} = 62.602 \text{ DA}$$

- Pour les équipements électromécaniques on considère une durée de vie de 10 ans.

Il faudra donc amortir chaque année :

$$A_{eq} = 0,10 I_{eq} = 149.000 \text{ DA}$$

Soit un total des frais d'amortissement annuels

$$A = A_{gc} + A_{eq}$$

$$A = 211.602 \text{ DA}$$

b) Frais d'exploitation :

20,70 DA par hab.par an.

On considère un taux de croissance démographique de 3,5 %

$$\text{En appliquant : } P_x = P_{1984} (1 + a)^x - 1984$$

On obtient ainsi le nombre d'habitants pour chaque année qu'on multiplie par 20,70 DA on obtient ainsi les frais d'exploitation annuels (voir tableau)

c) Volume d'eau épurée par an :

Vu que les volumes d'eau traités en hiver et en été sont différents, pour avoir le volume d'eau traité annuellement :

$$V = V_1 \times \frac{9}{12} + V_2 \times \frac{3}{12}$$

V = Volume total

V₁ = Volume traité en hiver

V₂ = Volume traité en été

d) Actualisation :

$$Ac = \frac{I + \text{taux d'inflation}}{I + \text{taux d'actualisation}} \quad (I)$$

Taux d'actualisation = 10 %

Taux d'inflation = 12,5 %

$$Ac = \frac{I + 0,125}{I + 0,100}$$

$$Ac = 1,02$$

$$A'c = (1,02)^n$$

n = Nombre d'années

e) Résultat :

L'ensemble des résultats est donné par le tableau ci-après :

Prix de revient du m³ d'eau traité.

Prix actualisé : 1,89 DA

Prix non actualisé : 1,43 DA

Prix de l'exploitation uniquement :
0,56 DA

- Tableau -

Année	Population Autochtone (hab)	Volume (m ³)	Frais d'exploit- ation	Frais d'amortis- sement -DA-	total -DA-	Actuali- sation	total Acti- -alisée. (200)
1985	3 105	155.832	88.376	211.602	299.978	1,02	305.977
1986	3 215	161.353	91.469	211.602	303.098	1,02 ²	315.343
1987	3 326	166.924	94.671	211.602	306.273	1,02 ³	325.019
1988	3 443	172.796	97.984	211.602	309.586	1,02 ⁴	335.106
1989	3 563	175.818	101.414	211.602	313.016	1,02 ⁵	345.595
1990	3 688	185.092	104.963	211.602	316.565	1,02 ⁶	356.504
1991	3 817	191.566	108.637	211.602	320.239	1,02 ⁷	367.854
1992	3 950	198.241	112.439	211.602	324.041	1,02 ⁸	379.666
1993	4 089	205.217	116.374	211.602	327.976	1,02 ⁹	391.962
1994	4 232	212.394	120.448	211.602	332.050	1,02 ¹⁰	404.767
1995	4 380	219.822	124.663	211.602	336.265	1,02 ¹¹	418.103
1996	4 533	227.500	129.026	211.602	340.628	1,02 ¹²	431.999
1997	4 629	232.318	133.542	211.602	345.144	1,02 ¹³	446.481
1998	4 856	243.711	138.216	211.602	349.818	1,02 ¹⁴	461.577
1999	5 026	252.243	143.054	211.602	354.656	1,02 ¹⁵	477.320
2000	5 202	261.076	148.061	211.602	359.663	1,02 ¹⁶	493.740
2001	5 384	270.210	153.243	211.602	364.845	1,02 ¹⁷	510.871
2002	5 572	279.645	158.606	211.602	370.268	1,02 ¹⁸	528.834
2003	5 768	289.482	164.158	211.602	375.760	1,02 ¹⁹	547.411
2004	5 969	299.569	169.903	211.602	381.505	1,02 ²⁰	566.896
2005	6 188	310.561	175.850	211.602	387.452	1,02 ²¹	587.248
total:	-	4,72 10 ⁶	2,67.10 ⁶	4,44.10 ⁶	7,11 10 ⁶	-	8,99 10 ⁶

D'un point de vue technique ,le système d'épuration que nous avons proposé pour la station de montagne de Chréa résoudrait les problèmes dues aux variations de charge et présente de nombreux avantages.En hiver en travaillant à faible charge on aboutit à un degré d'épuration très élevé,une minéralisation des boues,une nitrification généralement importante sinon totale et on resoud aussi les problèmes dues aux fluctuations de Week-end de la population étant donné qu'un système de boues activées à faible charge bénéficie d'une grande souplesse c'est à dire si le débit venait à augmenter il serait très bien absorbé.

En passant à moyenne charge en été,avec les mêmes ouvrages on pourra traiter l'afflux d'eau supplémentaire,néanmoins le rendement d'épuration sera affecté durant la première semaine le temps que la biologie présente dans le bassin d'aération s'adapte aux nouvelles modifications survenues.

Cependant pour que la station fonctionne sans faillir à sa tache elle doit être pourvue d'un personnel qualifié car il ne faut pas oublier que le système qu'on a proposé,s'il ne réclame que relativement peu de soin en régime normale,demande au contraire une attention soutenue lorsque le régime est perturbé, ce qui est le cas lors de la pointe de juillet ou il faut préparer la biologie,ce qui exige un travail considérable.

D'un point de vue économique,le prix de revient de l'eau traitée est relativement élevé.

Est-ce que ce mode de traitement proposé à savoir par boues activées à faible et moyenne charge est inadapté pour Chréa ?

Certainement pas,vu que la technique par boues activées soutient très bien la concurrence sur le plan économique et que si on avait proposé un traitement physico-Chimique,(technique très utilisé pour les stations de montagnes)on aurait eu plus de 5 % de plus dans l'investissement et une exploitation beaucoup plus onereuse.

Le prix de revient trouvé reflète une réalité déjà prouvée que le traitement des eaux usées d'une petite agglomération est fort onereux.

BIBLIOGRAPHIE

- Station d'épuration R.THOMAZEAU 1981
- L'épuration des eaux résiduaires F.EDELFINE 1980
- Mémento technique de l'eau DEGEMENT 1978
- Gestion des eaux urbaines & industrielles W.WECKEN FELDES
- Gestion des eaux publiques, industrielles et privées : C.GOMELLA et H.GUERRA 1977
- Analyse de l'eau ROUDIER

PUBLICATIONS

- Elimination des eaux usées des stations touristiques de montagne : Prof.Y.MAYSTRE - E.P.Polytechnique Fédérale de Lausanne Août 1978.
- Procédé biologique d'épuration - Boues activées Prof.S.ELMALEH Université de Montpellier Mai 1980
- Evaluation de la pollution
- Base théorique des traitements biologiques Prof.H. ROQUES INSA de Toulouse 1980
- Procédé physico-chimique d'épuration des eaux usées domestiques (en montagne) Prof.J.C.BOEGLIN
- Evaluation et mesure de la pollution aqueuse Prof. G.MARTIN ENSIC Nancy 1980

T H E S E S

- These P.MICHELET E.P.F.Lausanne 1977
- Thèse M. ATEK E.N.P.A. 1984
- Thèse A.MEZIANE : E.N.P.A. 1984
AIT-OUPELLI:

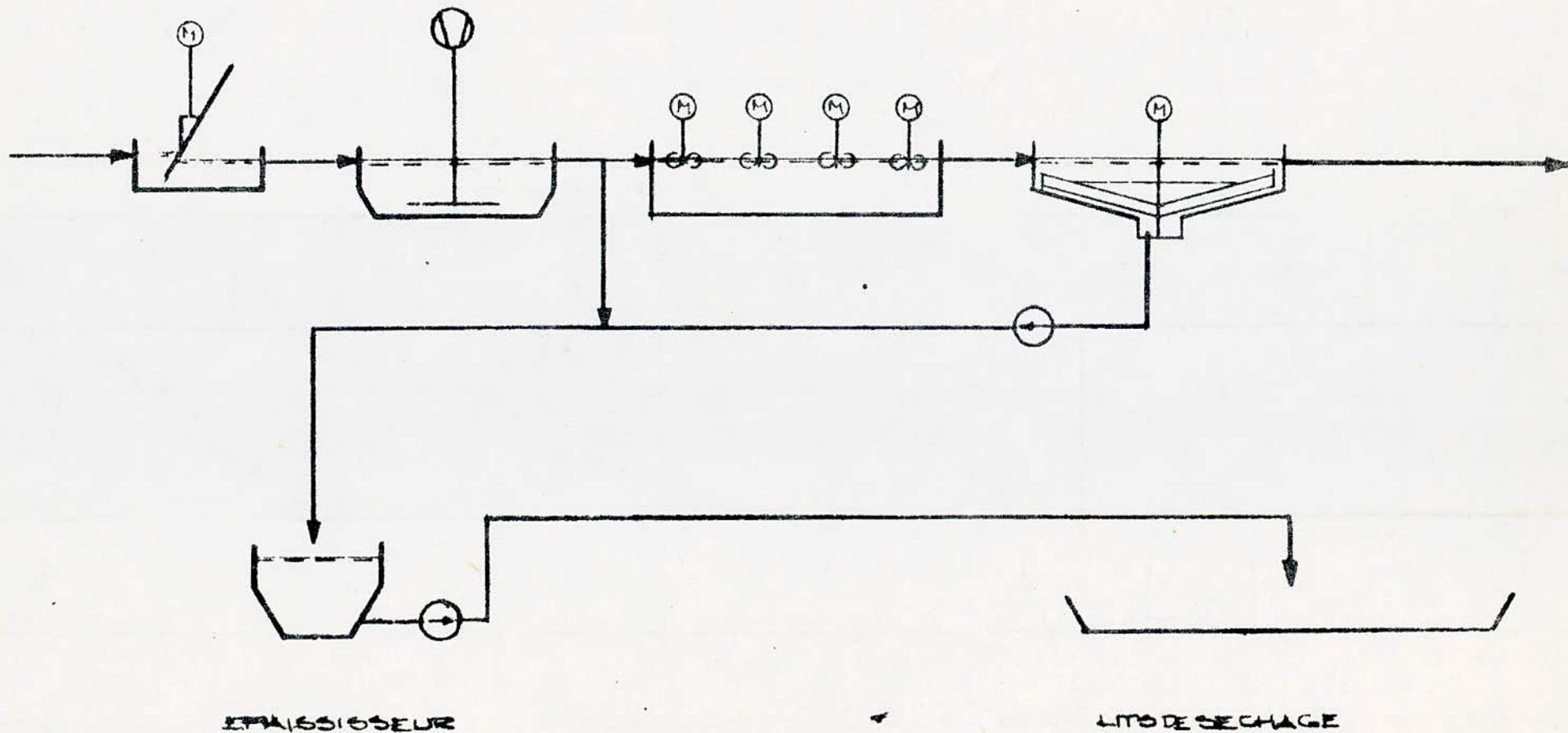
ANNEXE

GRILLE
MECHANIQUE

DESCOABLEUR
AEREE

BASSIN
D'ACTIVATION

CLARIFICATEUR



A1

EPAISSISSEUR

LIT DE SECHAGE

AERATION PROLONGEE

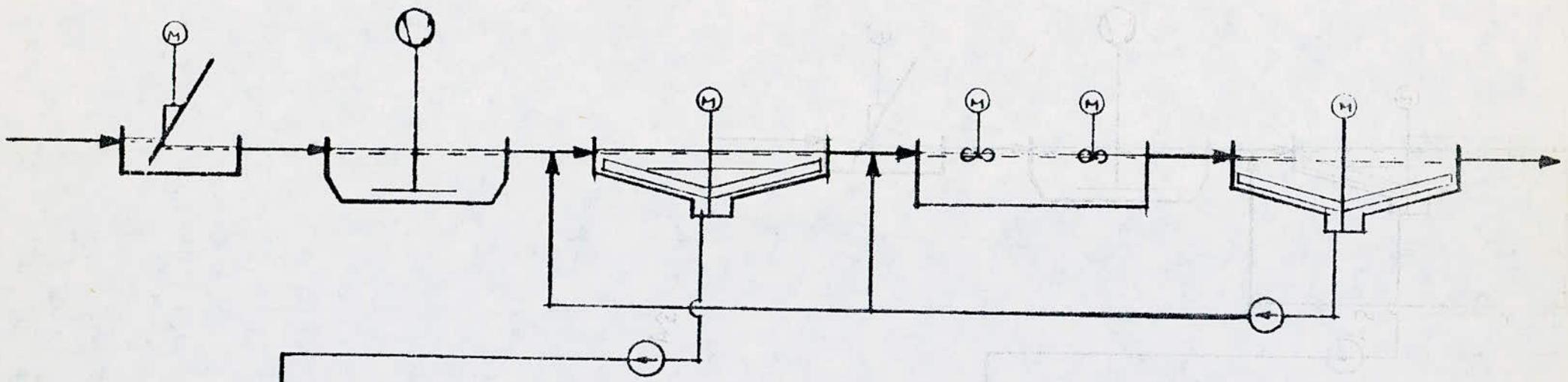
GRILLE
MECHANIQUE

DESOLUBLEUR
AEREE

DECANTEUR
PRIMAIRE

BASSIN
D'ACTIVATION

CLARIFICATEUR
FINAL



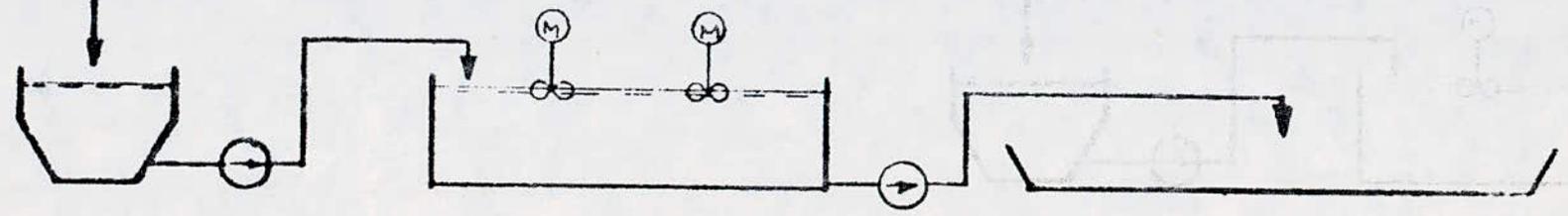
A2

EPAISSISSEUR

DIGESTION
AEROBIQUE

LITS DE SECHAGE

BOUE ACTIVEE
CLASSIQUE



GRILLE
MECHANIQUE

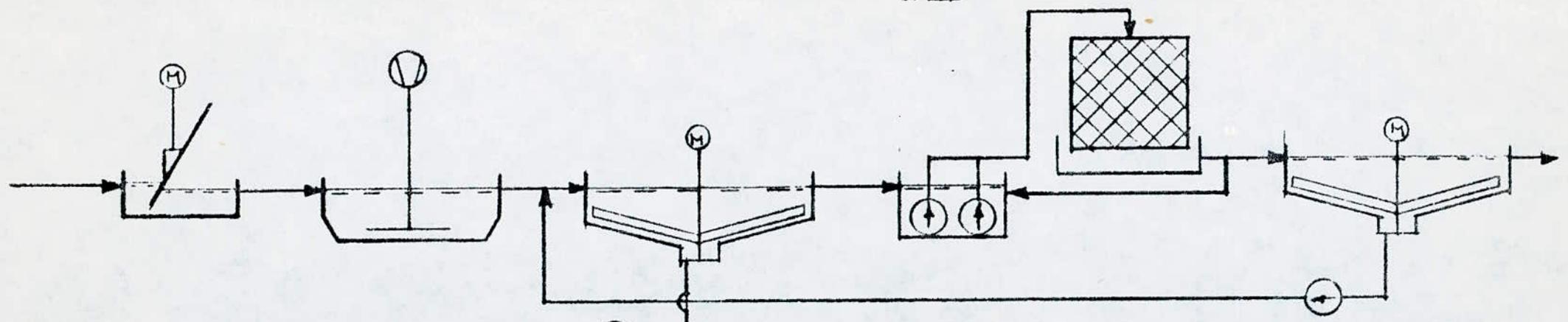
DESABLEUR
AEREE

DECANTEUR
PRIMAIRE

POSTE
DE RELE-
VAGE

LIT
BACTERIEN

CLARIFICATEUR



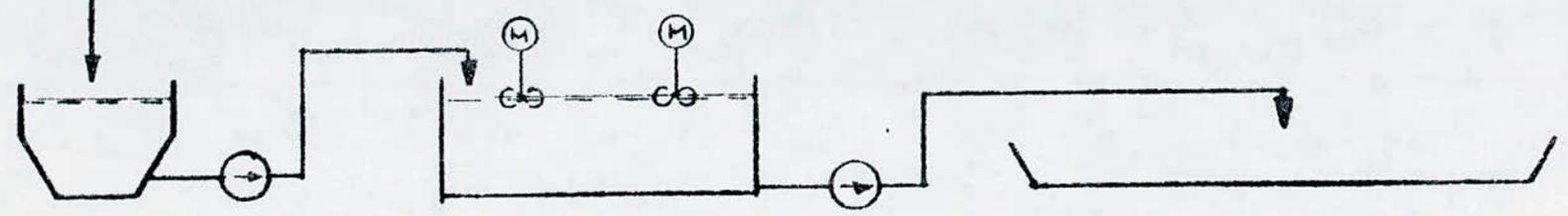
A3

EPAISSISSEUR

DIGESTION
AEROBIQUE

LITS DE SECHAGE

LIT BACTERIEN



Le tableau ci-après montre l'utilisation possible de différents types d'eau dans des régions arides et semi-arides:

Classification	Matière sèche mg/L	Conductivité mohm ⁻¹ cm ⁻¹
Eau n'ayant pas d'effet nocif	500	0,75
Eaux pouvant avoir un effet nocif sur les plantes sensibles	500 - 1000	0,75 - 1,5
Eau pouvant avoir un effet nocif sur beaucoup de types de plantes	1000 - 2000	1,5 - 3,0
Eau pouvant être utilisée sur des plantes tolérantes sur un sol perméable	2000 - 5000	3,0 - 7,5

Quantitatif travaux Génie Civil

Devis quantitatif - Avant Projet

I. Terrassement :

Débroussaillage, nettoyage du terrain	: m2	4.200 x 16 =	67.200 DA
Décapage du terrain	: m2	3.200 x 30 =	96.000 DA
Fouilles en tranchées	: m3	250 x 120 =	30.000 DA

2. Béton :

Béton de propreté	: m2	800 x 95 =	76.000 DA
Béton de bloquage/masse	: m3	125 x 82 =	10.250 DA
Béton armé résista, ce minimale à 28 jours : 250 bars	: m3	550 x 1600 =	880.000 DA

3. Coffrages

Coffrages soignés	: m2	2250 x 250 =	562.500 DA
-------------------	------	--------------	------------

4° Ferrailages :

Acier HA et TS	: kg	40000 x 12,5 =	500000 DA
----------------	------	----------------	-----------

5° Maçonneries

Maçonneries porteuses	: m2	250 x 720 =	180.000 DA
"""" de distribution	: m2	30 x 120 =	3.600 DA
Enduits	: m2	600 x 110 =	66.000 DA
Chapes/Formes de pentes	: m2	225 x 68 =	15.300 DA

6. Revêtement du sol

Carrelages	: m2	180 x 185 =	33.300 DA
Faiences	: m2	30 x 220 =	6.600 DA

7. Serrureries

Divers	:	=	80.000 DA
--------	---	---	-----------

8. Couverture-Etanchéité

Etanchéité terrasse	: m2	200 x 320 =	64.000 DA
---------------------	------	-------------	-----------

9. Menuiserie bois

Divers	:	=	12.000 DA
--------	---	---	-----------

10. Isolation

Isolation thermique et phonique	:	=	10.650 DA
---------------------------------	---	---	-----------

II. Plomberie sanitaires

Divers	:	=	9.000 DA
--------	---	---	----------

I2. Peinture

Peinture compris toute sujétion : m2 325 x 60 = 19.500 DA

I3. Voieris réseaux divers

Canalisation amiante-ciment, P.V.C. - Béton	:		=	47.600 DA
Drain céramique	:	m1 60 x 1800	=	108.000 DA
Regard préfabriqué	:	U. 10 x 2600	=	26.000 DA
Chaussée Allées bétonées	:	m2 300 x 215	=	64.000 DA
Cloture Portail	:		=	150.000 DA
Divers	:		=	13.500 DA

T O T A L = 3.130.000 DA

Donc il faut prévoir un investissement de 3.130.000 DA
pour le Génie Civil.

