

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Minister de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

Spécialité : ENVIRONNEMENT

Sujet :

**Etude de l'efficacité d'une station d'épuration,
Cas de la STEP de CEVITAL ; Béjaïa**

Présenté par :

- **ARKAM Salim**

Soutenu le 11/07/2012 devant le jury suivant :

M^{me} AISSOU. C	Maitre assistante (ENSSMAL)	Présidente
M^{elle} AMROUCHE. L	Maitre assistante (ENSSMAL)	Examinatrice
M^{me} BENTCHIKOU. L	Maitre assistante (ENSSMAL)	Examinatrice
Mr DRICHE. M	Maitre de conférences (ENSSMAL)	Promoteur

Promotion : (2011-2012)

Remerciements

Tout d'abord je remercie le bon Dieu, le tout puissant qui, grâce à sa volonté, ce travail a été effectué.

Au terme de ce travail, je souhaite adresser mes remerciements à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation.

Je remercie vivement mon promoteur Monsieur DRICHE M, qui a assuré l'encadrement de ce travail. Grâce à ses conseils et suggestions, ce travail a vu le jour.

J'ai tout l'honneur de remercier les membres de jury composé de M^{me} AISSOU. C, M^{me} BENTCHIKOU. L et M^{elle} AMROUCHE. L.

Du côté de CEVITAL, je tiens à remercier Mr AKZIZ Fateh pour ses conseils et orientations, Mr BOURIBA Ismaïl opérateur dans la STEP et tout le personnel du laboratoire des eaux.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A ma très chère mère, A mon père, A mon frère et mes sœurs, qui ont tous été dévoués pour que je puisse suivre mes études dans les meilleures conditions.

A ma grande famille, A tous mes ami(e)s,

Et à toute personne qui se dévoue pour la protection et la préservation de l'environnement.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

1^{ère} PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur la pollution hydrique

Introduction.....	4
I.1) L'eau.....	4
I.1.1) Définition.....	4
I.1.2) Sources principales des eaux brutes.....	4
I.1.2.1) Eaux de pluie.....	4
I.1.2.2) Eaux de surface.....	4
I.1.2.3) Eaux souterraines.....	5
I.1.2.4) Eaux de mer.....	5
I.2) La pollution des eaux.....	5
I.2.1) Définition de la pollution.....	5
I.2.2) Définition de la pollution marine.....	5
I.2.3) Origine de la pollution des eaux.....	6
I.2.3.1) Pollution naturelle.....	6
I.2.3.2) Pollution domestique.....	6
I.2.3.3) Pollution agricole.....	6
I.2.3.4) Pollution industrielle.....	6
I.3) Evaluation de la pollution de l'eau.....	6
I.3.1) Paramètres chimiques.....	6
I.3.1.1) Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	6
I.3.1.2) Demande chimique en oxygène (DCO).....	6
I.3.1.3) Matières oxydables (MO).....	6
I.3.1.4) Carbone organique total (COT).....	7
I.3.1.5) Le coefficient de biodégradabilité (K).....	7
I.3.1.6) Le potentiel d'hydrogène (PH).....	8
I.3.1.7) Le phosphore (P).....	8
I.3.1.8) L'azote (N).....	8
I.3.2) Paramètres physiques.....	8
I.3.2.1) Matière en suspension (MES).....	8
I.3.2.2) La turbidité.....	9

I.3.2.3) La température	9
I.3.3) Paramètres organoleptiques	9
I.3.3.1) La couleur	9
I.3.3.2) l'odeur	9
I.3.4) Paramètres biologiques	9
Conclusion	10

Chapitre II : Gestion et réglementation environnementale

Introduction	10
II.1) Les normes de rejets des effluents liquides industriels	10
II.2) Importance de la protection de l'environnement pour l'entreprise	11
II.3) Notion du développement durable	12
Conclusion	12

Chapitre III : Processus de traitement des eaux usées

Introduction	13
III.1) Définition d'une station d'épuration des eaux usées (STEP)	13
III.2) Les étapes de traitement des eaux usées	14
III.2.1) Traitement préliminaire ou prétraitement	14
III.2.1.1) Le dégrillage	14
III.2.1.2) Le dessablage	15
III.2.1.3) Dégraissage-déshuilage	15
III.2.2) Traitement primaire	15
III.2.2.1) Décantation	15
III.2.2.2) Coagulation floculation	16
III.2.3) Traitement secondaire	16
III.2.3.1) Traitement biologique	16
III.2.3.2) Traitement par boues activées (aérobie)	17
III.2.3.3) Traitement biologique anaérobie	17
III.2.3.4) Traitement par lagunage	17
III.2.3.5) Traitement par lits bactériens	18
III.2.4) Traitement tertiaire ou traitement de finition	18
III.2.4.1) Filtration	18
III.2.4.2) Electrodialyse	18
III.2.4.3) Désinfection	19

III.2.4.4) Echange d'ions.....	19
III.2.4.5) Procédés d'élimination de l'azote et de phosphore :	19
III.2.4.5.1) Physico-chimiques	19
III.2.4.5.2) Biologique :.....	19
III.2.5) Traitement des boues formées	19
Conclusion.....	19

2^{ème} PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

Chapitre IV : Présentation de la Spa CEVITAL ; Béjaia

IV.1) Définition.....	22
IV.2) Historique de CEVITAL.....	22
IV.3) Activités et parts de marché.....	22
IV.4) Situation géographique	23
IV.5) L'organisation de CEVITAL.....	24
IV.6) Direction QHSE :.....	24
IV.7) Missions et objectifs	25

Chapitre V : Présentation de la STEP de CEVITAL ; Béjaia

Introduction	26
V.1) Présentation.....	26
V.2) Caractéristiques de l'eau à traiter	26
V.3) Qualité d'effluent traité.....	26
V.4) Points d'échantillonnage	26
V.5) Schéma représentatif du fonctionnement de la STEP de CEVITAL ; Béjaia.....	27
V.6) Les étapes de l'épuration des eaux résiduaires	28
V.7) Prétraitement (Fosse de relevage - tour de refroidissement).....	28
V.8) Traitement physico-chimique	28
V.8.1) Acidification.....	28
V.8.2) Coagulation – Flocculation.....	28
V.8.3) Flottation (DAF) :	28
V.8.3) Bassin tampon B11	29
V.8.4) Traitement biologique (Bassin biologique : réacteur DUO-UNITANK).....	29
V.8.4.1) Première phase principale	29
V.8.4.2) Deuxième phase principale	29

V.8.5) Stabilisation des boues	30
V.8.6) Traitement des boues	30
Conclusion.....	30
<u>Chapitre VI : Matériels et méthodes</u>	
Introduction	31
VI.1) Echantillonnage	31
VI.2) Les paramètres mesurés dans le laboratoire	31
VI.2.1) La demande chimique en oxygène (DCO)	31
VI.2.1.1) Définition.....	31
VI.2.1.3) Matériels	31
VI.2.1.4) Mode opératoire du D.C.O mètre	31
VI.2.1.5) Expression des résultats	32
VI.2.2.1) Instruments et produits nécessaires	33
VI.2.2.2) Sélection du volume d'échantillon	33
VI.2.2.3) Mode opératoire.....	33
VI.2.2.4) Expression des résultats	33
VI.2.3) Les matières en suspension (M.E.S).....	34
VI.2.3.1) Principe	34
VI.2.3.2) Matériels	34
VI.2.3.3) Mode opératoire.....	34
VI.2.3.4) Expression des résultats :	34
VI.3) Les paramètres mesurés In-situ	35
VI.3.1) Température (T).....	35
VI.3.1.1) Instruments nécessaires	35
VI.3.1.2) Sélection du volume d'échantillon	35
VI.3.1.3) Mode opératoire.....	35
VI.3.1.4) Expression des résultats	35
VI.3.2) Le potentiel d'hydrogène (pH)	36
VI.3.2.1) Définition.....	36
VI.3.2.2) Le principe	36
VI.3.2.3) Matériels	36
VI.3.2.4) Mode opératoire du pH-mètre	36
VI.3.2.5) Expression des résultats	36
Conclusion.....	36

Chapitre VII : Résultats et discussions

Introduction	38
VII.1) Interprétation des résultats au niveau de la fosse de relevage	38
VII.1.1) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)	38
VII.1.2) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)	38
VII.1.3) Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	39
VII.2) Interprétation des résultats au niveau de la DAF Seghers	40
VII.2.1) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)	40
VII.2.2) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)	40
VII.2.3) Variation de la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO ₅)	41
VII.3.1) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)	41
VII.3.2) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)	42
VII.3.3) Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	42
VII.4) Interprétation des résultats au niveau de la sortie de la STEP (Rejets filtrés)	43
VII.4.1) Variation de la température	43
VII.4.2) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)	43
VII.4.3) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)	44
VII.4.4) Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	45
VII.4.5) Variation des matières en suspension (MES)	45
VII.5) Efficacité de la STEP de CEVITAL ; Béjaia	46
VII.5.1) Rendement d'élimination en demande chimique en oxygène (DCO)	46
VII.5.2) Rendement d'élimination en demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	46
VII.5.3) Variation de la DCO et la DBO ₅ moyenne en fonction des ouvrages de traitement..	47
Conclusion	47
Conclusion générale	48

Liste des figures

- Figure 1 : Schéma générale de fonctionnent d'une station d'épuration des eaux usées à boues activées (AUSSEL. H et GALTIER.Y, 2004). p14
- Figure 2 : Schéma représentatif d'un système de flottation à pressurisation (BLAZY. P, JDID. E, 2004). P16
- Figure 3 : Exemples de méthodes envisageables pour traiter un effluent industriel montrant diverses contaminations (GREGORIO.C et PIERE-MARIE.B, 2009). P21
- Figure 4 : Photo satellite de la spa CEVITAL ; Béjaia (Google Earth, 2011). P23
- Figure 5 : l'organigramme de la direction QHSE de CEVITAL ; Béjaia (Document interne de CEVITAL ; Béjaia). P24
- Figure 6 : l'organigramme du département HSE de CEVITAL ; Béjaia (Document interne de CEVITAL ; Béjaia). P25
- Figure 7 : Schéma des procédés de l'épuration des eaux résiduaires. P27
- Figure 8 : schéma représentatif du mode opératoire pour la mesure de la DCO. P32
- Figure 9 : Détermination des matières en suspension par filtration. P34
- Figure 10 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) en fonction des dates dans la fosse de relevage de la Step de CEVITAL; Bejaia. P38
- Figure 11 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des dates dans la fosse de relevage de la STEP de CEVITAL; Bejaia. P39
- Figure 12 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans la fosse de relevage dans la Step de CEVITAL; Bejaia. P39
- Figure 13 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) en fonction des dates dans la DAF Seghers de la Step de CEVITAL; Bejaia. P40
- Figure 14 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des dates dans la DAF Seghers de la Step de CEVITAL; Béjaia. P40
- Figure 15 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans la DAF Seghers de la STEP de CEVITAL; Béjaia. P41
- Figure 16 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) en fonction des dates dans les DAF Infilco de la STEP de CEVITAL; Béjaia. P41
- Figure 17 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des DAF Infilco de la STEP de CEVITAL; Bejaia. P42
- Figure 18 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans les DAF Infilco de la STEP de CEVITAL; Béjaia. P42

Figure 19 : Variation de la Température (T) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Bejaia. P43

Figure 20 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia. P44

Figure 21 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia. P44

Figure 22 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia. P45

Figure 23 : variation des matières en suspension (MES) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia. P45

Figure 24 : Rendement d'élimination en demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL ; Béjaia. P46

Figure 25 : Rendement d'élimination en demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL ; Béjaia. P46

Figure 26 : Variation de la DCO et la DBO₅ en fonction des ouvrages de traitement dans la STEP de CEVITAL ; Béjaia. P47

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (JORADP, 2006). P10

Tableau 2 : Valeurs limites des paramètres de pollution dans les industries à Corps gras (JORADP, 2006). P11

Liste des abréviations

STEP : Station d'Épuration.

DAF : Dissolved air flottation.

S 24 : Section de décomposition des pattes 24.

Réacteur DUO-UNITANK : Bassin d'aération ou bassin biologique.

SPA : Société par actions.

OMS : Organisations mondiales de la santé.

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

MES : Matière en Suspension.

pH : Potentiel d'hydrogène.

MVS : Matière Volatile en Suspension.

MO : Matières oxydables.

COT : Carbone organique total.

K : Le coefficient de biodégradabilité.

P : Le phosphore.

N : L'azote.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau nous entoure, nous porte, nous enveloppe. L'eau est la source de vie, comme l'exprime le philosophe Gaston Bachelard : « Une goutte d'eau puissante suffit pour créer un monde et pour dissoudre la nuit. Pour rêver la puissance, il n'est besoin que d'une goutte imaginée en profondeur. L'eau ainsi dynamisée est un germe ; elle donne à la vie un essor inépuisable »

La terre vue du ciel est une planète bleue, recouverte à 71% par les océans. Les continents ne représentent qu'un cinquième de la surface de l'hémisphère sud et un tiers de celle de l'hémisphère nord. Tout le reste c'est de l'eau...

« La mer dans le ciel n'est qu'une goutte d'eau », écrit par Paul Eduard. Oui, mais qu'elle goutte d'eau ! La planète bleue compte 1386 millions de km³ d'eau. Dont les mers et les océans représentent à eux seuls plus de 97 % de l'eau de la planète.

L'eau est indispensable à la vie, qui sans elle n'aurait pu éclore, l'eau est plus que jamais au cœur des débats sur l'environnement et le devenir de notre planète.

L'importance de l'eau en socio-économie ne cesse de croître et l'approvisionnement en eau douce devient de plus en plus difficile. L'une des questions vitales qui se pose dans notre pays considéré déficitaire en eau est de pouvoir assurer à la population à l'industrie et à l'agriculture toutes en pleine expansion, une alimentation satisfaisante. Cette évolution s'est accompagnée d'une inévitable augmentation des rejets urbains, industriels et agricoles.

Pendant des décennies, les milieux récepteurs (Oued, rivière, lac et mer) ont hérité des rejets industriels et urbains, des déchets liquides résultants de la transformation de matières premières et de toutes les formes d'activités humaine. Même si certaines industries sont dotées de station de traitement des eaux usées, la majorité des effluents liquides sont évacués vers le milieu naturel, sans limitation de volume d'eau et loin de la conformité aux normes. Ces rejets conduisent à la détérioration du milieu récepteur et sont à l'origine de la perte de la biodiversité animale et végétale.

Dans la nature, Ces milieux récepteurs ont une capacité naturelle d'épuration, mais cette capacité a pour effet de consommer de l'oxygène ce qui peut rendre le milieu anoxique. Aussi, les concentrations élevées en sels nutritifs à base de phosphore et d'azote véhiculées par ces rejets provoquent une eutrophisation qui se traduit par le déséquilibre des écosystèmes aquatiques. Ainsi, la capacité d'auto épuration est dépassée, il est donc impératif d'effectuer un traitement préalable des eaux usées dans une station d'épuration, dont le rôle est d'extraire et de transformer la pollution de l'effluent pour obtenir une eau épurée répondant aux normes exigées par les autorités compétentes. Ce traitement produit des matières appelées : boues, qui peuvent être dans la mesure du possible valorisables.

En Algérie, le traitement des eaux usées se trouve dans une étape préliminaire. Actuellement la capacité de production de l'eau traitée par la vingtaine de stations en fonction

est de 150 106 m³/an. Le volume aurait pu être plus important si on ne dénombre pas quelques 20 stations inutilisées pour des problèmes techniques dus à une mauvaise gestion de ces infrastructures. Il prévoit de réaliser à moyen terme, 52 autres stations. Les perspectives dans ce domaine sont en 2020 à 972 106 m³/an et l'horizon 2030 à 1 271 106 m³/an.

Dans notre cas d'étude, on a choisis d'intervenir, plutôt sur un grand complexe agro-alimentaire CEVITAL installé dans le port de Béjaia que sur le milieu naturel (oued Seghir et le golfe de Béjaia) qui subit différentes formes de pollution causées par les zones industrielles de la wilaya. Cette intervention s'inscrit dans l'étude de l'efficacité de la STEP de ce complexe industriel.

L'objectif final de notre travail est de mener une étude pour bien déterminer la qualité physicochimique et biologique de l'effluent rejeté vers la mer par CEVITAL ; Béjaia et de proposer des solutions si des défaillances seront découvertes.

La démarche entreprise pour la réalisation de ce travail comprend deux parties, la première partie présente une revue de la littérature dans le domaine de la pollution, la gestion et la réglementation environnementale et les systèmes d'épuration. La deuxième partie présente : La zone d'étude, le matériel et les méthodes utilisées pour réaliser ce projet, les résultats obtenus, l'analyse et l'interprétation des résultats.

***1^{ère} PARTIE : ÉTUDE
BIBLIOGRAPHIQUE***

*Chapitre I : Généralités sur la
pollution hydrique*

Introduction

La pollution de l'eau peut provenir de différentes sources, elle peut atteindre la nappe souterraine comme les eaux de surface, celle-ci a nécessairement un impact direct sur la faune et la flore. Pour éviter les incidences de pollution, il est primordial de quantifier cette dernière afin de la traiter (BELAID et GHEGGAD., 2010).

I.1) L'eau

I.1.1) Définition

L'eau est un agent physicochimique de formule H_2O , active et se livre sur toute l'écorce terrestre.

C'est un liquide incolore, inodore et sans saveur ayant une action destructrice intense et permanente. Elle véhicule pratiquement toute les matières minérales ou organiques sous forme de suspension vraies ou colloïdales (MAUTRICE., 1991).

L'eau est rencontrée le plus souvent à l'état liquide, elle est l'un des agents ionisant les plus connus. Comme la plupart des substances sont solubles dans l'eau, elle est qualifiée de solvant universel (RAMADE., 2002).

La configuration de la molécule d'eau libre, telle qu'elle se présente à l'état gazeux, est parfaitement connue. Les orbitales électroniques de la molécule dessinent une structure tétraédrique dont l'oxygène occupe le centre et les deux hydrogènes deux sommets.

L'angle $H-O-H$ vaut $104^\circ 31'$ et la distance $O-H$ $9,568 \text{ \AA}$. La molécule d'eau est fortement dipolaire. Les charges positives sont portées par les sommets hydrogène du tétraèdre et les charges négatives par les sommets opposés. Cette disposition favorise la formation de liaisons hydrogène entre molécules d'eau (COPIN-MONTIGUT., 1996).

I.1.2) Sources principales des eaux brutes

Dans la nature, l'eau est présente en quatre principales sources, les eaux de pluie, les eaux de surface, les eaux souterraines et les eaux de mer. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau avec son milieu environnant (CARDOT., 1999).

I.1.2.1) Eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'utilisation humaine, car elles sont très douces. Mais, dans les zones industrielles où l'atmosphère est contaminée par les poussières, les métaux lourds (Pb, Hg, Zn...) et les gaz toxiques sa pureté devient moindre. (CARDOT., 1999).

I.1.2.2) Eaux de surface

Selon l'hydrodynamisme des eaux de surface, on peut considérer deux types :

- Eau de rivières : ces eaux englobent tous les cours d'eau, les fleuves et les rivières dont la vitesse et la direction d'écoulement sont différentes d'un type à l'autre. Dans la partie amont

où les activités agricoles et industrielles ne sont souvent pas développées on observe une eau de bonne qualité. Contrairement à la partie aval où la densité de population est plus élevée, l'activité agricole et industrielle est importante, en y constate la dégradation de la qualité des eaux.

- Eau de lacs : les lacs sont d'une grande importance dans les sociétés, vue leurs intérêts économiques et socioculturels. La qualité de leurs eaux dépend de leur situation géographique, ils sont toujours considérés comme des bassins de décantation naturelle dont la période de rétention est longue. La turbidité y est donc faible et la contamination bactérienne habituellement peu importante.

I.1.2.3) Eaux souterraines

Elles sont présente à des profondeurs plus au moins importante dans la lithosphère du globe sous forme de poches (nappes phréatiques). Elles sont d'une excellente qualité physicochimique et bactériologique, leurs teneurs en oxygène dissous sont très faible, et elles sont exemptes de matières organiques (CARDOT., 1999).

I.1.2.4) Eaux de mer

Elles constituent la majeure partie des réserves d'eau du globe. La forte concentration en sels des eaux marines rend leurs utilisations compliquées. Mais, lors de carence en eau potable on fait recours à la production des eaux douces à partir de l'eau de la mer (CARDOT., 1999).

I.2) La pollution des eaux

I.2.1) Définition de la pollution

Le terme de pollution, peut être défini comme une modification défavorable du milieu naturel, qui résulte en totalité ou en partie de l'action humaine (CEBEDOC., 1995).

Cette pollution consiste en l'introduction dans différents types de milieux, de quantités considérables d'agents chimiques, physiques ou biologiques entraînant une altération de l'environnement, de nature à mettre en danger la santé humaine (BARBAUL., 1991).

I.2.2) Définition de la pollution marine

Le terme de pollution marine fait l'objet d'une définition, reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique internationale (**GESAMP**), comme étant «l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires) occasionnant des effets néfastes tels que des nuisances envers les ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes (y compris la pêche), une altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et une dégradation des valeurs d'agrément ».

I.2.3) Origine de la pollution des eaux

I.2.3.1) Pollution naturelle

La pollution naturelle, liée aux surfaces non urbanisées et essentiellement dues au phénomène d'érosion et au cycle naturelle de la végétation.

Les polluants issus des surfaces non urbanisées sont surtout des particules minérales, de matière organique et de composés physico-chimiques (CHOCAT., 1992).

I.2.3.2) Pollution domestique

Ce type de pollution, est dus aux eaux résiduaires véhiculées en mer directement sans épuration, et sont caractérisées par de très fortes teneurs en matière organique, germes fécaux (diversifiés), sels minéraux, détergents...etc.

Les conséquences de cette pollution organique sont catastrophiques pour presque tous les organismes constituant les peuplements des milieux néritiques (KANKOU., 2004).

I.2.3.3) Pollution agricole

Elle résulte de l'utilisation de divers produits phytosanitaires, issus du lessivage des terres agricoles (phénomène d'eutrophisation), des résidus des élevages intensifs des animaux et des eaux d'abattoirs qui engendrent des pollutions chroniques et diffuses (LEROY., 1999).

I.2.3.4) Pollution industrielle

Elle constitue la première grande source de pollution des eaux, résultantes de différentes industries, telles que : la production d'énergie, l'industrie chimique, métallurgique, électronique... et cela par l'utilisation des combustibles fossiles, des molécules minérales et organiques de synthèses (RAMADE., 2000).

I.3) Evaluation de la pollution de l'eau

L'évaluation de la pollution de l'eau se fait grâce à des paramètres physiques, physico-chimiques et biologiques.

I.3.1) Paramètres chimiques

I.3.1.1) Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène (D.B.O₅), est la quantité de l'oxygène exprimé en mg.l⁻¹, consommée dans les conditions d'essai (incubation à 20 °C à l'obscurité) pendant cinq jours. Elle est assurée par voie biologique (l'oxydation des matières organique biodégradables présentes dans l'eau usée).

Les phénomènes d'auto épuration dans les eaux superficielles résultent par la dégradation des charges organiques polluantes par les micro-organismes, l'activité de ces derniers tend à consommer de l'oxygène et c'est cette diminution de l'oxygène qui est mesurée par la DBO₅.

Le dosage de la D.B.O₅ est plus couramment utiliser pour mesurer la charge de pollution dans les usines de traitement et pour évaluer l'efficacité de traitement des eaux résiduaires.

I.3.1.2) Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO, est une mesure de toutes les matières organiques (ou presque), contenues dans les naturelles usées, qu'elles soient ou non biodégradables. La D.C.O traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques contenues dans l'effluent (GAID., 1984).

La valeur de D.C.O est peu élevée par rapport à la valeur de la D.B.O₅, car de nombreuses substances organiques peuvent être oxydées chimiquement, mais ne peuvent pas s'oxyder biologiquement (BECHAUX., 1978).

I.3.1.3) Matières oxydables (MO)

C'est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau, il se définit à partir de la DBO₅ et de la DCO selon la formule suivante : (BADIA et GONDARD., 2003).

$$MO = (2 \times DBO_5 + DCO) / 3$$

I.3.1.4) Carbone organique total (COT)

Le carbone organique total est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (cellulose, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (COD) ou le carbone total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO.

Les méthodes de dosage du carbone organique utilisent toutes le même principe, qui consiste à oxyder le carbone organique en dioxyde de carbone. Cette oxydation peut être obtenue par combustion, irradiation UV, oxydation chimique. Le dioxyde de carbone est ensuite mesuré, soit directement, par un analyseur infrarouge ou par toutes méthodes convenant à son dosage, soit réduit en méthane et analysé par un décanteur à ionisation de flamme (RODIER et *al.*, 1996).

I.3.1.5) Le coefficient de biodégradabilité (K)

Le coefficient de biodégradabilité (K) permet de déterminer le degré de dégradation de la matière organique dans l'eau et correspond au rapport de la DCO sur la DBO₅, soit :

$K = DCO/DBO_5$

K : Coefficient de biodégradabilité

DCO : Demande chimique en oxygène

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène

- 1- $K=1$: Les eaux usées sont considérées comme biodégradables.
- 2- $1 < K < 2,5$: Un traitement biologique est possible.
- 3- $2,5 < K < 3,2$: Un traitement biologique, physicochimique sont conseillés.

I.3.1.6) Le potentiel d'hydrogène (PH)

Le pH est relatif à la concentration en ion hydrogène (H^+) dans un milieu, donc à l'acidité de ce milieu. Cette notion est définie par Sorensen (1909) comme le logarithme décimal de la concentration en ion H^+ ($pH = -\log [H^+]$). L'eau de mer est moins sensible aux variations du pH grâce à l'effet tampon des sels dissous, le pH en surface est proche de 8,1 et descend à 7,7 en eau profonde (AMINOT et CHAUSSEPIED., 1983).

Les organismes marins sont très sensibles aux variations du pH, et le développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9 (Cadre général des données de l'IBGE, 2005).

I.3.1.7) Le phosphore (P)

Le phosphore existe en formes organiques et en sels minéraux (poly phosphates et ortho phosphates)

L'élimination du phosphore des effluents industriels est réalisée principalement par voie physico-chimique ; les précipitations avec un sel métallique sont généralement couplées au traitement biologique. Les procédés de déphosphoration biologique peuvent s'appliquer mais les expériences industrielles restent peu nombreuses (AUDIC., 1994).

I.3.1.8) L'azote (N)

L'azote des effluents industriels se trouve principalement sous forme dissoute (N/ NH_4^+ , amines, amides, etc.) et sous forme particulaire.

Les procédés de traitement physico-chimique pour l'élimination de l'azote particulaire et biologique, pour celle des formes solubles, sont généralement bien adaptés. Le traitement biologique par nitrification/ dénitrification est très performant dans la mesure où l'azote est biodégradable et que les effluents ne contiennent pas de composés toxiques ou inhibiteurs (DELPORTE., 2000).

I.3.2) Paramètres physiques

I.3.2.1) Matière en suspension (MES)

Les matières en suspension constituent un paramètre important, qui marque les degrés de pollution d'un effluent urbain ou industriel. Ces matières se sédimentent rapidement ce qui provoque une modification des profils hydriques (BEUCHAC et al ., 1984).

Dans une eau usée urbaine, près de 50 % de la pollution organique se trouve sous forme de matières en suspension. Les résultats pour les eaux usées industrielles sont très variables, il est

de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas, sauf en période de crue des cours d'eau.

La composition des matières en suspension peut être appréciée par analyse directe : plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées (BONTOUX., 1993).

I.3.2.2) La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques...etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (RODIER., 1996).

I.3.2.3) La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques et du point de vue industriel pour les calculs d'échanges thermiques (RODIER., 1984).

I.3.3) Paramètres organoleptiques

I.3.3.1) La couleur

La couleur de l'eau est un paramètre qui reflète l'existence des pollutions organiques et ou Minérales. Le degré de la couleur d'une eau dépend non seulement de la concentration en matières colorantes mais aussi de son pH et de sa turbidité.

I.3.3.2) l'odeur

Les eaux polluées dégagent une odeur plus ou moins perceptible causée par la présence de substances spécifiques et relativement volatiles, elle indique une eau qui commence à se fermenter par stagnation dans les égouts ou avant le rejet, dans ce cas l'odeur est due essentiellement à une mauvaise aération.

I.3.4) Paramètres biologiques

Les paramètres biologiques dans les eaux usées représentent avant tout la flore saprophyte ou pathogène des selles ou des urines des individus et des animaux excréteurs à sang chaud. Les effluents industriels, agro-alimentaires ou papetiers, ont également des charges importantes en germes pathogènes.

Les principaux germes recherchés dans les eaux résiduaires sont représentés par :

1. Les germes indicateurs de contamination fécale : comme les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les anaérobie sulfite-réducteurs.
2. Les germes pathogènes comme : les salmonelles et les vibrions cholériques

Conclusion

Les différents paramètres globaux rapportés ci-dessus nous permettent d'aborder le traitement des eaux usées. En effet la DBO₅ et la DCO par exemple sont les deux paramètres les plus importants pour caractériser la pollution carbonée et pour éliminer cette pollution on fait appel à des procédés physiques, physico-chimiques et biologiques (BELAID et GHEGGAD., 2010).

Chapitre II : Gestion et réglementation environnementale

Introduction

Les accroissements démographiques, économiques et urbains sont à l'origine de différentes sources de pollution environnementale. Parmi ces dernières, la production d'eaux usées souvent rejetées dans le milieu récepteur (mer, rivières, sols) sans traitement préalable génère de nombreuses maladies hydriques et une propagation des épidémies. Dans le cadre de la protection et la préservation du milieu naturel, la gestion et la réglementation environnementale met en évidence des lois qui régissent les normes de rejets des déchets industriels, et limitent alors leur impact sur l'environnement.

II.1) Les normes de rejets des effluents liquides industriels

Selon le journal officiel de la république Algérienne démocratique et populaire les effluents liquides de rejets dans le milieu naturel sont limités aux normes suivantes :

Tableau 1 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (JORADP, 2006).

N°	Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limites anciennes installations
1	Température	°C	30	30
2	PH	--	6,5-8,5	6,5-8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et compos	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

Dans le présent cas d'étude, les eaux usées traitées au niveau de la STEP de CEVITAL ; Bejaia, Sont contrôlées par la mesure des paramètres de pollution édictés par la législation Algérienne. Ces derniers concernent les effluents liquides issus des procès de fabrication de produits agroalimentaires à base des matières grasses.

Tableau 2 : Valeurs limites des paramètres de pollution dans les industries à Corps gras (JORADP, 2006).

N°	Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limites anciennes installation
1	Température	°C	30	30
2	PH	--	5,5-8,5	6-9
3	DBO ₅	mg/l	200	250
4	DCO	"	700	800
5	MES	"	150	200

PH : Potentiel d'hydrogène

DBO5 : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies sur le tableau 2 et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

II.2) Importance de la protection de l'environnement pour l'entreprise

La maîtrise des déchets est un enjeu majeure de la protection de notre environnement, pour l'entreprise c'est un :

- Enjeu réglementaire ;
- Enjeu financier ;
- Enjeu image de marque.

La bonne maîtrise des rejets industriels, traduit les qualités de l'entreprises et lui permet de gagner la confiance des riverains, des clients, des assureurs, des associations diverses, de l'administration...etc.

L'environnement est un élément clef dans l'entreprise, d'ailleurs il est considéré comme source de nouvelles opportunités telles que :

- Réduction des risques et des charges ;
- Consolidation des positions commerciales ;
- Amélioration des conditions du travail ;
- Motivation du personnel ;

- La confiance des pouvoirs publics ;
- Meilleure image de marque vis-à-vis du public et des riverains.

Cela peut se concrétiser avec la mise en place d'un système de management de l'environnement (ISO 14001) qui est une certification de la conformité des effluents traités et les bonnes conditions de travail au sein de l'entreprise.

II.3) Notion du développement durable

Aujourd'hui, l'objectif final des établissements industriels est d'atteindre le développement durable qui signifie leur perpétuation dans le temps. La notion du développement durable se compose de trois éléments complémentaires (sans l'un d'eux cet objectif ne s'approuve pas).

Les composantes du développement durable :

- Les investissements : C'est l'ensemble des projets d'expansion des filières de production, et l'amélioration de la rentabilité des ventes ;
- La société : Qui représente le personnel de l'entreprise. De plus l'effectif est important de plus la société est satisfaite ;
- L'environnement : Donne l'image et les attentions de l'entreprise envers l'extérieur (milieu naturel, clients, riverains...etc.)

Conclusion

Vue la réglementation Algérienne, et la qualité de l'effluent à traiter. CEVITAL; Béjaïa contrôle le bon fonctionnement de sa STEP par l'analyse des paramètres de pollution (DBO₅, DCO, MES, pH et température) qui sont répertoriés dans le tableau des industries agroalimentaires à corps gras du journal officiel de la République Algérienne démocratique et populaire (2006).

« Survie de l'environnement = Survie de l'entreprise »



Chapitre III : Processus de traitement des eaux usées

Introduction

Les eaux usées industrielles sont des déchets liquides ou solides obtenus lors de l'extraction et de la transformation des matières en produits industriels, ainsi que lors de l'utilisation de ces produits pour la fabrication d'articles de consommation.

Les établissements industriels reçoivent des quantités importantes d'eau qui toute en restant absolument nécessaire à leur bonne marche, n'est qu'en très faible partie réellement consommée. Les eaux résiduaires industrielles sont extrêmement variées selon le genre d'industrie dont elles proviennent (agroalimentaire, papeterie, savonnerie...etc.).

Ces eaux sont très différentes des eaux usées domestiques. En plus des matières organiques, azotées ou phosphatées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds et des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un traitement particulier de la part des industries avant d'être rejeté dans les réseaux de collecte (RAHAL et RAMDANE., 2009).

III.1) Définition d'une station d'épuration des eaux usées (STEP)

La STEP est un atelier qui permet l'épuration des eaux usées des habitants et des industriels raccordés au réseau d'assainissement ainsi que des eaux pluviales (pour les réseaux non-séparatifs). Elle rejette dans le milieu naturel une eau épurée, ainsi qu'un résidu (les boues) (RAKHA., 2005).

La station d'épuration reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. Elle comporte plusieurs étages (Fig.1), l'étage primaire constitué par les prétraitements et la décantation primaire, l'étage secondaire associe l'épuration biologique et la décantation secondaire. Enfin, lorsque la nécessité d'un traitement poussé apparaît, un traitement tertiaire est ajouté.

La STEP est souvent conçue pour le traitement d'un effluent bien déterminé, c'est selon sa charge polluante et son débit moyen que le choix des processus de traitement et des dimensions des équipements de la STEP, qu'elle sera mis en évidence.

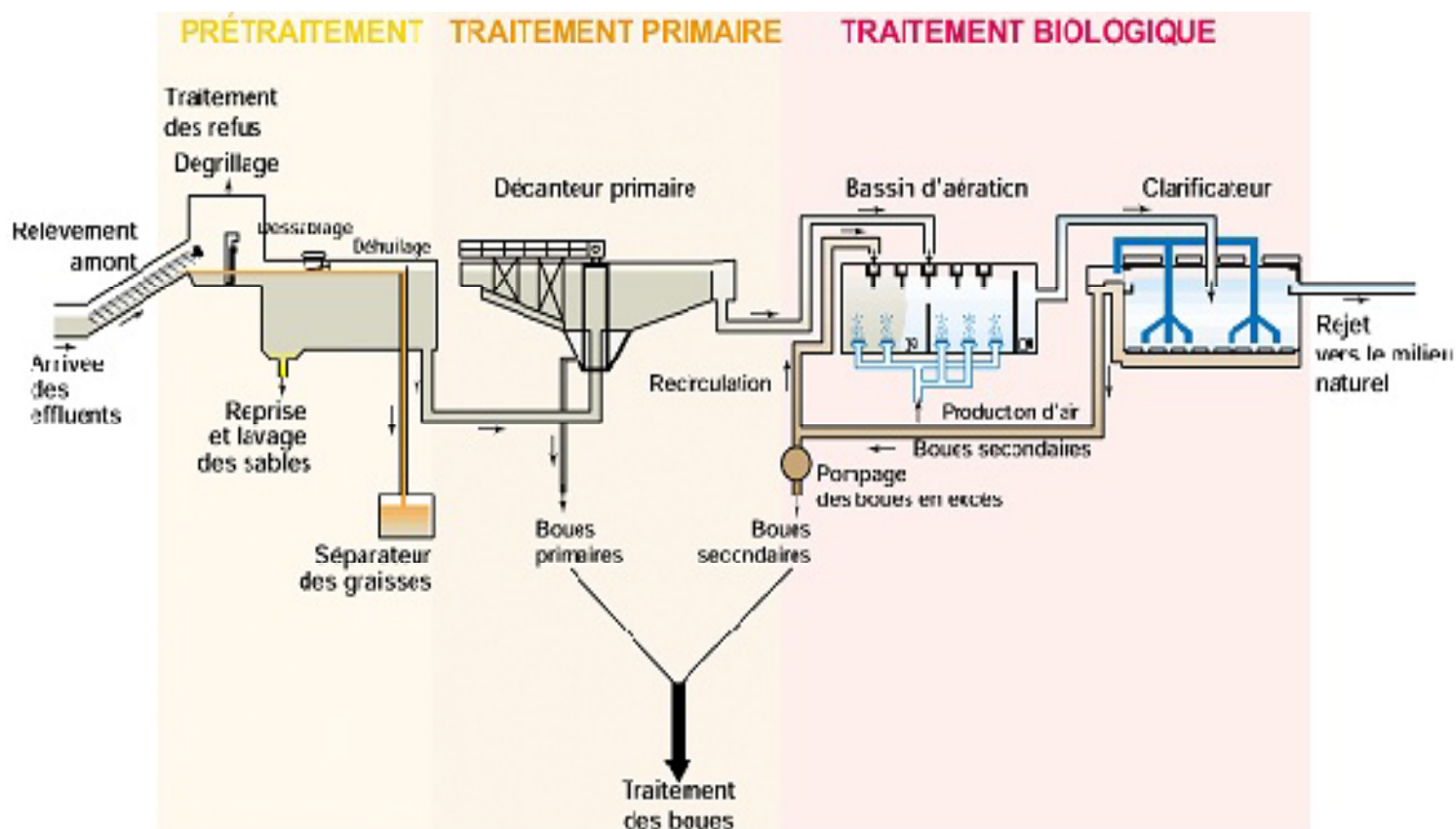


Figure 1 : Schéma générale de fonctionnement d'une station d'épuration des eaux usées à boues activées (AUSSEL et GALTIER., 2004).

III.2) Les étapes de traitement des eaux usées

III.2.1) Traitement préliminaire ou prétraitement

Les eaux brutes doivent généralement subir, un prétraitement qui comporte un certain nombre des opérations unitaires physiques ou mécaniques. Ces dernières sont destinées à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible des éléments dont la nature ou la dimension constituent un obstacle pour les traitements ultérieurs (DEGREMENT., 1989).

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épurations, quelques soit les procédés mis en oeuvre en l'aval.

Les eaux usées sont généralement soumises dans les stations d'épuration aux traitements suivant :

III.2.1.1) Le dégrillage

A l'entrée de la station d'épuration, les eaux usées doivent subir un dégrillage parfois un tamisage. Ainsi, les matières volumineuses (flottantes, etc.) sont retenues à travers une grille. Cette opération est toujours effectuée, si possible, avant la station de relevage, afin de

protéger les pompes ou les vis d'Archimède et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement (SATIN et COLL., 1999).

III.2.1.2) Le dessablage

Le dessablage concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100 µm.

L'élimination des sables présents dans les eaux usées est une opération indispensable pour :

- Eviter les dépôts dans les canalisations induisant leur bouchage ;
- Protéger les pompes et autres organes mécaniques contre l'abrasion ;
- Eviter de perturber les autres stades de traitement ;
- Réduire la production des boues (SATIN et COLL., 1999).

III.2.1.3) Dégraissage-déshuilage

Les huiles libres et les matières grasses flottantes sont éliminées des eaux par séparation gravitaire, les huiles qui ont une densité inférieure à celle de l'eau viennent flotter à la surface du séparateur d'où elles sont enlevées par écumage en vue d'un recyclage ou d'un versage.

Dans le cas de suspension d'huile finement dispersée, il peut être nécessaire d'introduire une étape de coalescence en amont du séparateur, ou bien par l'ajout d'agent flocculant (BEAUDRY., 1984).

III.2.2) Traitement primaire

III.2.2.1) Décantation

Les procédés de décantation consistent, d'une part en l'élimination de 50 à 60% des matières en suspension décantables et d'autre part de réduire les caractéristiques dimensionnelles avales d'élimination de pollution carbonée.

Le principe de ces procédés de séparation solide-liquide est basé sur la pesanteur.

La viscosité du liquide, le diamètre et la densité de la particule à décanter conditionnent la vitesse de chute dans un décanteur. A partir de ces données STOKES a établi une loi qui exprime la vitesse limite de sédimentation d'une particule.

$$V_p = \frac{g (\rho_p - \rho_l) d^2}{18\eta}$$

Avec - ρ_p : masse volumique de la particule - ρ_l : masse volumique du liquide

-d : Diamètre apparent de la particule -g : accélération de la pesanteur

- η : viscosité dynamique de l'eau

III.2.2.2) Coagulation floculation

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules de très faible diamètre : les colloïdes. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible. Le temps nécessaire pour parcourir 1 m en chute libre peut être de plusieurs années. La coagulation et la floculation sont les processus qui permettent l'élimination des colloïdes. La coagulation consiste à les déstabiliser. Il s'agit de neutraliser leurs charges électrostatiques de répulsion pour permettre leur rencontre. La floculation rend compte de leur agglomération en agrégats éliminés par décantation et/ou filtration (CARDOT., 1999).

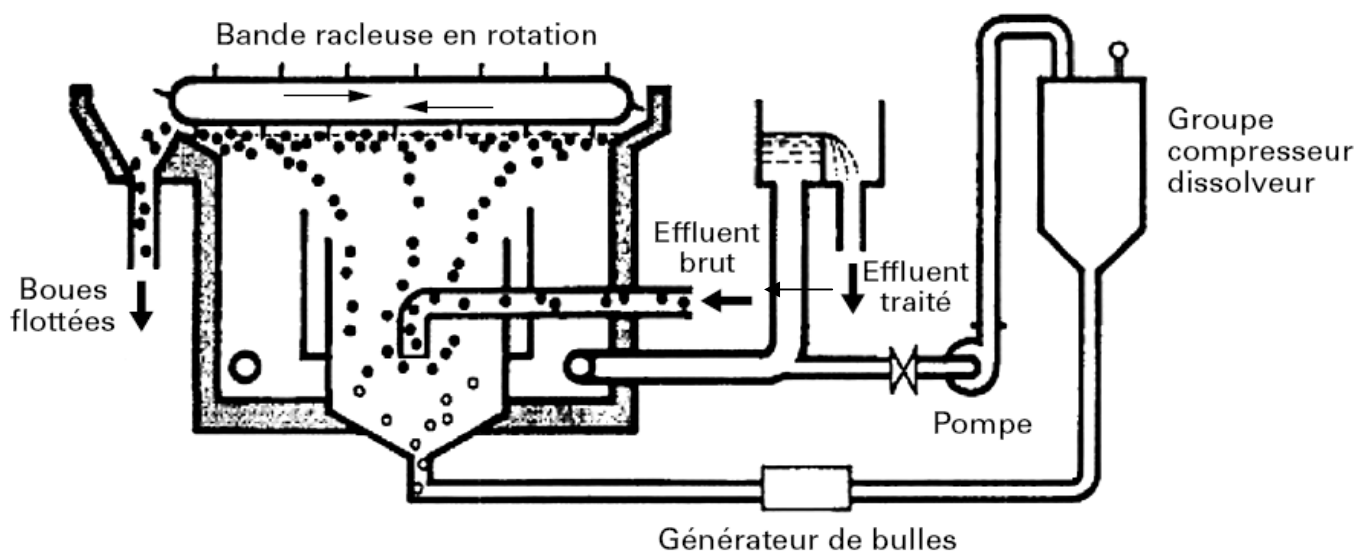


Figure 2 : Schéma représentatif d'un système de flottation à pressurisation (BLAZY et JDID., 2004).

III.2.3) Traitement secondaire

III.2.3.1) Traitement biologique

La pollution organique dissoute ou sous forme finement colloïdale est constituée essentiellement des matières carbonées et dans une moindre mesure des matières azotées et phosphorées.

Les procédés d'épuration préliminaire et primaire sont pratiquement à faible effet sur les matières dissoutes à l'exception d'une faible adsorption sur les floes de particules colloïdales. Pour éliminer ces matières il faut donc faire appel à d'autres méthodes.

D'un point de vue technique, des procédés comme l'évaporation ou les procédés à membranes semi-perméables comme la nano filtration ou l'osmose inverse sont en mesure d'éliminer ces matières dissoutes, mais comme ces technologies sont trop onéreuses et difficile à maintenir en bon fonctionnement, c'est pourquoi l'essentiel des pollutions organiques dissoutes

est éliminé par les techniques biologiques, solution actuellement et pour longtemps nettement plus économique que les autres techniques.

III.2.3.2) Traitement par boues activées (aérobie)

Ce procédé est une intensification du processus naturel d'autoépuration des cours d'eaux : il consiste à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin d'aération alimenté en eaux usées.

Dans ce bassin d'aération, les bactéries aérobies sont soumises à une oxygénation intense. Sous l'effet de cette oxygénation, les bactéries se développent rapidement, elles assimilent les matières organiques contenues dans l'effluent qui circule en courant continu et elles s'agglutinent en flocons gélatineux qui décantent pour constituer des masses de flocons appelées boues activées.

Les boues activées sont entraînées par l'effluent qui s'évacue en gravité du bassin d'aération vers le clarificateur. Une partie des boues récupérées dans le clarificateur sont renvoyées dans le bassin d'aération pour y maintenir le taux de bactéries nécessaires au traitement des matières dégradables contenues dans l'effluent (MASSON., 2000).

III.2.3.3) Traitement biologique anaérobie

Les procédés anaérobies sont utilisés pour la stabilisation des boues organiques ou de substrats solubles. Ces derniers sont transformés en produits gazeux finaux.

La plupart des acides gras à longue chaîne se fermentent par des microorganismes spécifiques en CH_4 , CO_2 et acides gras à chaîne plus courte.

Dans de bonnes conditions, la digestion anaérobie des boues produit de 1.06 à 1.25 m^3 gaz/kg MVS détruite ; le gaz contient environ 65% de méthane (ECKENFELDER., 1982).

III.2.3.4) Traitement par lagunage

. Le lagunage consiste à l'utilisation d'étangs naturels ou artificiels comme milieu récepteur des effluents bruts ou traités (GAID., 1993).

On distingue deux types de lagunage :

➤ Lagunage naturel

Le lagunage naturel utilise comme seule source d'énergie le vent et le soleil. L'apport de l'oxygène est assuré par les échanges avec l'atmosphère au niveau du plan d'eau et par les végétaux à chlorophylle.

➤ Lagunage aéré

Il consiste à intensifier l'activité aérobie par un brassage et une aération artificielle par des aérateurs mécaniques flottants ou fixes ou une insufflation d'air (GROSCLAUDE.G, 1999).

III.2.3.5) Traitement par lits bactériens

Les lits bactériens, ou lits à ruissellement, sont des réacteurs biologiques à cultures fixées utilisant un matériau support généralement en PVC ou polypropylène ; les garnissages se présentent en système ordonné sous forme de modules ou en vrac. L'effluent à traiter est distribué en continu au niveau supérieur du lit par un distributeur rotatif (cas de filtres circulaires) constitué de plusieurs rampes percées d'orifices et monté sur un pivot central qui tourne dans un plan horizontal. Les performances épuratoires du lit bactérien dépendent de l'épaisseur du biofilm et de la bonne répartition des effluents à traiter ; l'hydraulique du système est primordiale pour l'optimisation de ces paramètres. La recirculation d'une partie des effluents traités doit permettre l'obtention d'un taux d'arrosage suffisant afin de réaliser un autocurage efficace. L'aération est généralement réalisée par tirage naturel ou par ventilation forcée.

En sortie du lit bactérien, le mélange (eau traitée + biomasse) transite par une étape de décantation.

Il est le principal procédé d'épuration biologique dans les années 50, l'utilisation du lit bactérien est maintenant très limitée.

III.2.4) Traitement tertiaire ou traitement de finition

L'étape de traitement tertiaire permettant de réduire à des teneurs très basses ou d'éliminer les matières polluantes au moyen de procédés physiques, chimiques ou biologiques tels que la filtration, le lagunage de finition et la désinfection (Journal officiel de la république Algérienne, 2010).

La principale méthode utilisée est la désinfection par le chlore, la désinfection peut également s'effectuer avec l'ozone ou le brome. Il y a aussi le lagunage naturel tertiaire qui assure l'exposition des microorganismes pathogènes aux rayonnements solaires ou la désinfection par Ultraviolets.

III.2.4.1) Filtration

La filtration sur sable est une des méthodes fréquemment employées et très robuste pour enlever les matières en suspension de l'eau. Le filtre se compose de plusieurs couches de sable de taille et de densité différente. Quand l'eau traverse le filtre, la matière en suspension précipite dans les couches de sable et l'eau, qui contient moins de matière en suspension s'écoule hors du filtre. Quand les filtres sont chargés en particule on inverse la direction du flux afin de le régénérer. Les petites particules passent à travers le filtre à sable, par conséquent une deuxième filtration est en général nécessaire.

III.2.4.2) Electrodialyse

C'est une technique de séparation sélective des espèces dissoutes ionisées dans une solution, par migration des ions à travers une membrane sous l'action d'un champ électrique.

III.2.4.3) Désinfection

L'eau à désinfecter transite dans un chenal ouvert dans lequel sont placées des lampes émettant un rayonnement ultraviolet qui a la propriété d'agir directement sur les chaînes moléculaires (ADN-ARN) des cellules des micro-organismes, ce qui interrompt le processus de vie et de reproduction de ces pathogènes. L'eau désinfectée peut ainsi rejoindre le milieu naturel sans risque pour la santé des individus (RAKHA., 2005).

III.2.4.4) Echange d'ions

Les échangeurs d'ions sont des substances granulaires insolubles, comportant dans leur structure moléculaire des radicaux acides ou basiques susceptibles de permuter, sans modification apparente de leur aspect physique, et sans altération ou solubilisation, les ions positifs ou négatifs, fixés sur des radicaux, contre des ions de même signe se trouvant en solution dans le liquide à leur contact.

III.2.4.5) Procédés d'élimination de l'azote et de phosphore :

Les procédés les plus employés sont classés en deux grandes catégories :

III.2.4.5.1) Physico-chimiques

- Stripping (NH_4^+) ;
- Résines échangeuses d'ions ;
- Electrodialyse ;
- Traitement électrochimique (NH_4^+).

III.2.4.5.2) Biologique :

- L'élimination de phosphore :
 - ✚ L'assimilation du phosphore ;
 - ✚ La minéralisation du phosphore organique.
- L'élimination de l'azote :
 - ✚ Assimilation ;
 - ✚ Nitrification.

Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais aussi celui d'un personnel hautement qualifié (GOMMELLA et GUEREE., 1983).

III.2.5) Traitement des boues formées

Les boues se présentent avant le traitement sous forme liquide avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes quelle que soit la destination des boues et imposent la mise en place d'une filière de traitement, c'est-à-dire une suite organisée de procédés qui agissent de façon complémentaire (SELHANI., 2009).

On distingue trois grands types de traitement des boues :

- Des traitements de **stabilisation par séchage** dont l'objectif est de réduire le caractère fermentescible des boues pour atténuer ou supprimer l'odeur nauséabonde ;
- Des traitements de **réduction de la teneur en eau** des boues, visant à diminuer la quantité de boues à stocker et à épandre, ou à améliorer leurs caractéristiques physiques (tenue en tas notamment) ;
- Des traitements de désinfection qui visent à éradiquer la charge en microorganismes pathogènes. Ils ne sont mis en œuvre que dans des contextes particuliers.

Conclusion

Les différentes techniques de traitement des eaux usées, citées ci-dessus sont combinées de façon adéquate avec les charges polluantes à éliminer et sont représentées sur le schéma suivant :

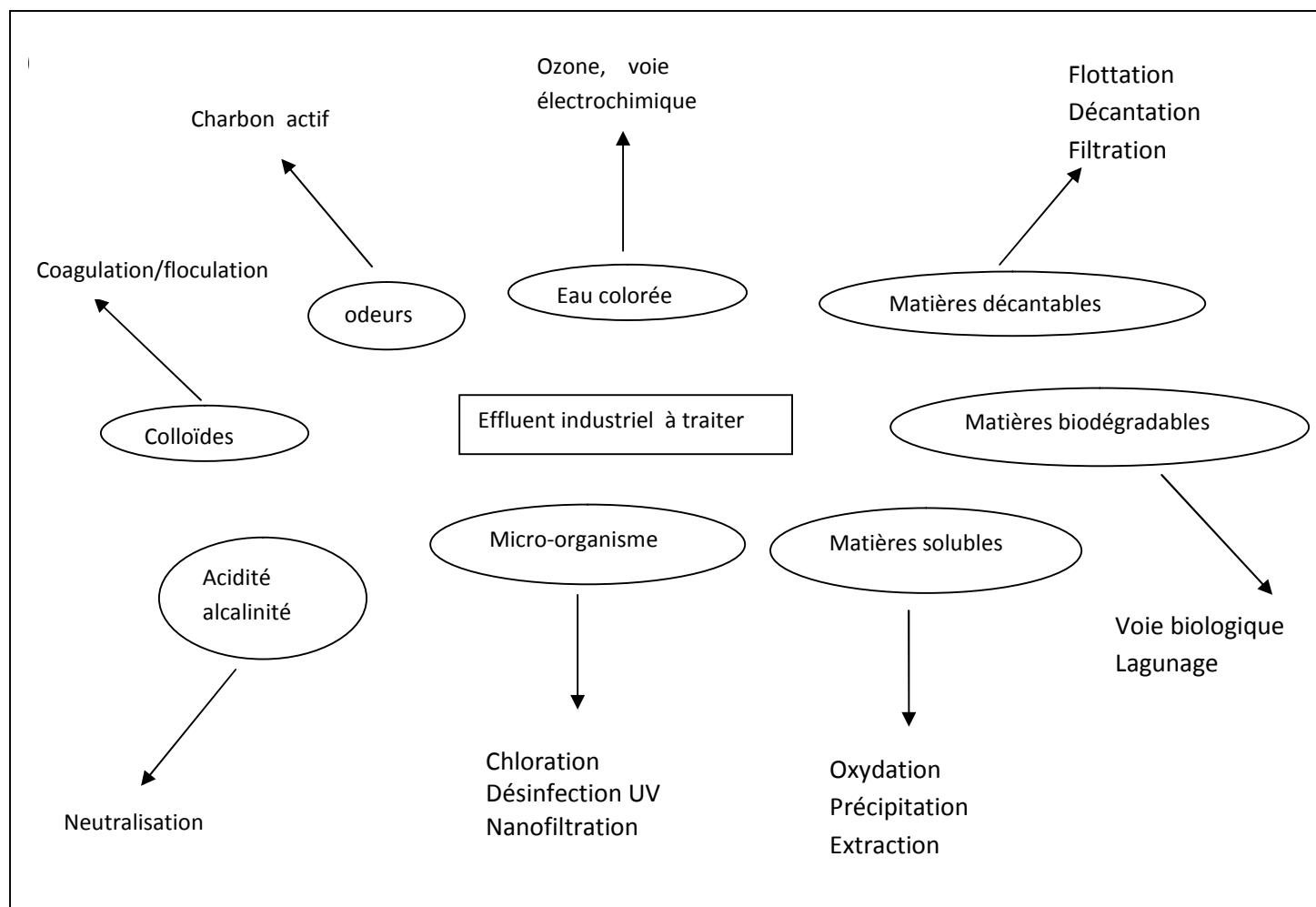


Figure 3: Exemples de méthodes envisageables pour traiter un effluent industriel montrant diverses contaminations (GREGORIO et PIERE-MARIE., 2009).

**2^{ème} PARTIE : ÉTUDE
EXPÉRIMENTALE**

***Chapitre IV : Présentation de la Spa
CEVITAL ; Béjaia***

IV.1) Définition

CEVITAL est une Société par Actions au capital privé de 68 ,760 milliards de DA. Elle a été créée en Mai 1998. Elle est l'un des fleurons de l'industrie agroalimentaire en Algérie qui est constituée de plusieurs unités de production équipées de la dernière technologie et poursuit son développement par divers projets en cours de réalisation. Son expansion et son développement durant les 5 dernières années, font d'elle un important pourvoyeur d'emplois et de richesses. CEVITAL Food est passé de 500 salariés en 1999 à 3996 salariés en 2008, et on entreprit la construction des installations suivantes:

- Raffinerie Huile ;
- Margarinerie ;
- Silos portuaires ;
- Raffinerie de sucre.

IV.2) Historique de CEVITAL

CEVITAL est une entreprise privée spécialisée dans la production agro-alimentaire, créé en 1998, sous classification juridique d'une société par action (SPA) dont les principaux actionnaires sont Monsieur ISSAD REBRAB et fils avec un capital social de 970 000 000 00 DA. Ce dernier a subi plusieurs extensions en 2000, il passe du 1200 000 000 DA, en 2001 il s'élève à 3 900 000 000 DA, en 2004 par contre il a évalué à 2 100 000 000 DA et aujourd'hui, il atteint le 68 760 000 000 DA.

CEVITAL a créé 3494 emplois sur 9 ans (1999-2008), soit en moyenne 388 emplois par an, sans compter plusieurs dizaines de milliers d'emplois indirects que génère l'activité de CEVITAL. Elle a plusieurs centaines de sous traitants, et elle loue chaque jour près de 100 à 200 semis - Remorques.

CEVITAL est implantée au nouveau quai du port de BEJAIA à 3 km du sud-ouest de cette ville, approximativement de la route nationale 26 soit 280 km d'Alger, ce qui fait que cet emplacement géographique lui est bénéfique car elle se trouve approximativement de l'aéroport, du port, et de la zone industrielle d'Akbou.

Cet emplacement lui permet aussi de posséder un quai privé, la prédisposant à l'accostage de cargo de 40 000 à 60 000 tonnes.

IV.3) Activités et parts de marché

A son lancement en 1998, le complexe CEVITAL s'est spécialisé et concentré sur la production des huiles végétales, depuis, le complexe agro-alimentaire a élargi ses activités, en effet il produit :

Huiles végétales : Avec une capacité de production de 570 000 tonnes / an, occupe une part du marché national de 70%, permettant à l'Algérie de passer du stade d'importateur à celui d'exportateur (elle exporte vers le Maghreb et le Moyen Orient, en projet pour l'Europe). Elle fabrique actuellement huit catégories d'huile.

Margarinerie et Graisses végétales : Elle à une capacité de production de 180.000 Tonnes/an, occupe une part de marché national de 30% et elle exporte vers l'Europe, le Maghreb et le Moyen Orient...

Sucre blanc : Entrée en production le 1^{er} semestre 2009, une capacité de production de 650 000 tonnes/an avec extension à 1 800 000 tonnes/an. Avec une part du marché national de 85%, et pour ce qui concerne les exportations ,350 000 tonnes/an a été exporté en 2009 et 900 000 tonnes/an dès 2010.

Sucre liquide : CEVITAL a une capacité de production de 219 000 Tonnes/an matière sèche et de 326 856 Tonnes/an Sucre liquide, exportation de 25 000Tonnes/an en prospection.

Boissons : *dont on distingue* :

-*Eau minérale* : Lancement de la gamme d'eau minérale « Lalla Khadîdja » et de boissons gazeuses avec une capacité de production de 3 000 000 bouteilles par jour.

-*Jus de fruits* : Réhabilitation de l'unité de production de jus de fruits « EL KSEUR » et le Sodas.

IV.4) Situation géographique

La spa CEVITAL est implantée à l'extrême –Est du port de Bejaia, à 36,73° de latitude et 5,07° de longitude, elle est soulevée de 2 m du niveau de la mer. Installée sur un terrain à l'origine marécageux et inconstructible qui a été récupéré en partie d'une décharge publique, viabilisé avec la dernière technologie de consolidation des sols par le système de colonnes ballastées, ainsi qu'une partie à gagner sur la mer.

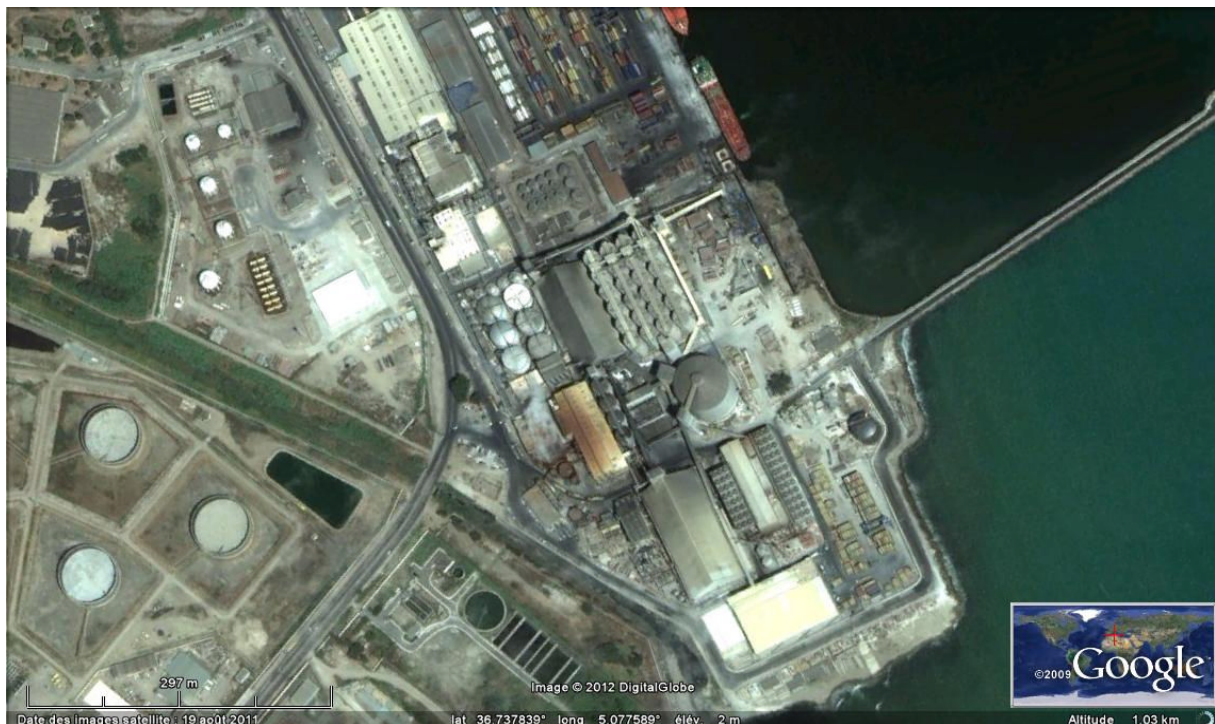


Figure 4 : Photo satellite de la spa CEVITAL ; Béjaia (Google Earth, 2011).

IV.5) L'organisation de CEVITAL

CEVITAL fonctionne selon une structure fonctionnelle et décentralisée tout en bénéficiant des avantages de cette combinaison qui met en avant les principes de commandement, (la verticalité de la circulation de toutes informations et données) et offre plus de spécialisation et de fluidité.

IV.6) Direction QHSE :

Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement. Cette direction subdivisée en trois départements.

Département management de la qualité : Charger de système documentaire, audit et amélioration et coordinateur qualité HACCP.

Département contrôle qualité : CEVITAL donne une grande importance au contrôle de qualité de ses produits, pour cela elle dispose de 4 laboratoires pour chacune des unités de production et d'un pilote dédié à l'innovation et à la recherche et développement. Les laboratoires de contrôle de qualité travaillent d'ailleurs en parfaite collaboration avec la direction de la production.

Département H.S.E: C'est un département dont la fonction principale est de veiller à la sécurité de l'environnement de telle sorte d'éviter la pollution.

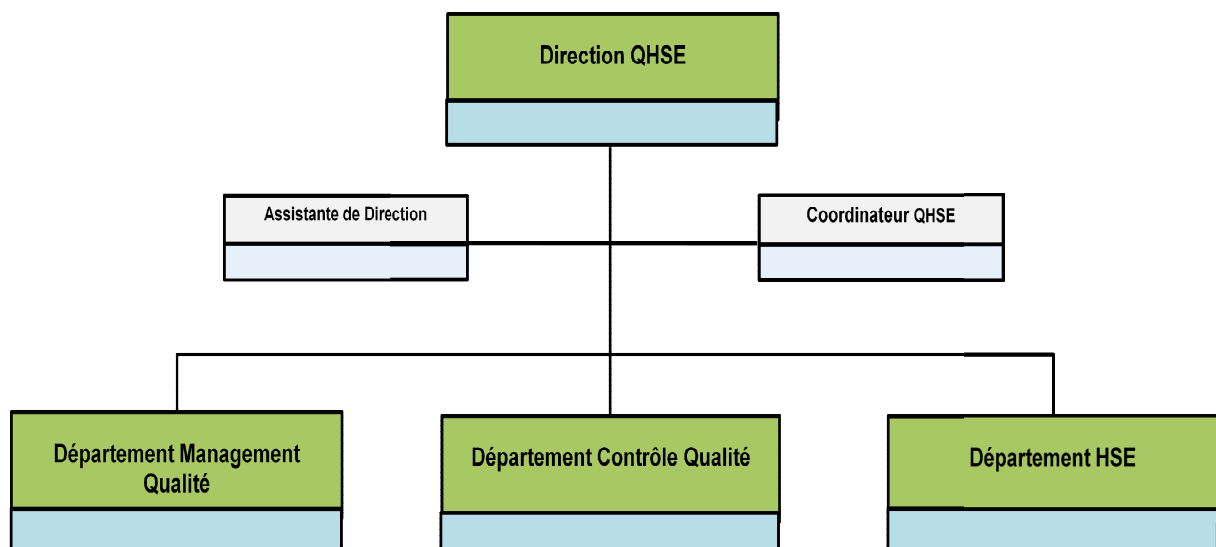


Figure 5 : l'organigramme de la direction QHSE de CEVITAL ; Béjaia (Document interne de CEVITAL ; Béjaia)

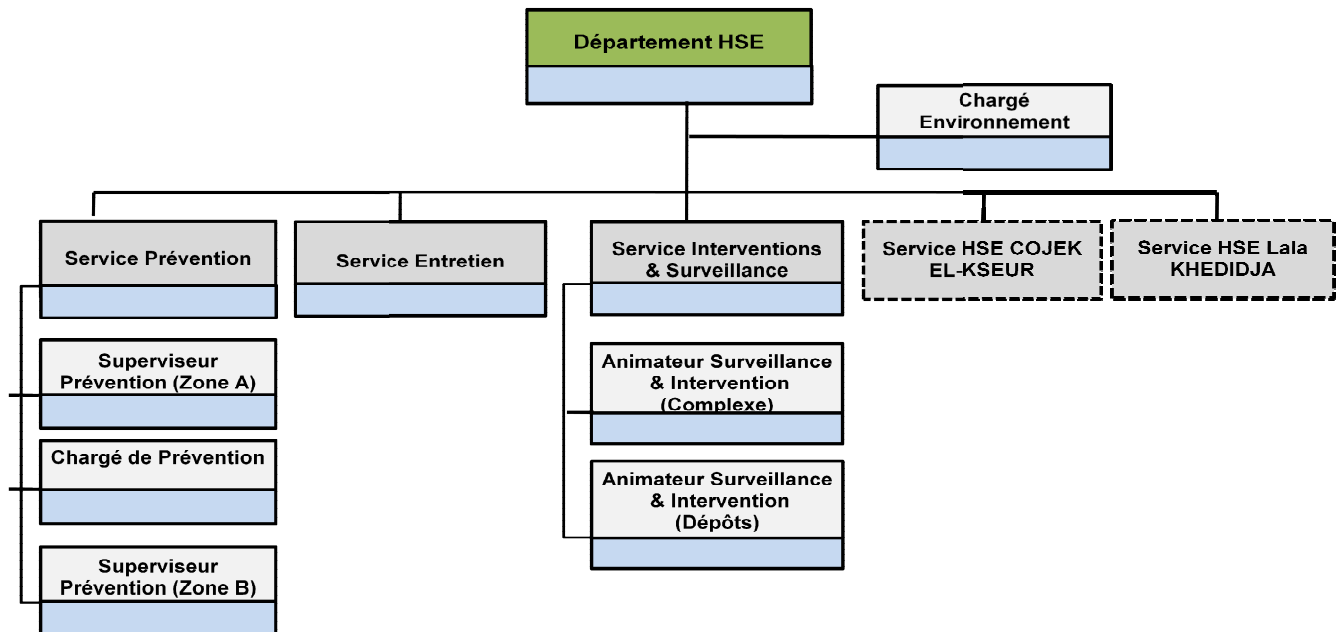


Figure 6 : l'organigramme du département HSE de CEVITAL ; Béjaia (Document interne de CEVITAL ; Béjaia)

IV.7) Missions et objectifs

En général le but de CEVITAL est de développer sa production dans l'ordre de la quantité, la qualité et la sécurité en ce qui concerne les huiles, le sucre et la margarine dans le but de satisfaire la clientèle ou encore tout simplement gagner sa fidélité. On peut énumérer les objectifs de CEVITAL comme suit :

- Extension de ses produits sur tout le territoire national ;
- Importation des graines oléagineuse pour l'extraction directe des huiles brutes ;
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché algérien du travail ;
- Encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuse ;
- Utiliser plus de technologie en suivant les innovations électronique et technologique pour augmenter le volume de sa production ;
- Elargir le marché étranger, par le développement de ses capacités de production des articles exportable (Document interne de CEVITAL., 2011).

*Chapitre V : Présentation de la
STEP de CEVITAL ; Béjaia*

Introduction

Un certain nombre de recommandations sont à respecter pour l'étude d'un projet de station d'épuration. Les caractéristiques de son emplacement, de l'environnement et du réseau d'assainissement sont essentielles. La connaissance des effluents à traiter en terme de concentration, de biodégradabilité et du débit nous concerne plus particulièrement (CARDOT.C, 1999).

V.1) Présentation

Au niveau de CEVITAL, l'eau brute utilisée est une eau de forage issue d'un puits artésien situé à Ibourassen (Béjaia). Cette eau subit une déminéralisation au niveau de l'osmose inverse et un traitement thermique et chimique au niveau de la chaufferie et de la cogénération pour une production de la vapeur d'eau et du gaz carbonique. Ces derniers sont utilisés dans les raffineries de sucre, la raffinerie d'huile et la margarinerie.

Toutes les eaux résiduaires issues des différentes unités sont traitées dans la station d'épuration. Les eaux de rejet sont évacuées par les égouts, et les boues récupérées sont soit rejetées, soit incinérées ou alors utilisées en agriculture.

V.2) Caractéristiques de l'eau à traiter

- DCO : 34000 mg/l
- DBO/DCO : 0,6
- Graisses et Huiles : 6000 mg/l
- pH : 7 – 8
- Température : 80°C maximum

V.3) Qualité d'effluent traité

- | | | |
|-----------------|----------------------|-----------------|
| - DBO : 250 ppm | - DCO : 800 ppm | - MES : 200 ppm |
| -PH : 6 – 9 | -Température : 30 °C | |

V.4) Points d'échantillonnage

Les différents points d'échantillonnage au niveau de la Station d'épuration sont :

- Les eaux d'entrée ;
- Les eaux de la section 24 ;
- Les eaux de la DAF SEGHERS (Dissolved Air Flottation);
- Les eaux de la DAF 1 et 2;
- Les eaux de rejet ;
- Les eaux de rejet filtrées.

Le but principal de la station d'épuration est évidemment d'obtenir un effluent de bonne qualité. Ce dernier est donc un point de contrôle très important.

V.5) Schéma représentatif du fonctionnement de la STEP de CEVITAL ; Béjaia

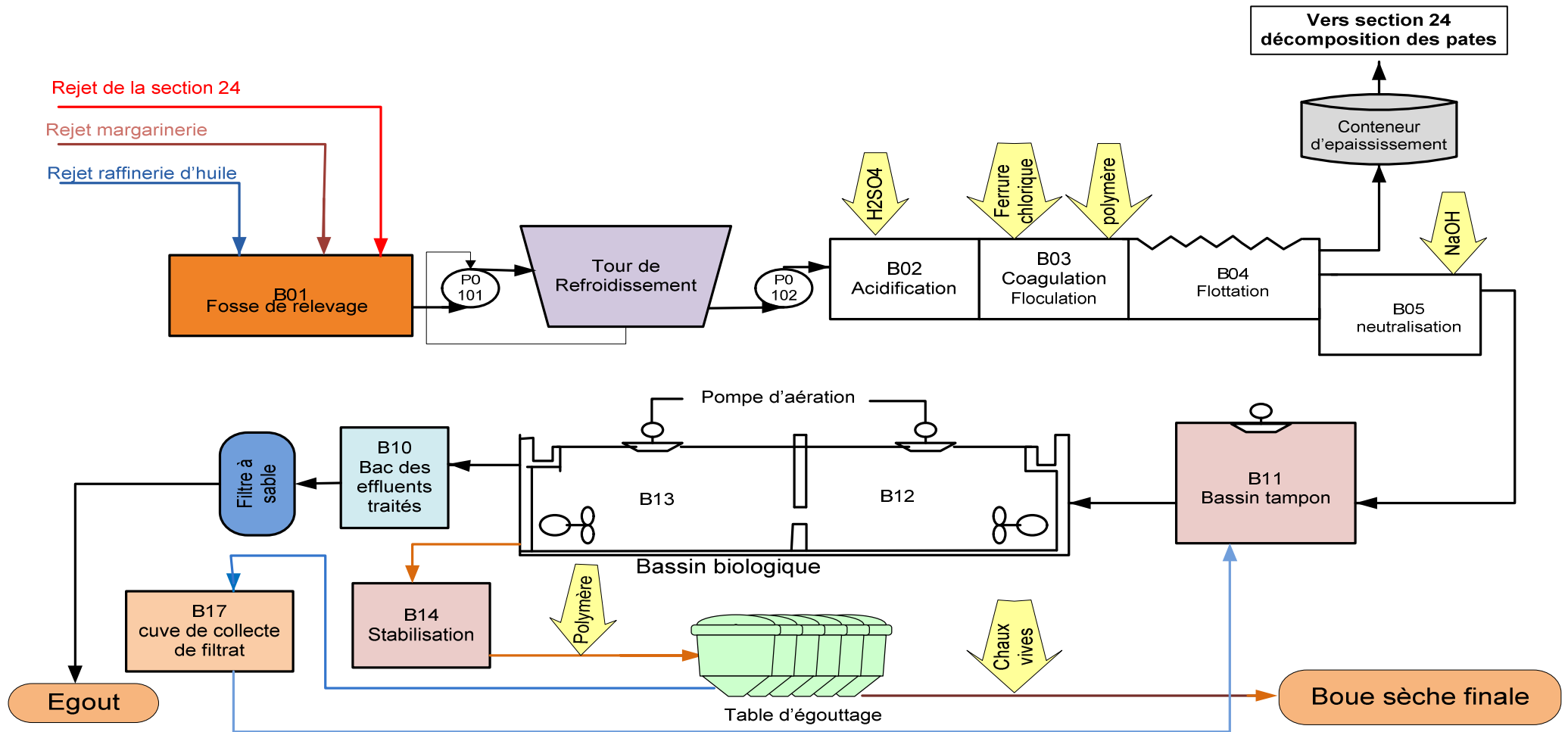


Figure 7 : Schéma des procédés de l'épuration des eaux résiduaires.

V.6) Les étapes de l'épuration des eaux résiduaires

L'unité d'épuration de la raffinerie d'huile et de la margarinerie est constituée d'un système 'DUO-UNITANK'. Cette installation est dimensionnée pour le traitement des eaux d'une charge en matières grasses de 6g/L avec un débit de 18 m³/h. Une extension de cette installation a été complétée par un traitement physico-chimique (INFILCO) de 30m³/h. La gestion du traitement se fait d'une manière régulière et rigoureuse. L'épuration se produit selon les étapes énumérées ci- dessous :

V.7) Prétraitement (Fosse de relevage - tour de refroidissement)

Après un dégrillage grossier qui Consiste à faire passer les eaux résiduaires au travers d'une grille dont les barreaux retiennent les éléments les plus grossiers, les eaux résiduaires sont collectées dans une fosse de relevage où se produit une pré-décantation et sont envoyées vers une tour de refroidissement pour abaisser la température de 80°C à 30°C.

V.8) Traitement physico-chimique

En amont du traitement biologique, les eaux résiduaires sont traitées dans 3 compartiments de déshuilage-dégraissage qui s'appel DAF (Dissolved Air Flottation).

V.8.1) Acidification

Au niveau du bassin B02, de l'acide sulfurique (H₂S) est dosée pour permettre la rupture des liaisons chimiques entre les atomes des résidus organiques, afin de décomposer les matières grasses, ce qui favorise leur traitement.

V.8.2) Coagulation – Flocculation

La coagulation est un procédé physico-chimique qui facilite l'agglomération des particules solides fines et tout particulièrement les colloïdes. La décantation des particules colloïdales est pratiquement impossible sous l'effet de la gravité ; il est alors procédé à l'ajout de métaux trivalents tels que l'aluminium ou le fer pour favoriser l'agglomération des colloïdes et la formation de floccs. La flocculation a pour but le grossissement des floccs formés lors de la coagulation. C'est une phase de séparation entre solide et liquide, suite à l'injection des agents flocculant tel que le polyélectrolyte Les floccs ainsi formés sont capables de flotter dans le compartiment de flottation.

V.8.3) Flottation (DAF) :

Le dégraissage ou le déshuilage s'effectue par le phénomène de flottation par une injection d'air au fond de l'ouvrage permettant la remontée en surface des corps gras. La flottation s'accélère à l'aide de microbulles formées en pressurant tout du débit traité dans le bassin de saturation. L'eau pressurisée est dirigée vers le flottateur qui travail à pression atmosphérique. Les graisses sont raclées à la surface par un racleur et récupérées puis évacuées vers le conteneur d'évacuation pour être acheminer vers la section de décomposition des pâtes. L'effluent clarifié coule vers le bassin B05 au niveau duquel les eaux sont neutralisées avec de la soude (NaOH) pour obtenir un pH entre 7 et 8 dans le bassin biologique.

V.8.3) Bassin tampon B11

Le bassin tampon (B11) sert à l'égalisation qualitative (concentration des polluants) et quantitative (débit) des eaux résiduaires pour que le bassin biologique reçoit des eaux uniformes. Le bassin est homogénéisé et aéré à l'aide d'un hydro-éjecteur.

V.8.4) Traitement biologique (Bassin biologique : réacteur DUO-UNITANK)

Le principe du traitement biologique consiste à développer un floc bactérien dans un bassin alimenté en eaux résiduaires et en oxygène (pour la prolifération des bactéries) et effectuer un brassage par une agitation pour assurer un contact satisfaisant entre le substrat et les boues et éviter la décantation. Les eaux brutes préalablement préparées sont mélangées avec les boues activées et la dégradation de la matière organique s'effectue selon la réaction :

Eaux brutes + O₂ + boues activées = CO₂ + H₂O + Boues activées produites.

NB : C'est une réaction trop simplifiée !

L'intensité et la vitesse de réaction dépend de ces éléments qui sont d'importance particulière pour l'efficacité du traitement. Les bactéries se multiplient et s'agglomèrent en petits flocons qui se déposent dès l'arrêt de l'aération. Les micro-organismes croissent la quantité des boues dans l'installation, et afin de maintenir la concentration de ces dernières constantes, on procède régulièrement à l'extraction des boues en excès. Les boues sont recyclées de façon continue, car il a été mis en évidence que l'épuration est plus rapide avec des boues déjà utilisées, d'où l'expression de boues activées. Le réacteur biologique fonctionne par cycle et suivant les étapes énumérées ci-dessous :

V.8.4.1) Première phase principale

A) Phase d'alimentation

Pendant cette phase, les eaux résiduaires sont pompées du bassin B11 vers la cuve aéré /agitée B12. La suspension des boues est déplacée à travers le trou de connexion entre les deux bassins vers la cuve B13 où l'aération est arrêtée et où les boues peuvent sédimenter. L'effluent coule gravitairement via une vanne ouverte vers le bassin d'effluent, puis vers le venturi K15 et enfin vers les égouts.

B) Phase de non alimentation

Durant cette phase, l'eau n'est plus pompée vers le bassin biologique B12 ; cela veut dire que les vannes ouvertes pendant la phase d'alimentation seront fermées.

C) Première phase intermédiaire

Pendant cette phase, le fonctionnement du compartiment B12 est changé. L'aération/agitation est arrêté dans B12 de sorte que les boues en suspension puissent sédimenter. Ceci est une étape préparatoire pour la phase principale suivante.

V.8.4.2) Deuxième phase principale

A) Phase d'alimentation

Le fonctionnement de B12 et B13 est l'inverse de la première phase principale. Durant cette phase, l'eau est pompée du B11 vers le compartiment actif B13.

La suspension des boues se dirige vers le B12 en sédimentation. L'effluent traité coule vers B10. Quand la concentration des boues est élevée, on peut purger des boues du B12 qui sont dirigés vers le B14.

B) Phase de non alimentation

Durant cette phase, l'eau n'est plus pompée vers le bassin biologique B13.

C) Deuxième phase intermédiaire

Pendant cette phase, l'aérateur et l'agitateur dans B13 sont arrêtés de sorte que les boues puissent sédimenter.

V.8.5) Stabilisation des boues

La chaîne de traitement de l'eau concentre la pollution et la biomasse excédentaire dans les boues. Pour maintenir l'activité biologique dans la station, une partie de la masse des bactéries ou « biomasse en excès » doit être soutirée régulièrement entraînant ainsi une dynamique de reproduction bactérienne. Le surplus des boues produites dans le bassin biologique est collecté dans le bassin de stabilisation B14 et par une voie de minéralisation aérobie, les boues sont dégradées et sont ainsi plus faciles à épaisser.

V.8.6) Traitement des boues

Les boues sont concentrées par décantation gravitaire et raclées dans un épaisseur (les boues sont déposées sur des toiles perméables). Avant l'alimentation de la table d'égouttage, un polymère d'une concentration de 0,1 à 0,2 % est dosé. Afin d'augmenter la matière sèche finale, les boues partiellement déshydratées sont mélangées avec de la chaux vive.

Les boues séchées sont soit incinérées, soit déchargées ou utilisées dans l'agriculture (document interne de CEVITAL ; Béjaia., 2011).

Conclusion

L'objectif final de la station d'épuration de CEVITAL est d'avoir un effluent de bonne qualité, pour préserver le milieu naturel.

Chapitre VI : Matériels et méthodes

Introduction

Dans le souci de se conformer aux exigences établies par la réglementation en vigueur, concernant la qualité des rejets, issues des eaux épurées, vers les milieux récepteurs ; nous avons réalisé au sein du laboratoire des eaux de CEVITAL diverses analyses physico-chimiques sur les eaux usées et celles traitées.

Les résultats obtenus offrent également la possibilité aux opérateurs d'exploitation et de vérifier le fonctionnement des ouvrages de la STEP.

VI.1) Echantillonnage

L'échantillonnage au niveau de la station d'épuration de CEVITAL consiste à prélever une quantité d'échantillon représentative de chaque étape du procès d'épuration. Il est réalisé par l'opérateur de la station d'épuration en respectant les consignes de sécurités. L'odeur nauséabonde et la surface glissante du sol ainsi que les rampes collantes nécessitent une certaine prudence lors des prélèvements.

Les différents points de prélèvement sont décrits ci-dessous :

- Les eaux de la fosse de relevage ;
- Les eaux de la DAF SEGHERS ;
- Les eaux de la DAF INFILCO 1 ;
- Les eaux de la DAF INFILCO 2 ;
- Les eaux de rejet filtrées.

VI.2) Les paramètres mesurés dans le laboratoire

Les paramètres mesurés au laboratoire, nécessitent un matériel précis et un personnel qualifié afin d'éviter les grandes marges d'erreurs, et pour réaliser un suivi juste et significatif pour l'étude de l'efficacité de la STEP.

VI.2.1) La demande chimique en oxygène (DCO)

VI.2.1.1) Définition

La DCO est la demande chimique en oxygène, exprimée par la quantité d'oxygène en milligramme, nécessaire pour la dégradation des matières organiques contenues dans un litre d'eau.

VI.2.1.2) Principe

Les substances oxydables réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique en présence de sulfate d'argent. Le chlorure est masqué avec du sulfate de mercure. La coloration verte du Cr^{3+} sera déterminée photométriquement.

VI.2.1.3) Matériels

- Cellule ronde Lange LCK 514 DCO test 2000 ppm ;
- Pipette 2 ml ;
- Pipette 10 ml ;

- Tube à essai ;
- Kit chauffant DR LANGE; LT100 ;
- DCO-mètre (NANOCOLOR, Test 0-26).

VI.2.1.4) Mode opératoire du D.C.O mètre

- Procéder à une dilution de 10 ou de 100 (selon la charge des eaux à analyser) ;
- Prendre une cuve test et mélanger le contenu pour avoir une solution homogène ;
- Prélever 2 ml de l'échantillon à analyser;
- Fermer la cuve, mélanger et nettoyer ;
- Chauffer la cuve dans le thermostat à une température de 148°C pendant deux heures ;
- Sortir la cuve chaude et la retourner deux fois avec précaution ;
- Laisser refroidir dans le support de cuve à température ambiante ;
- Bien nettoyer l'extérieur et mesurer avec le DCO –mètre (NANOCOLOR, Test 0-26).

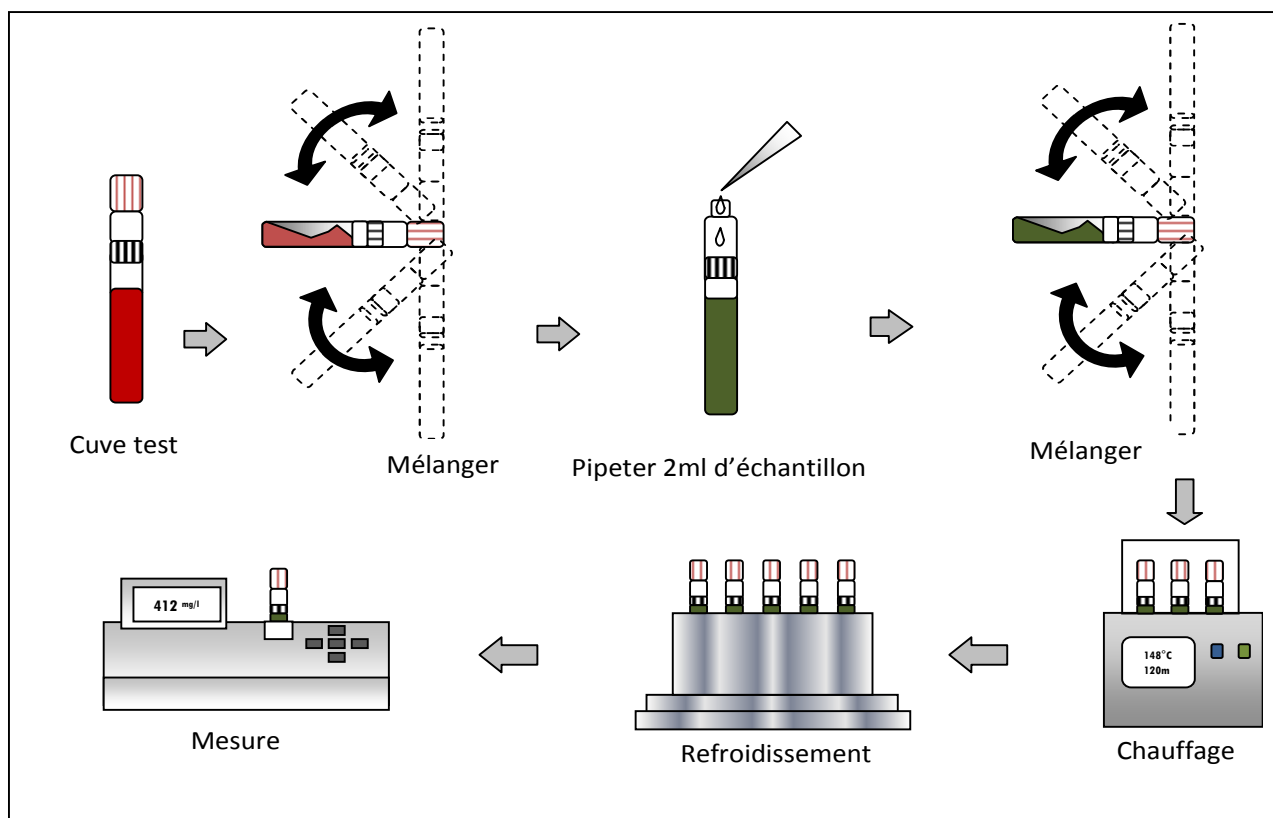


Figure 8 : schéma représentatif du mode opératoire pour la mesure de la DCO.

VI.2.1.5) Expression des résultats

La DCO est exprimé par le mg/l, Elle est directement lit sur l'écran du DCO-mètre (NANOCOLOR, Test 0-26).

VI.2.2) La demande biologique en oxygène (DBO₅)

La mesure de la DBO₅ se fait par un système de mesure OxiTop, ce système de mesure est doté d'une bonne précision et de moindre qualification du personnel (appareillage pratique), ainsi qu'il nous donne des résultats représentatifs.

VI.2.2.1) Instruments et produits nécessaires

- Système de mesure OxiTop ;
- Système d'agitation à induction ;
- Armoire thermostatique (T° à 20 °C) ;
- Flacons bruns et fiole jaugée ;
- Godets en caoutchouc ;
- Extracteurs magnétiques et barreaux aimantes ;
- Pastilles de soude (NaOH).

VI.2.2.2) Sélection du volume d'échantillon

- Estimer la valeur de la DBO₅ à 80 % de la valeur de la DCO ;
- Déterminer la plage de mesure correspondante dans le tableau 13 en annexe 2.

VI.2.2.3) Mode opératoire

- Introduire le volume V correspondant à la gamme d'estimation de la DBO₅ par rapport à la DCO du même échantillon dans un flacon brun en verre contenant un barreau magnétique ;
- Placer un godet en caoutchouc contenant deux pastilles de soude (NaOH) servant à absorber le CO₂ produit lors de la consommation de l'oxygène (les pastilles ne doivent jamais être en contact avec l'échantillon) ;
- Visser l'OxiTop directement sur le flacon ;
- Lancer la mesure en appuyant sur S et M simultanément (deux secondes) jusqu'à ce que l'afficheur indique 00 ;
- Maintenir, dans une armoire thermostatique, le flacon de mesure avec l'OxiTop à 20 °C pendant 5 jours. Après que la température de mesure soit atteinte (au maximum après 1H), l'OxiTop lance automatiquement la mesure de la consommation de l'oxygène ;
- L'échantillon est agité en continu pendant 5 jours. L'OxiTop mémorise automatiquement une valeur toutes les 24 heures sur 5 jours. Pour connaître la valeur courante, il faut appuyer sur la touche M.

VI.2.2.4) Expression des résultats

La DBO₅ s'exprime en mg d'O₂/l et s'obtient par la multiplication de la valeur affichée par l'OxiTop après 5 jours d'incubation à 20°C par le facteur correspondant au volume échantillonné qui est donné par la gamme d'estimation.

La différence entre la DCO et la DBO₅ vient des substances présentes dans l'eau qui ne peuvent pas être décomposées microbiologiquement. Parce que tous les polluants ne sont pas totalement décomposables, la valeur de la DBO₅ est souvent faible de celle de la DCO.

VI.2.3) Les matières en suspension (M.E.S)

VI.2.3.1) Principe

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration. L'eau est filtrée et le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

VI.2.3.2) Matériels

- Dispositif de filtration sous vide ;
- Pompe à vide 2 à 4 bars ;
- Filtre 0,45 μm ;
- Boîte de pétrie petit format ;
- Balance analytique ;
- Dessiccateur ;
- Etuve à 105°C.

VI.2.3.3) Mode opératoire

- Laver le filtre de 0,45 μm à l'eau distillée avant de le mettre dans une boîte de pétrie.
- Sécher à 105°C jusqu'à obtention d'une masse constante, puis peser à 0,1mg près, après passage au dessiccateur (P_0).
- Mettre en place l'équipement de filtration et le dispositif d'aspiration en marche.
- Verser l'échantillon (V) sur le filtre et rincer le conteneur avec 10 ml d'eau distillée sur le filtre ainsi que les parois de l'entonnoir de filtration.
- Laisser essorer le filtre pour le mettre ensuite sur la boîte de pétrie et sécher à 105°C.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur et peser jusqu'à un poids constant (P_1).

VI.2.3.4) Expression des résultats :

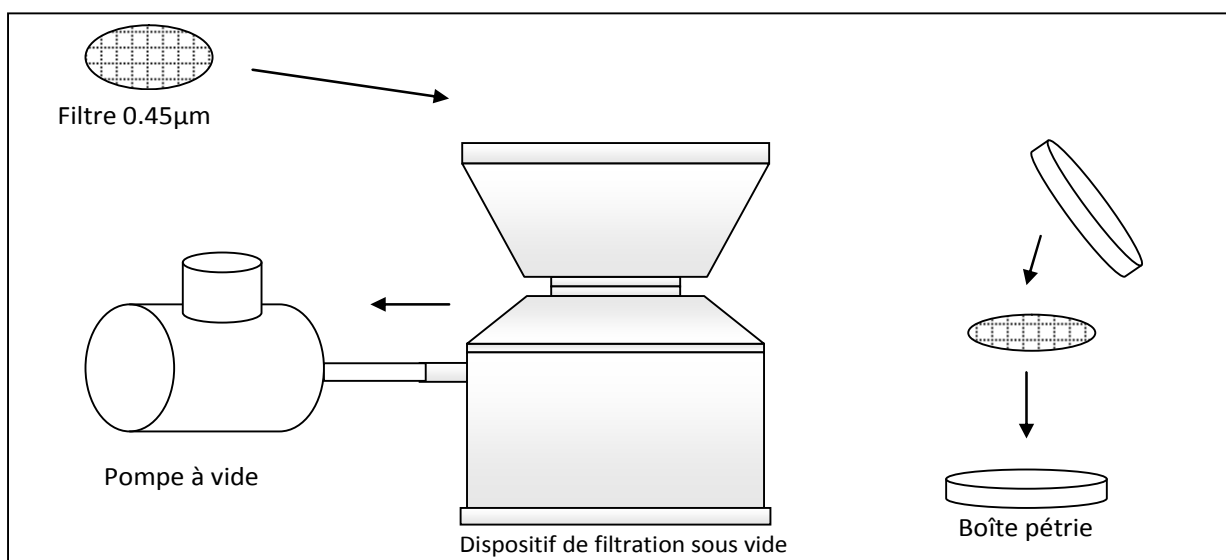


Figure 9: Détermination des matières en suspension par filtration

La valeur de la teneur en matières en suspension est obtenue par la formule suivante :

$$\text{M.E.S (mg/l)} = \frac{(P_1 - P_0) * 1000}{V}$$

P_0 : Poids du filtre vide (mg) ;

P_1 : Poids du filtre après filtration (mg) ;

V : Volume de l'échantillon (ml).

VI.3) Les paramètres mesurés In-situ

Il est recommandé de déterminer la température et le pH des eaux in situ de façon à ne pas modifier les équilibres ioniques par suite d'un transport ou d'un séjour plus ou moins prolongé des échantillons d'eau dans des flacons. Ces paramètres sont mesurés avec un appareil électrométrique avec électrode de verre.

VI.3.1) Température (T)

La température est un paramètre d'importance capitale pour le bon fonctionnement de la station. Le métabolisme des micro-organismes est ralenti aux basses températures, par ailleurs, des dysfonctionnements s'apparaissent lorsque la température de l'air excède les 35°C.

La température de l'effluent est stabilisée à 28 °C près, par un tour de refroidissement installé en amont de la station d'épuration, au cours des étapes qui suivent la température fluctue dépendamment de la température ambiante et de celle du matériel de la Step (canalisations, pompes, bassins...etc.), la mesure de ce paramètre se fait in-situ avec un thermomètre (HACH HQ40D).

VI.3.1.1) Instruments nécessaires

- Thermomètre (HACH HQ40D) ;
- Bécher 200 ml.

VI.3.1.2) Sélection du volume d'échantillon

L'échantillon est analysé in-situ dans un bécher de 200 ml. Qui est adapté à la forme de la sonde du thermomètre (HACH HQ40D).

VI.3.1.3) Mode opératoire

- Prendre un bécher rempli de l'eau à analyser ;
- Plonger la sonde du Thermomètre dans l'échantillon ;
- Après stabilisation, lire le résultat.

VI.3.1.4) Expression des résultats

La température est exprimée par le degré Celsius (°C). Ce paramètre est de grande importance pour le bon fonctionnement des systèmes d'épurations, il peut influencer sur :

- La solubilité des gaz : l'augmentation de la température fait diminuer la solubilité des gaz, ce phénomène est important dans le cas de l'oxygène dissous ;

- La multiplication des micro-organismes, affectant ainsi l'épuration biologique.

VI.3.2) Le potentiel d'hydrogène (pH)

VI.3.2.1) Définition

Le potentiel d'hydrogène est une mesure de l'acidité, de l'alcalinité ou de la neutralité d'une solution aqueuse, exprimée par le logarithme (base 10) de l'inverse de la concentration de la solution en ions hydrogène (H^+) exprimée en mole/l. Le pH varie entre 0 et 14 ; 7 étant le pH correspondant à la neutralité. Une eau est d'autant plus acide que son pH (inférieur à 7) est plus près de 0 et d'autant plus alcaline que son pH (supérieur à 7) est plus près de 14.

VI.3.2.2) Le principe

C'est la mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

Le potentiel d'hydrogène se mesure à l'aide d'un pH-mètre ; le pH de l'eau d'entrée et celle épurée est compris entre 6 et 9.

VI.3.2.3) Matériels

- pH-mètre (HACH HQ40D) ;
- Bécher 200 ml.

VI.3.2.4) Mode opératoire du pH-mètre

- Etalonner le pH-mètre avec deux solutions étalons de pH **7 et 10 ou 4 et 7** (selon la gamme de mesure à réaliser) ;
- Prendre un bécher avec l'eau à analyser ;
- Plonger la sonde du pH-mètre dans l'échantillon ;
- Après stabilisation, lire le résultat.

VI.3.2.5) Expression des résultats

Le potentiel d'hydrogène est exprimé en unité pH.

(Document interne de CEVITAL ; Béjaia. 2011).

Conclusion

L'étude de l'efficacité de la STEP de CEVITAL ; Béjaia est réalisée avec la contribution du personnel du laboratoire des eaux et celui de la STEP, et avec des matériels d'analyses de nouvelles technologies.

Les matériels et les méthodes utilisés durant cette étude sont adaptés à la qualité des eaux usées et de l'effluent à rejeter en amont de la STEP vers le milieu naturel.

La température et le pH sont des paramètres essentiels à la détermination de la pollution, leurs mesures se font in-situ, de manière à avoir des valeurs justes.

Par contre les mesures de la DCO, la DBO₅ et les MES seront effectuées au laboratoire.

Les résultats obtenus seront traités au niveau du département hygiène, sécurité et environnement (QHE), qui veille sur le bon fonctionnement des ouvrages de la STEP afin d'éviter toutes infractions vis-à-vis la réglementation en vigueur.



Chapitre VII : Résultats et discussions

Introduction

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les eaux servent de repère pour la vérification et pour l'étude de l'efficacité de chaque ouvrage de la STEP. Afin de mener à bien notre travail, il nous a paru judicieux d'établir des figures, succédées de leurs interprétations représentant les résultats d'analyses effectués durant la période du mois d'avril et du mois de mai 2012.

VII.1) Interprétation des résultats au niveau de la fosse de relevage

VII.1.1) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH joue un rôle capital dans le traitement biologique, il exprime l'acidité ou la basicité de l'eau épurée. Il faut toujours rappeler que l'épuration biologique est possible dans une gamme du pH de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8 (GAID., 1984).

L'eau brute est neutralisée au préalable au niveau des unités de production (Raffinerie d'huile, margarinerie et section24). Les résultats du pH obtenus dans la fosse de relevage sont représentés sur la figure 10, on remarque qu'ils varient entre 6,25 et 8,12 avec une moyenne de 7,28.

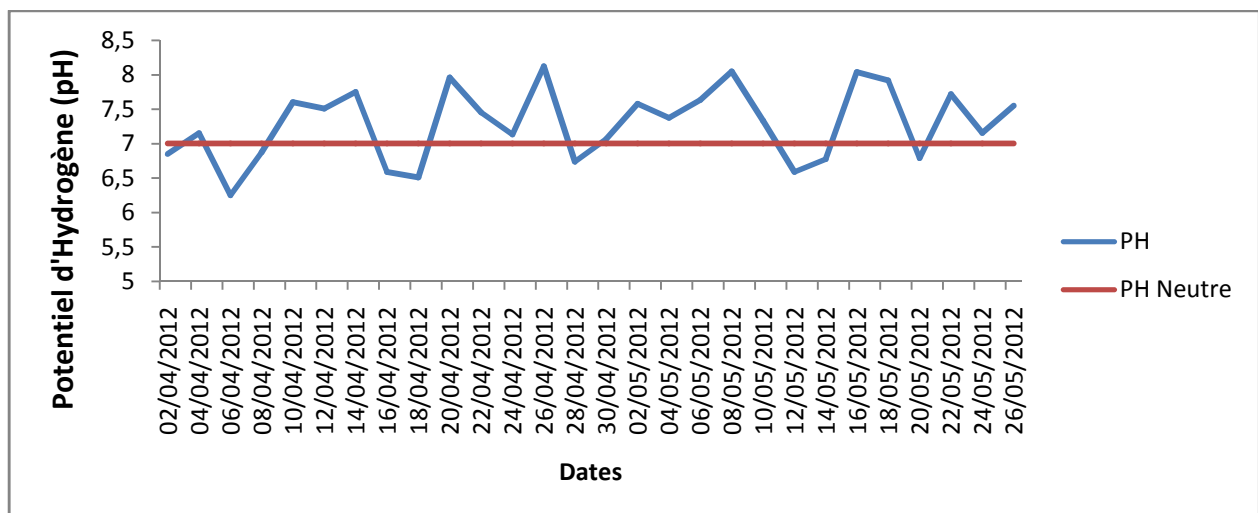


Figure 10 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) en fonction des dates dans la fosse de relevage de la Step de CEVITAL; Bejaia.

VII.1.2) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommée par oxydation chimique de la totalité des matières organiques et minérales dissoutes dans l'eau.

D'après la figure 11 qui représente la variation de la DCO de l'eau brute pendant les mois d'avril et mai, les résultats varient entre 12115 et 22440 mg d'O₂/L. Ces résultats dépassent beaucoup la norme de rejet d'où l'intérêt de mettre en place un système de coagulation-floculation (Dissolved Air Flottation).

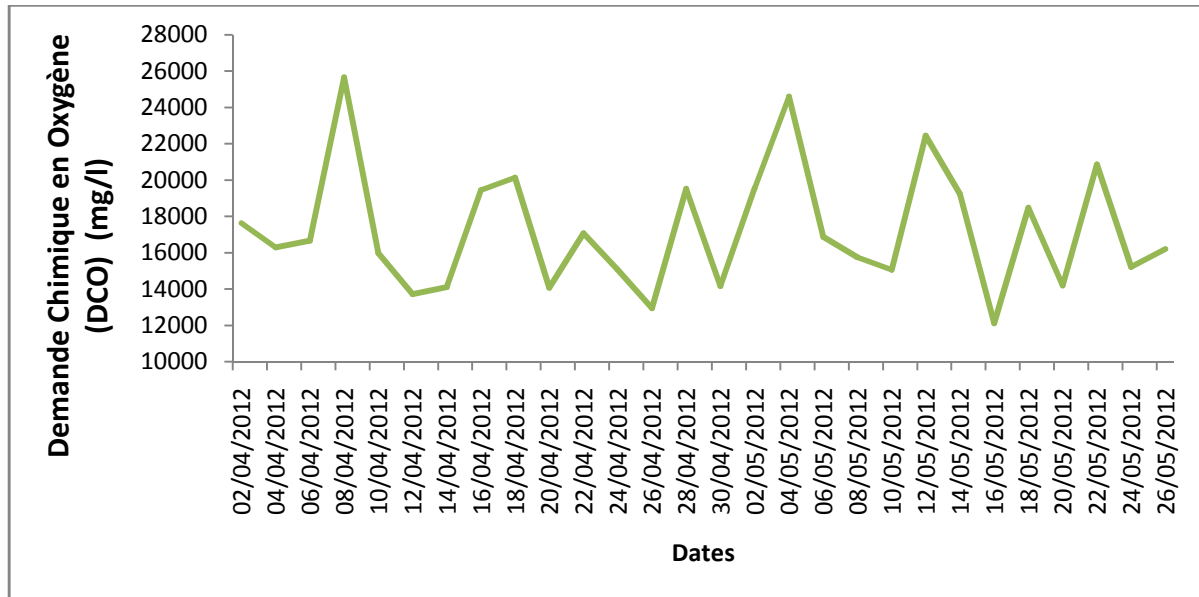


Figure 11 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des dates dans la fosse de relevage de la STEP de CEVITAL; Bejaia.

VII.1.3) Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée en milligrammes, consommée dans les conditions d'essai (incubation durant 05 jours à 20 °C et à l'obscurité) par les matières organiques présentes dans 1 litre d'eau.

D'après la figure 12, les résultats obtenus sont variables de 6306 et 13350 mg d'O₂ /l. et on remarque que les valeurs varient d'un jour à l'autre avec des écarts importants, ce qui est en rapport direct à la dynamique des unités de production (raffinerie d'huile, margarinerie).

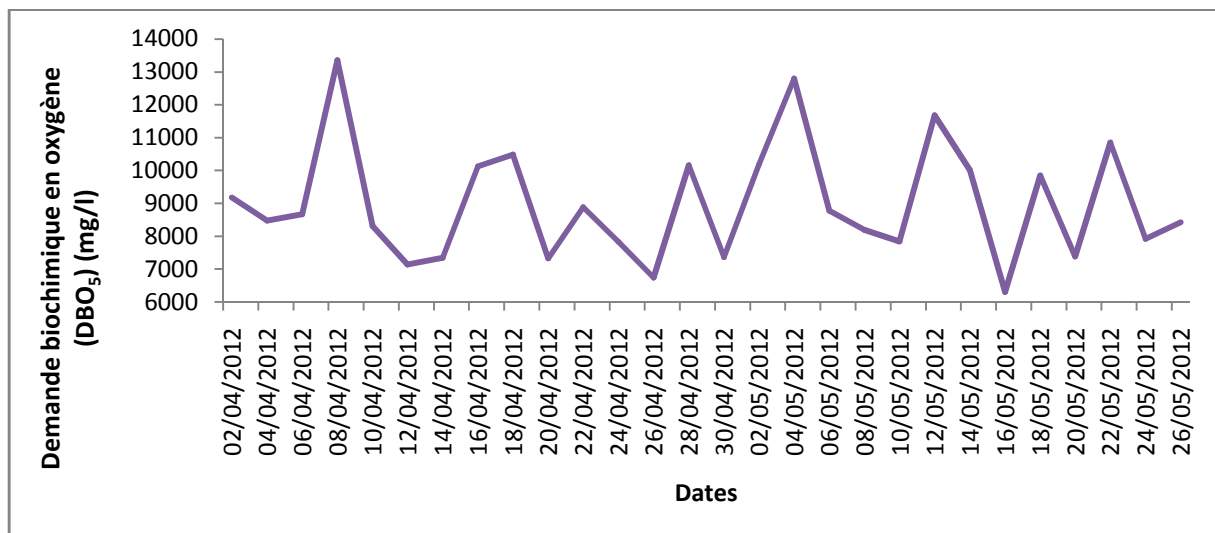


Figure 12 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans la fosse de relevage dans la Step de CEVITAL; Béjaia.

VII.2) Interprétation des résultats au niveau de la DAF Seghers

VII.2.1) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)

A ce premier niveau de traitement, on dose de l'acide sulfurique (H_2SO_4) pour décomposer les matières grasses par rupture des liaisons intramoléculaires, cela implique la diminution du pH jusqu'à une valeur optimale de $pH=2$. D'après la figure 13 les valeurs de pH varient entre 1,13 et 2,78, ces valeurs sont très acceptables pour avoir une bonne décomposition des matières grasses.

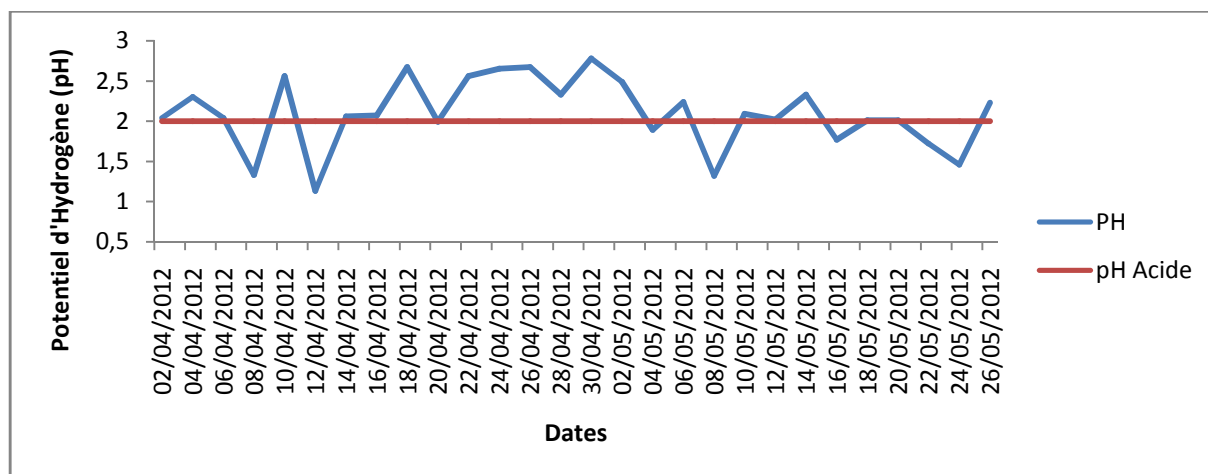


Figure 13 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) en fonction des dates dans la DAF Seghers de la Step de CEVITAL; Bejaia

VII.2.2) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)

Sur la figure 14, les valeurs de la DCO varient entre 1890 et 6453 mg/l et en déduit que la teneur de la DCO est réduite à une moyenne de 3906mg/l, ces résultats traduisent la réduction de la charge polluante en DCO avec un rendement d'élimination de 76,80 %.

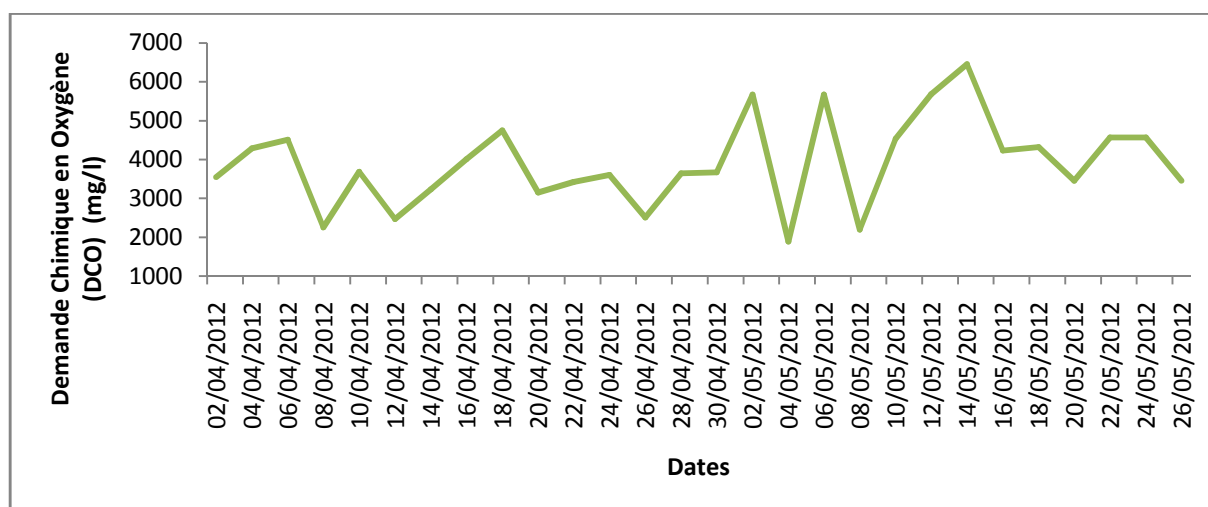


Figure 14 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des dates dans la DAF Seghers de la Step de CEVITAL; Béjaia

VII.2.3) Variation de la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO₅)

La variation de la DBO₅ comparée avec celle de la DCO, présente une symétrie, avec un coefficient K= 1,9 et une valeur minimum de 1152 et maximum de 3396 mg/l observées sur la figure 15. Le rendement d'élimination en DBO₅ est de 76,56 %.

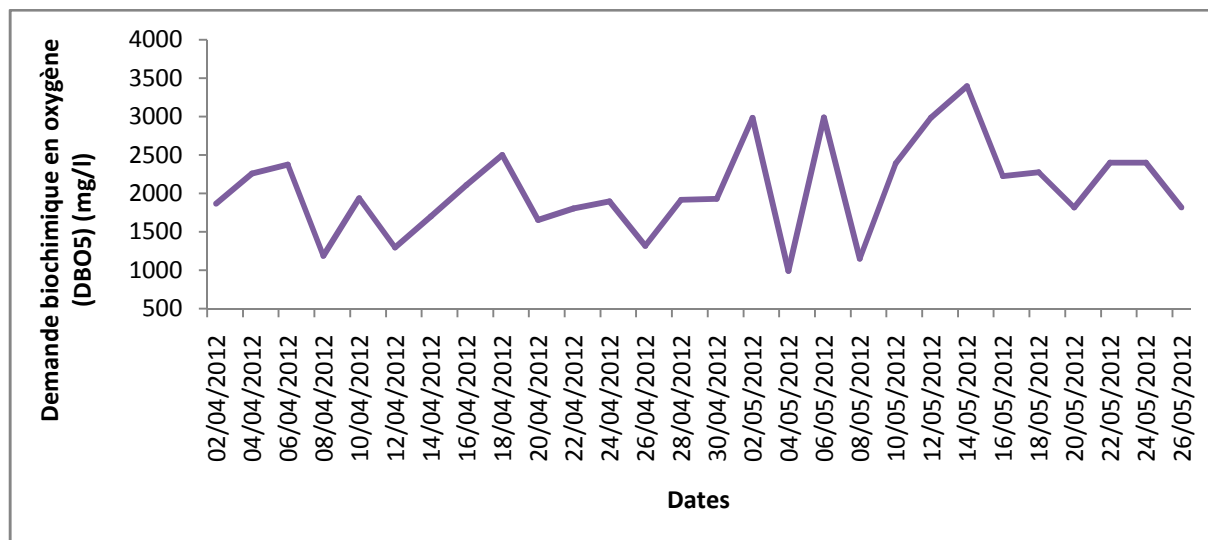


Figure 15 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans la DAF Seghers de la STEP de CEVITAL; Béjaia.

VII.3) Interprétation des résultats au niveau des DAF Infilco

Les deux systèmes DAF Infilco sont similaires avec la DAF Seghres, c'est leurs marques et leurs concessionnaires qui diffèrent. Leurs principes de fonctionnement sont identiques, donc les résultats obtenus sont aussi trop proches.

VII.3.1) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)

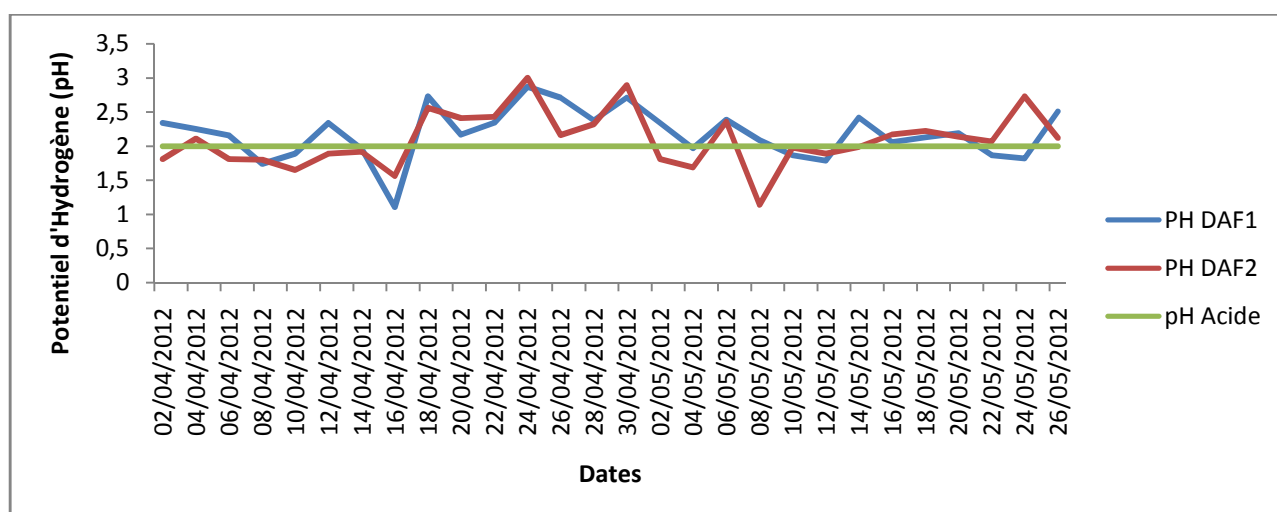


Figure 16 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) en fonction des dates dans les DAF Infilco de la STEP de CEVITAL; Béjaia.

On constate sur la figure 16 que le pH varie de la même façon que dans les deux DAF, aussi ils sont bien rapprochés de la valeur optimale (pH=2). Pour la DAF Infilco 1 le pH varie entre 1,11 et 2,87 et celui de la DAF Infilco 2 varie entre 1,14 et 3.

VII.3.2) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)

Comme pour la DAF Seguers, la figure 17 indique que la DCO dans les DAF Infilco est bien réduite, elle est respectivement en moyennes de 4146 mg/l et de 3182 mg/l pour la DAF Infilco1 et la DAF Infilco2. Ainsi les rendements d'élimination obtenus sont de 75,62 % et 81,35%.

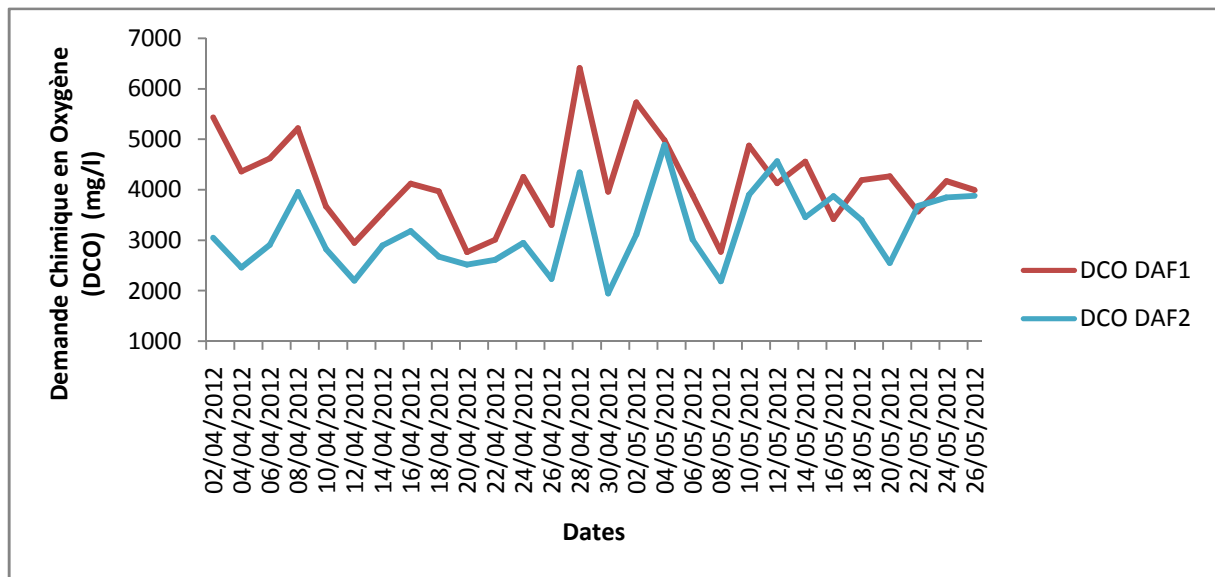


Figure 17 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des DAF Infilco de la STEP de CEVITAL; Bejaia.

VII.3.3) Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

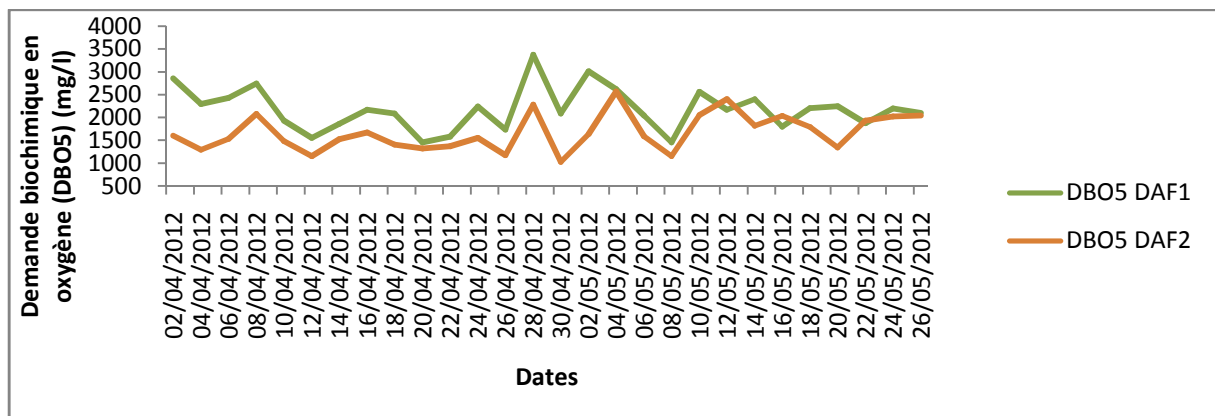


Figure 18 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans les DAF Infilco de la STEP de CEVITAL; Béjaia.

Sur la figure 18, on peut déduire que la DAF Infilco2 élimine mieux la DBO₅, que la DAF Infilco1.

Les valeurs moyennes de la DBO₅ sont respectivement 2182,14 mg/l et 1674,21 mg/l pour les deux DAF 1 et 2, leur rendement d'élimination est de 75,37 % pour la première et de 81,16 % pour la deuxième.

VII.4) Interprétation des résultats au niveau de la sortie de la STEP (Rejets filtrés)

VII.4.1) Variation de la température

La température est un paramètre dont le contrôle est indispensable, et leur influence est très importante sur les phénomènes biologiques tels que la multiplication de micro-organismes dans le bassin d'aération et sur la solubilité des sels et des gaz et en particulier la concentration de l'oxygène dissous qui a un rôle capitale dans le phénomène de l'épuration biologique des eaux (GAID., 1984).

Pour ces raisons, un tour de refroidissement est installé au niveau de la fosse de relevage pour abaisser la température de l'effluent de 80 °C jusqu'à 30 °C, valeur norme de rejet.

Selon la figure 19 les valeurs de la température des rejets sont presque souvent au-dessous de la norme (30°C). Cependant des valeurs non conformes à cette norme sont observées en trois reprises qui sont le 08/04/2012 avec 31,03 °C, le 16/04/2012 avec 30,78 °C et le 08/05/2012 avec 30,50 °C. Cela, est peut être dû aux échauffements des ouvrages de traitement au fur à mesure de leur fonctionnement (canalisation, tours de refroidissement...etc.)

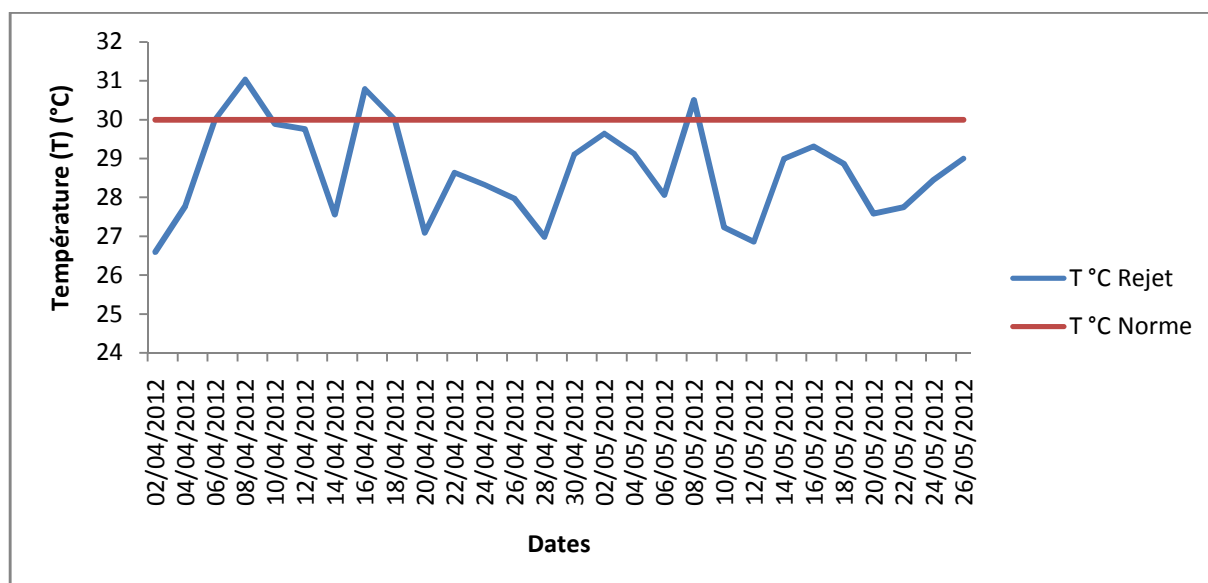


Figure 19 : Variation de la Température (T) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Bejaia.

VII.4.2) Variation du potentiel d'hydrogène (pH)

Après le traitement de coagulation-floculation, l'effluent à traiter au niveau du bassin biologique sera neutralisé à des valeurs de 6,5 à 8 avec le dosage de l'NaOH au niveau du bassin de neutralisation B05.

L'évolution du pH au long des deux moi d'étude indique la conformité de ce paramètre par

rapport aux normes exigées par la loi (pH : 6-9), sur la figure 20 on observe une valeur minimum le 02/05/2012 qui est de 6,84 et une valeur maximum le 24/05/2012 qui est de 8,34.

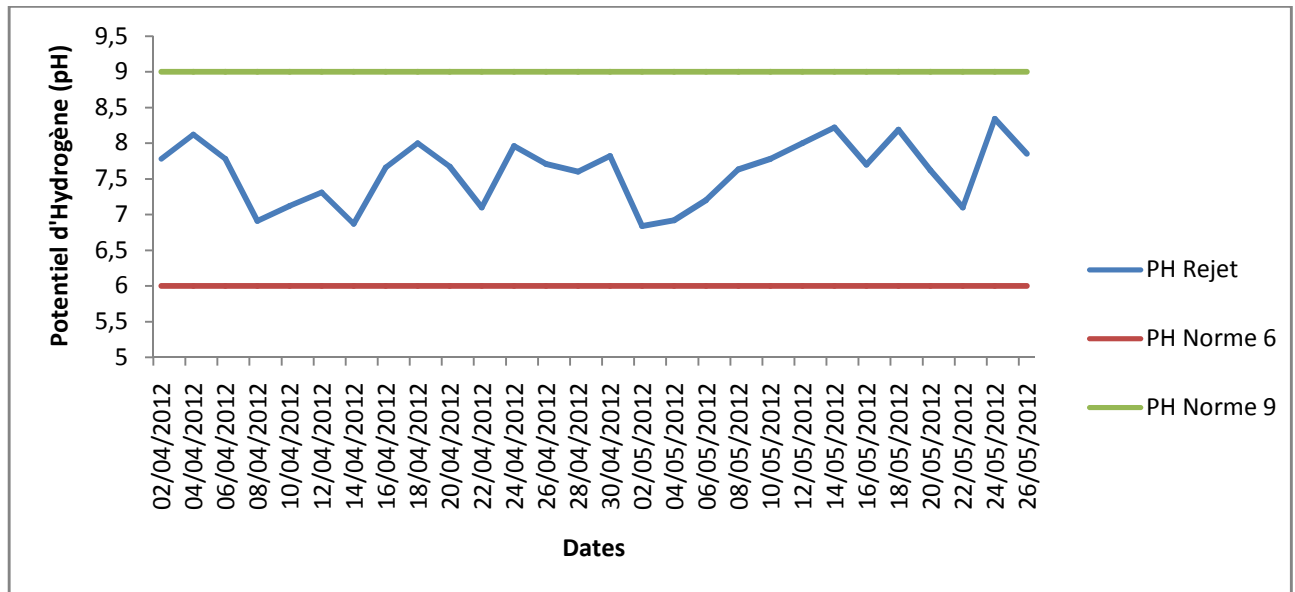


Figure 20 : Variation du potentiel d'hydrogène (pH) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia.

VII.4.3) Variation de la demande chimique en oxygène (DCO)

On constate sur la figure 21 que la DCO est réduite à des valeurs très basses au long de notre étude, avec un minimum de 47 mg/l, un maximum de 142 mg/l correspondant respectivement aux dates suivantes 26/04/2012 et 28/04/2012 et une valeur moyenne de 83,71 mg/l, ces valeurs sont toutes au-dessous de la norme de rejet 800 mg/l exigée par la loi en vigueur. Le rendement d'élimination en DCO est de 99,50 %.

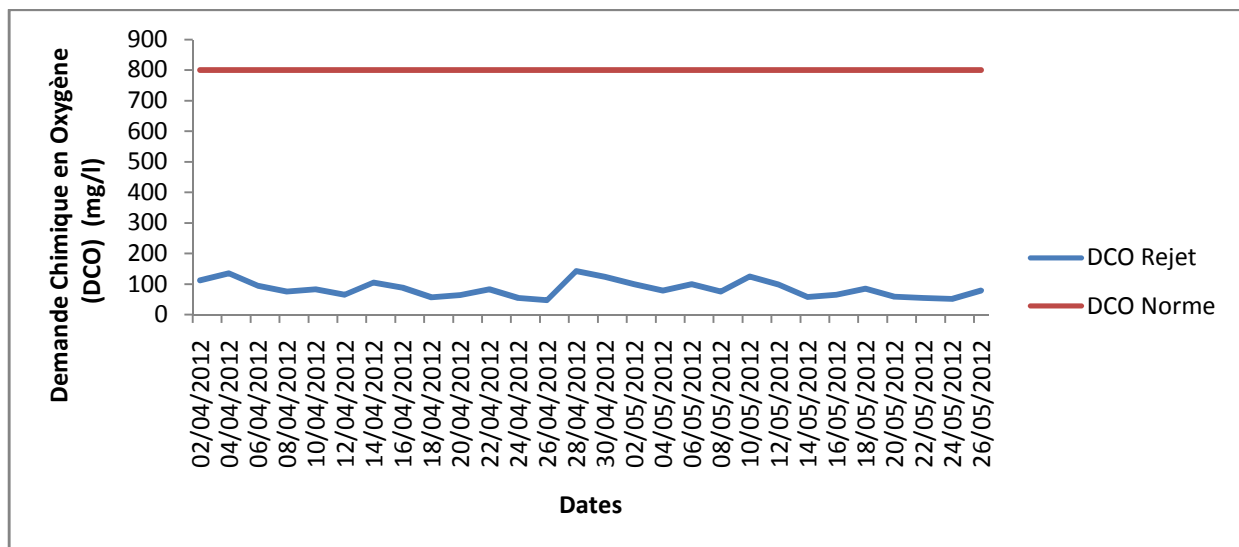


Figure 21 : Variation de la demande chimique en oxygène (DCO) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia.

VII.4.4) Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La figure 22 confirme que la DBO₅ est bien réduite, à ce dernier niveau de traitement. Ses valeurs varient entre 27 et 60 mg/l avec une moyenne de 44,64 mg/l. On constate que toutes ces valeurs sont situées au-dessous de la norme 250 mg/l ce qui indique la bonne qualité de l'effluent. Le rendement d'élimination en DBO₅ est de 99,48 %.

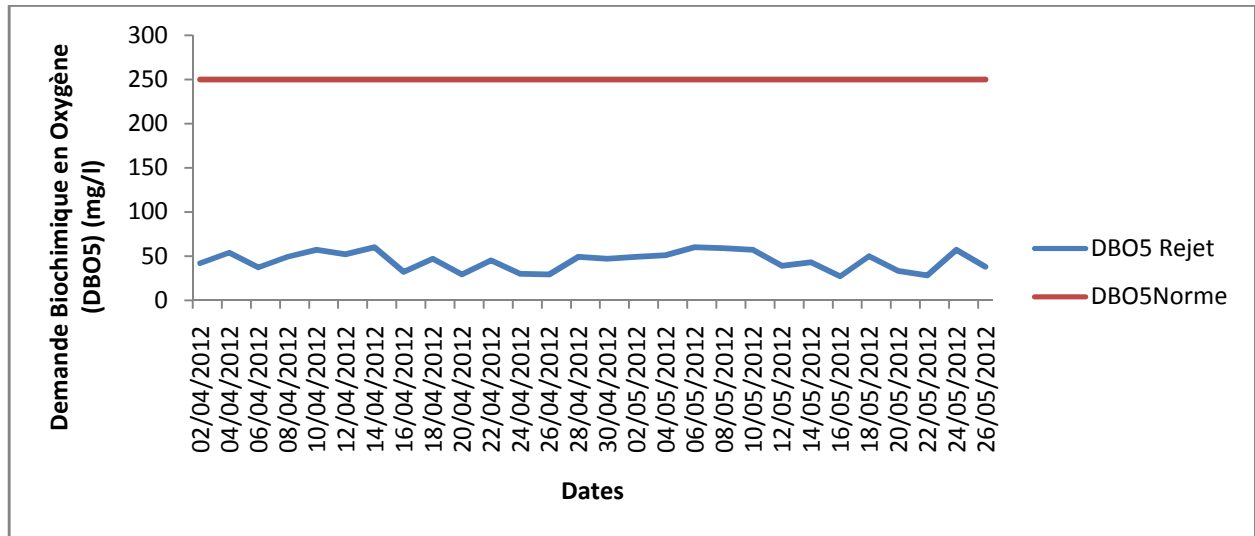


Figure 22 : Variation de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia.

VII.4.5) Variation des matières en suspension (MES)

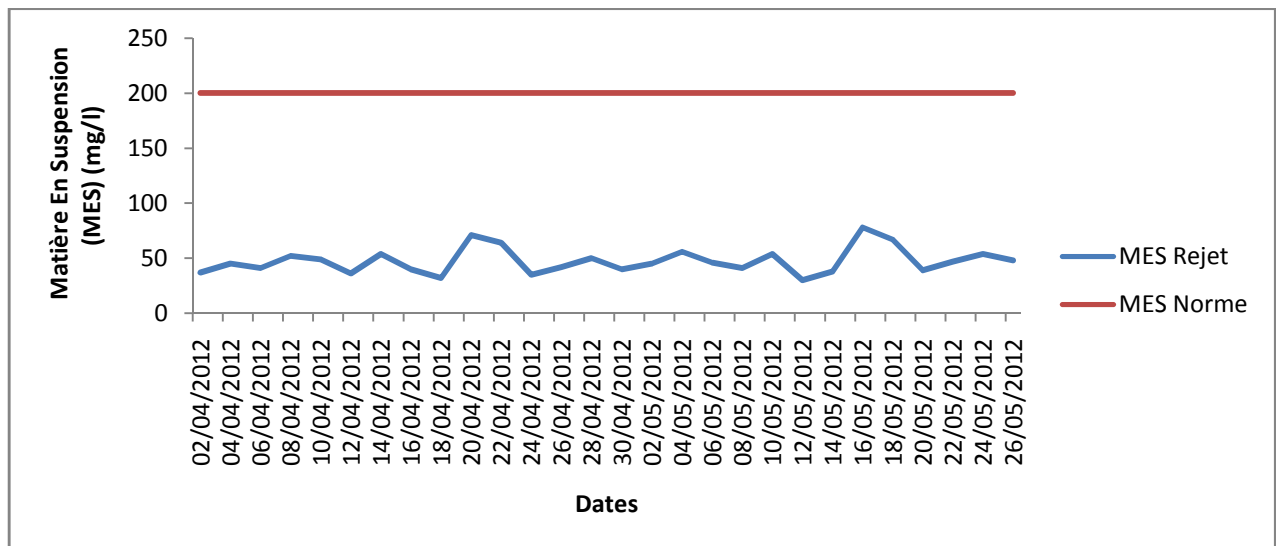


Figure 23 : variation des matières en suspension (MES) des rejets filtrés en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL; Béjaia.

Le paramètre MES n'est mesuré que à cette dernière étape de traitement, conséquence du colmatage des filtres par les huiles. Sur la figure 23, on remarque que les valeurs des MES varient entre 30 mg/l et 78 mg/l avec une moyenne de 47,53 mg/l. Ces valeurs sont toutes conformes à la norme de rejet 200 mg/l.

VII.5) Efficacité de la STEP de CEVITAL ; Béjaia

VII.5.1) Rendement d'élimination en demande chimique en oxygène (DCO)

On constate sur la figure 24 que le rendement d'élimination en DCO est très important voire excellent au long de toute la période de notre étude. Ses valeurs varient entre 99,13 % et 99,72 %. Ces valeurs nous renseignent que l'effluent à rejeter est bien traité de point de vue biologique et minérale.

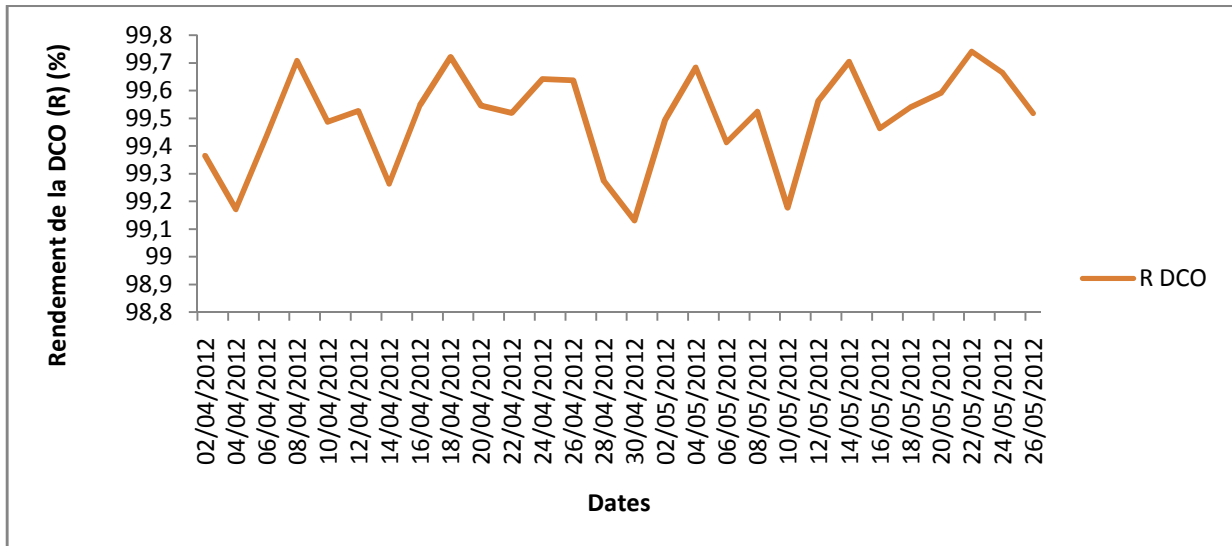


Figure 24 : Rendement d'élimination en demande chimique en oxygène (DCO) en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL ; Béjaia.

VII.5.2) Rendement d'élimination en demande biochimique en oxygène (DBO₅)

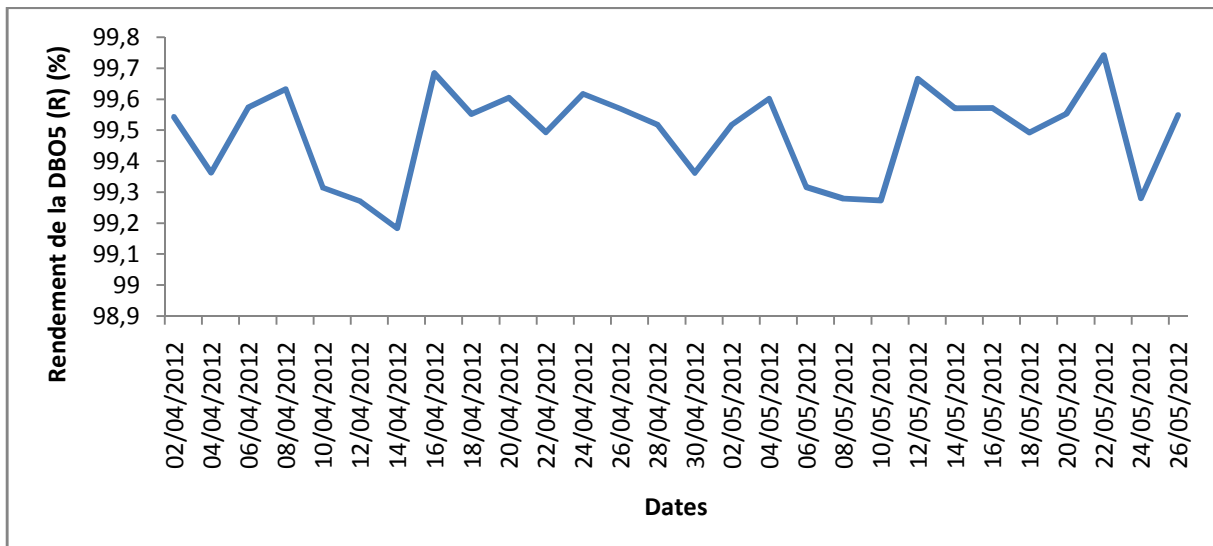


Figure 25 : Rendement d'élimination en demande biochimique en oxygène (DBO₅) en fonction des dates dans la STEP de CEVITAL ; Béjaia.

Sur la figure ci-dessus on constat que le rendement en DBO₅ est très important et varient entre 99,18 % et 99,74 %. Cela est dû au bon fonctionnement des ouvrages de la STEP.

VII.5.3) Variation de la DCO et la DBO₅ moyenne en fonction des ouvrages de traitement

L'élimination des huiles et les matières grasses en générale, véhiculées par les eaux usées de CEVITAL est évaluée principalement par la DCO et la DBO₅, sur la figure 26 on voit bien que les trois systèmes DAF permettent la réduction de ces paramètres à 76,80 % en DCO et 76,56 % en DBO₅ pour la DAF Seghers, 75,62 % en DCO et 75,37 % en DBO₅ pour la DAF Infilco1 et 81,35 % en DCO, 81,16 % en DBO₅ pour la DAF Infilco2. Le reste de cette charge polluante est traité au niveau du bassin biologique et en suite par le filtre à sable avec 99,50 % en DCO et 99,48 % en DBO₅. Ainsi, l'effluent à rejeter est de bonne qualité physicochimique et donc conforme aux normes de rejets.

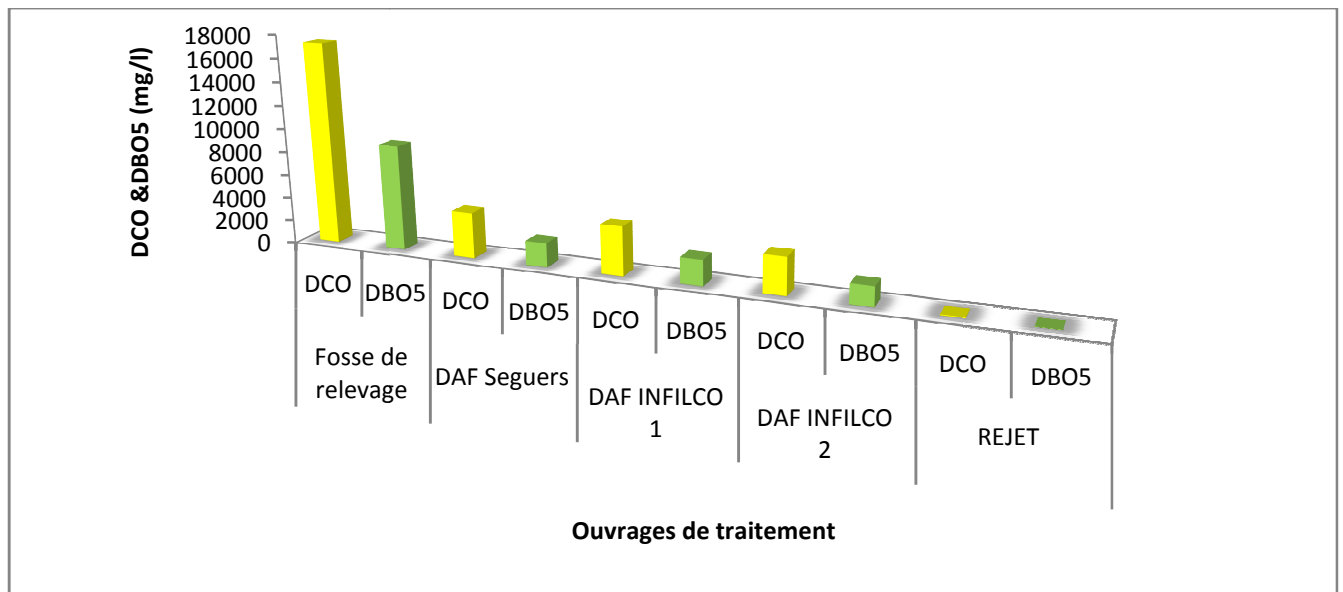


Figure 26 : Variation de la DCO et la DBO₅ en fonction des ouvrages de traitement dans la STEP de CEVITAL ; Béjaia.

Conclusion

Les résultats obtenus durant notre étude, montre leur conformité vis-à-vis les normes de rejets des effluents liquides industriels édictés par la réglementation en vigueur. Les deux paramètres de biodégradabilité DCO et DBO₅ sont nettement réduits, avec les rendements d'élimination moyens suivant : rendement d'élimination moyen en DCO = 99,50% et rendement d'élimination moyen en DBO₅ = 99,48 %.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de ce présent travail a consisté d'étudier l'efficacité de la STEP du complexe agroalimentaire CEVITAL ; Béjaia.

Ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances pratiques dans le domaine de traitement des eaux usées.

La station d'épuration de CEVITAL ; Béjaia fonctionne à un régime nominal de 6 g de charge polluante avec 30 m³/h de débit moyen, elle est conçue sur un étage de traitement physicochimique et un autre étage de traitement biologique. Elle est munie de trois systèmes DAF (Dissolved air flottation) installés sur le premier étage, qui éliminent les matières grasses en moyenne de 75 %. Sur le deuxième étage un Réacteur DUO-UNITANK qui comporte à la fois un bassin d'aération et un clarificateur. Un filtre à sable est en amont de la STEP. Cet étage permet de réduire la pollution échappée pour le traitement précédent, à un rendement d'élimination moyen de 99,46 %. Cette station comprend également une filière d'épaississement et de déshydratation des boues.

Concernant la qualité de l'eau, nous avons constaté que :

- Les différents paramètres de la pollution étudiés à la sortie de la station d'épuration de CEVITAL ; Béjaia sont conformes aux normes OMS.
- Les rendements d'élimination pour la DCO et la DBO₅ sont respectivement 99,50 % et 99,48 %.

Avec ces résultats nous pouvons dire que la qualité de l'eau épurée est conforme aux normes de rejets au moment de notre étude. Donc, pour cette période l'eau peut être rejetée dans le milieu naturel sans risque de pollution, voire réutilisée dans les circuits de refroidissements, les eaux de lavage...etc. ou pour l'irrigation en agriculture.

Il nous semble important, Cependant, de revenir sur quelques points pouvant approfondir notre étude, à savoir :

- L'étude de l'efficacité de cette STEP sur une période plus importante, comme par exemple au long d'une année, afin de pouvoir juger si en générale ou pas de la pollution à risque sanitaire et environnemental ;
- Une étude relative aux différentes sources de pollution que subit le golfe de Béjaia, afin de pouvoir étudier séparément l'impact des eaux usées de CEVITAL sur ce milieu aquatique.
- Faire un inventaire sur la pollution générée par les industries qui rejettent leurs effluents au long de la ravière de la Soummam qui se débouche directement en mer et à proximité de CEVITAL, qui impactent probablement cet environnement considéré au préalable biodiversifié.

Références bibliographiques

- 1) **Aminot. A et Chaussepied. M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Brest, 395p.
- 2) **Audic. J.M., 1994.** Traitement d'élimination de l'azote et du phosphore par boues activées. (PDF)
- 3) **Aussel. H et Galtier. Y., 2004.** Traitement des eaux usées, Institut nationale de recherche et de sécurité INRS, paris, 220p.
- 4) **Badia-Gondard. F., 2003.** L'assainissement des eaux usées. Edition : technicités, 231p.
- 5) **Beaudry j. P., 1984.** traitement des eaux-édition le griffon d'argile , Quebec,123p.
- 6) **Blaïd. S et Gheggad. S., 2010.** Analyse et contrôle des eaux usées traitées par boues activées de CO.G.B Labelle. Mémoire de master 2 université de Béjaia.
- 7) **Blazy. P et Jdid. E., 2004.** Flottation, Technique de l'ingénieur, 11p.
- 8) **Bloc 1982 :** élimination des microorganismes au cours du traitement des eaux usées urbaines, point sur l'épuration et le traitement des effluents (eau- air). France.
- 9) **Cadre général des données de l'IBGE., 2005.** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface, Bruxelles.
- 10) **Cardot. C., 1999.** Les traitements de l'eau. Edition : Ellipses, 57p.
- 11) **Chahrat. F et Belabbas. L., 2011.** Vérification des critères de fonctionnement d'une station d'épuration; cas de Béni Messous. mémoire de fin d'études (Boumerdes).
- 12) **Degrement., 1989.** Mémento technique de l'eau, Tome 1, Ed. Degrement, Belgique.
- 13) **Delporte. C., 2000.** Traitements biologiques aérobies des effluents industriels. 23p.
- 14) **Document interne de CEVITAL ; Béjaia, 2011.**
- 15) **Eckenfelder. W.W., 1982.** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, technique de documentation (Lavoisier), Paris, 129p.
- 16) **Gaïd. A., 1993.** Traitement des eaux usées urbaines, France. 56p.
- 17) **Gaïd. A.K., 1984.** Epuration biologique des eaux usées urbains, Tome I et II, USTHB, Alger, 261p.
- 18) **Gommella. C et Gueree. H., 1983.** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, Edition : Eyrolles, Paris, 167p.
- 19) **Gregorio. C et Pierre-Marie. B., 2009.** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées, Presses universitaires de Franche-Comté, 87p.

- 20) **Grosclaude. G., 1999.** L'eau, usage et polluants. Tome 2, Edition INRA Paris, 344p.
- 21) **Journal officiel de la république Algérienne.** Décret exécutif n° 10-23 du 26 Moharram 1431 correspondant au 12 janvier 2010 fixant les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées.
- 22) **Journal officiel de la république Algérienne.** Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
- 23) **Masson. A., 2000.** Assainissement de petites zones collectives. Edition : Cated, France.
- 24) **Rahal. D et Ramdane. D., 2009.** Etude de la station de traitement des eaux usées de CO.G.B LaBelle ; Bejaia Autocontrôle, Analyse. Mémoire de fin d'étude université de Béjaia.
- 25) **Rakha. P., 2005.** Conception et dimensionnement des stations d'épuration à boues activées, office International de l'eau, 223p.
- 26) **Ramade. F., 2000.** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Edition: Ediscience International, France, 690 p.
- 27) **Rodier. J et Bazin. C., 1996.** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, Edition : DUNOD, Paris, 1983p.
- 28) **Satin. M et Coll., 1999.** Guide technique de l'assainissement, 3^{ème} édition le moniteur, 56p.
- 29) **Selhani. S., 2009.** Etude des possibilités d'utilisation des eaux et boues d'épuration dans l'agriculture : Cas de la station d'épuration de Béni-Messous, Mémoire d'ingénieur Ecole national polytechnique, Alger.

Annexes
