



CARACTERISATION DES EFFLUENTS D'USINE DE BEURRE DE
KARITE EN VUE D'UN TRAITEMENT BIOLOGIQUE PAR
LAGUNAGE : CAS DE LA SOCIETE OLVEA BURKINA FASO

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT
OPTION : Eau et Assainissement**

Présenté et soutenu publiquement le 5 Novembre 2015 par :

Francis Junior NGANAWARA

Travaux dirigés par : Dr Yacouba KONATE
Responsable du LEDES (2ie)

Mr Benjamin KARRAS
Assistant Chef de Projet Adjoint (OBF)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Anderson ANDRIANSA

Membres et correcteurs : Dr Héla KAROUI

Mr. Diafarou MOUMOUNI

Promotion [2014/2015]

Dédicaces

A

- Ma très chère mère Joséphine Marie-Rose YAMATOU qui m a toujours soutenu dans mes études.
- Mon cher père Francis Mathieu NGANAWARA qui n a jamais cessé de me soutenir et d'avoir toujours cru en moi tout le long de mon cursus

Remerciements

Je tiens tout d'abord à adresser mes sincères remerciements à l'endroit de mes encadreurs :

- Dr Yacouba KONATE pour sa disponibilité et ses orientations dans la réalisation de ce travail.

- Mr Benjamin KARRAS pour sa contribution dans la collecte des données nécessaire à la réalisation de ce travail.

Mes vifs remerciements sont adressés au personnel du laboratoire LEDES, ONEA qui n'ont ménagé aucun effort pour la réalisation de ce travail.

Je tiens également à remercier le personnel de la société Olvea Burkina Faso pour l'accueil chaleureux qu'ils m'ont réservé lors de mes visites sur le site de fabrication.

Je suis très reconnaissant à l'endroit de tous ceux qui ont de près ou de loin œuvré pour ma formation.

Résumé

Le lagunage à microphyte est un procédé biologique extensif de traitement des eaux usées biodégradables particulièrement recommandé dans les pays en voie de développement en raison notamment de sa simplicité, son faible coût d'investissement et de fonctionnement.

Malgré sa robustesse avérée, le choix d'implantation d'une station d'épuration par lagunage nécessite d'une part une étude qualitative des effluents à traiter pour s'assurer de leur biodégradabilité, d'autre part une étude technique de la zone d'implantation qui doit à priori respecter certaines conditions de mise en œuvre.

Les études de caractérisation des effluents de la société Olvea en vue d'un traitement par lagunage répondent à ce premier objectif d'évaluation de la qualité des effluents à traiter à travers un échantillonnage bihebdomadaire d'un total de 40 échantillons qui a consisté en la détermination des paramètres de pollution comme la DBO₅, la DCO, les MES et les nutriments.

L'évaluation des quantités de production d'eaux usées a permis de distinguer trois principales sources de production d'eaux usées à savoir les effluents de karité, les effluents du laboratoire d'analyse, et des effluents domestiques.

La quantification de ces effluents donne des volumes moyens suivants : 4,25 m³/J pour toutes les activités confondues, 0,357 m³/j pour les effluents de karité, 1,8 m³/j pour les effluents du laboratoire et 2,09 m³/j pour les effluents domestiques.

L'analyse qualitative a montré que les effluents du lavage des équipements de production (Effluents de karité) ainsi que ceux du laboratoire sont caractérisés par une très forte charge organique comme en témoigne les concentrations en DBO₅ et DCO respectivement de 2310 mg/L et 26792 mg/L (pour effluents de karité), 68,81 et 15543 mg/L pour les rejets du laboratoire. Le ratio DCO/DBO₅ correspondant justifie amplement le caractère non biodégradable de ces effluents, respectivement de 13 pour les effluents du lavage des équipements et 302 pour ceux du laboratoire. Par conséquent un traitement biologique par lagunage pour ces effluents n'est donc pas envisageable. En outre le faible débit des effluents domestiques ne saurait non plus justifier un investissement conséquent pour leur traitement par lagunage. L'étude recommande le recours à un traitement primaire par coagulation floculation des effluents non biodégradables pour réduire la charge polluante en vue d'un traitement mixte avec les rejets domestiques.

Mots clés : Caractérisation, Eaux usées, Beurre de karité, lagunage, Bobo-Dioulasso.

Abstract

Wastewater stabilization pond is a biological technology adapted for developing countries. With the main advantage that they are often termed low cost, simple to build and to operate. The choice to design a pond treatment technology requires the determination of the raw wastewater quality to ensure the biodegradability of the influent, the flow and size of site conditions.

The objective of OBF company's effluent characterization study is to determine the mains parameters for usefull for the design (BOD, COD, Suspended solids, Faecal Coliform and others parameters such as nitrogen and phosphorus).

Three sources of was water reproduction was found: shea butter effluent, effluent from the analysis laboratory and those of sanitary and washing hands blok administrative.

The average flow rate of the whole wastewater were evaluated to 5,24 m³/d for all the activities, 0,357 m³/d for shea butter effluent 1,8 m³/d for analysis laboratory and 3,08 m³/d for domestic wastewater.

Qualitative analysis after 40 samples showed that the Shea butter effluent and those of laboratory are characterized by a very high concentration of organic pollutant. The average concentrations of BOD₅ and COD are respectively 2310 mg/l and 26792 mg/l for Shea butter and 68, 81, 15543 mg/L for the laboratory effluent. The COD/BOD₅ ratio confirms the corresponding non-biodegradability of these effluents, respectively 13 for Shea butter effluent and 302 for those of the laboratory. Pond treatment technology of these effluents is not possible. Moreover the low flow rate of sanitary wastewater cannot justify a high investment for the treatment plan design.

The study recommended a primary chemical treatment by coagulation and flocculation to reduce first the organic load before further biological treatment with the sanitary wastewaters using anaerobic bioreactor.

Keyword: characterization, wastewater, Shea butter, stabilization pond, Bobo-dioulasso.

Liste des abréviations

DBO5 : Demande Biologique en Oxygène après 5 jours

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement et de l'Aménagement et du Logement en Bretagne.

FCM : Fédération Canadienne des Municipalités.

FNSA : Fédération Nationale des Syndicats de l'Assainissement et de la Maintenance Industrielle.

MES : Matières En Suspension

NO_3^- : Nitrates

OBF1: Olvéa Burkina Faso 1er site

OBF2: Olvea Burkina Faso 2eme site

pH : Potentiel d'hydrogène

PO_4^{3-} : Ortho phosphates

SAREPTA SA : Société Burkinabé de transformation d'oléagineux

STEP: Station d'Épuration.

UASB: Up flow Anaerobic Sludge Banket.

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Résumé	iii
Abstract	iv
Liste des abréviations	v
Table des matières	vi
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	x
Introduction	1
Contexte et justification.....	1
Objectif général	2
Objectifs spécifiques	2
Hypothèses de l'étude.....	2
1. Généralité sur le Karité	3
1.1. Composition chimique de l'amande de karité	3
1.2. Processus d'extraction du beurre de Karité	3
1.2.1. Extraction manuelle	3
1.2.2. Extraction mécanique ou améliorée	5
1.3. Caractéristiques des effluents d'usine de fabrication de beurre de karité	6
1.4. Impacts des effluents de karité sur le milieu	7
1.5. Les normes de rejets des polluants au Burkina Faso	8
1.6 Les options de prétraitement et de traitement des effluents de karité.....	8
1.6.1. Les prétraitements	8
1.5.2. Les options de traitement	9

Caractérisation des effluents d'usine de beurre de karité en vue d'un traitement
biologique par lagunage : Cas de la Société Olvea Burkina Faso

2. Généralité sur les eaux usées domestiques.....	13
2.1. Caractéristique des eaux usées domestiques	13
2.1.1. Pollution Physico-chimique	13
2.1.2. Pollution microbiologique	17
2.2. Les options de prétraitement et de traitement.....	18
2.2.1. Les prétraitements	18
2.2.2. Les options de traitement	18
3. Présentation de la structure d'accueil et de ses différentes activités.....	25
3.1 Olvea Burkina Faso.....	25
3.2. Les différentes activités génératrices d'eaux usées	25
3.2.1. La filière de production du beurre.....	25
3.2.2. Le laboratoire d'analyse.....	26
3.2.3. L'administration.....	27
3.3. Situation actuelle de la gestion des différents effluents de la société.....	27
3.3.1 Les eaux de lavages des équipements de production	27
3.3.2 Les eaux du laboratoire et les eaux sanitaires	28
4. Matériel et méthodes	29
4.1. Zone d'étude	29
4.2. Caractérisation	29
4.2.1. Quantification des effluents	29
4.2.2. Analyses qualitatives.....	31
4.2.2.1. Echantillonnage et mesure des paramètres in situ	31
5. Résultats et discussions	35
5.1. Résultats et interprétation	35
5.1.1. Quantification	35
5.1.1.1. Consommation globale en eau pour toutes les activités de la société OBF.....	35

Caractérisation des effluents d'usine de beurre de karité en vue d'un traitement
biologique par lagunage : Cas de la Société Olvea Burkina Faso

5.1.2. Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques	37
5.1.2.1 Caractéristiques physico-chimiques.....	37
5.1.2.2 Caractéristiques microbiologiques.....	45
5.1.3. Choix du système retenu pour le traitement des effluents de la société OBF.....	46
5.2. Discussions	47
Conclusion.....	50
Recommandations	51
Références bibliographiques	52
Annexes.....	I

Liste des tableaux

Tableau I : Composition chimique de l'amande de karité	3
Tableau II : Caractéristique des effluents d'usine de fabrication d'huile.....	7
Tableau III : Normes de rejets des polluants au Burkina Faso.....	8
Tableau IV : Concentrations en DBO ₅ et DCO des effluents domestiques	16
Tableau V : Avantages et inconvénients des procédés de traitement selon Tilley <i>et al</i> (2009)	22
Tableau VI : Tableau des avantages et inconvénients des différents systèmes de traitement des eaux usées domestiques	24
Tableau VII : Récapitulatif des conditions d'analyses au spectrophotomètre DR 2000.....	33
Tableau VIII : Consommation globale en eau potable des trois dernières années de la société.	35
Tableau IX : Quantité d'effluents rejetés pour toutes les activités confondues	35
Tableau X : Valeurs de débits journaliers de la fosse de lavage	36
Tableau XI : Valeurs de débit des effluents du laboratoire	36
Tableau XII : Les valeurs de débit de chaque activité	36
Tableau XIII : Caractéristiques physico-chimiques des deux effluents.	37
Tableau XIV : Caractéristiques globales des effluents d'Olvéa	40
Tableau XV : Concentration en Coliformes fécaux des deux effluents.....	45
Tableau XVI : Comparaison des paramètres avec les normes au Burkina Faso.....	46
Tableau XVII : Caractéristiques géométriques du réacteur anaérobie à chicane.....	47

Liste des figures

Figure 1 : Processus d'extraction mécanique par presse manuelle au Burkina Faso	5
Figure 2 : processus d'extraction mécanique par presse motorisée au Burkina Faso	6
Figure 3 : Schéma du principe d'une station d'épuration par lagunage naturel constitué de trois bassins	12
Figure 4 : Schéma du processus d'épuration dans un bassin de lagunage	12
Figure 5 : Schéma de fonctionnement d'une fosse septique	19
Figure 6 : Schéma de fonctionnement d'un réacteur anaérobie à chicane	20
Figure 7 : Schéma d'un filtre anaérobie	21
Figure 8 : Processus d'extraction du beurre de karité de la société OBF	26
Figure 9 : les équipements de production	27
Figure 10 : Bac de lavage des équipements de production	28
Figure 11 : Bloc administratif de la société Olvéa	28
Figure 12 : Situation géographique de la ville de Bobo-Dioulasso	29
Figure 13 : Points de prélèvement des effluents du laboratoire	31
Figure 14 : Point de prélèvement des effluents du lavage des équipements de production	32
Figure 15 : Comparaison entre la DBO ₅ et la DCO brutes et décantées des effluents	39
Figure 16 : Courbe d'évolution des valeurs de paramètres in situ des effluents du laboratoire	41
Figure 17 : Evolution hebdomadaire des paramètres in situ des effluents du lavage des équipements.	41
Figure 18 : Courbe d'évolution de la DCO des effluents du laboratoire	42
Figure 19 : Courbe d'évolution de la DBO ₅ des effluents du laboratoire	42
Figure 20 : Courbe d'évolution de la DBO ₅ , DCO et MES des effluents du lavage	43
Figure 21 : Courbe d'évolution des concentrations en éléments azotés et phosphatés	44
Figure 22 : Evolution de la concentration en NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et PO ₄ ³⁻ des Effluents du lavage	45
Figure 23 : Schéma du réacteur anaérobie ainsi que le sens d'écoulement de l'effluent	47

Introduction

Contexte et justification

L'eau est une denrée rare, elle fait l'objet d'une exploitation concurrentielle entre la population, l'agriculture et les industries (Boutin, 2001). La consommation importante en eau des industries donne naissance à de grands rejets d'effluents pollués qui doivent à priori être traités avant rejet afin d'éviter tout dommage environnemental.

La nécessité d'épurer les eaux usées s'impose à tout pollueur au Burkina Faso selon le décret N° 2001-15/PRES/PM/MEE du 19 Avril 2001.

Face à une pression législative accrue relative à la protection de l'environnement, les entreprises doivent trouver des réponses au problème d'épuration de leurs effluents dans les meilleures conditions techniques économiques et environnementales. Dans un contexte sahélien où la ressource en eau se raréfie, amener les industries à traiter leurs effluents avant rejet est un moyen indispensable de la préservation des ressources en eau et revêt également une importance capitale pour ces derniers de réduire les coûts liés aux amendes qu'elles paieraient en cas de pollution.

La ville de Bobo-Dioulasso n'échappe pas à ce constat vu la croissance rapide que cette dernière a connue avec la prolifération des industries qui génèrent de grosses quantités d'eaux usées.

C'est ainsi que la société Olvéa Burkina Faso (OBF), consciente de l'enjeu de la protection de l'environnement dans ses processus de production et engagée dans une démarche de renouvellement de son usine à Bobo-Dioulasso a décidé de réduire de façon considérable les impacts environnementaux de ses activités sur son nouveau site par le traitement préalable de tous ses effluents avant rejet dans le milieu naturel par lagunage.

La présente étude a pour but de faire une caractérisation qualitative et quantitative des différents rejets de la société OBF, d'étudier la faisabilité d'un traitement par voie de lagunage. Elle permettra à OBF de connaître avec certitude la composition ainsi que la quantité de ses rejets, et l'aidera dans sa prise de décision relative au système de traitement par lagunage microphyte à mettre en place.

Le présent travail est subdivisé en quatre parties, la première partie concerne la synthèse bibliographique sur le karité et ses effluents, ensuite les eaux usées domestiques, les options de prétraitement et de traitements de ces effluents avec leurs avantages et inconvénients. La deuxième partie est une présentation détaillée de la structure d'accueil (OBF), de son système de production et de la gestion actuelle de ses effluents.

La troisième partie décrit la méthodologie utilisée ensuite la dernière partie présentera les résultats et discussions.

Objectif général

L'objectif de ce travail consiste à caractériser les effluents de la société Olvéa en vue d'un traitement biologique par lagunage.

Objectifs spécifiques

De façon spécifique, il s'agira de :

- Evaluer les quantités d'eaux usées générées.
- Déterminer les paramètres physico-chimiques et microbiologiques des différents effluents.
- Evaluer la biodégradabilité
- Dimensionner les ouvrages de traitement.

Hypothèses de l'étude

Au vu des objectifs spécifiques fixés, les hypothèses suivantes ont été émises.

- Les effluents de lavage des équipements de production ainsi que ceux du laboratoire d'analyse sont biodégradables.
- Les quantités d'eaux usées rejetées par Olvéa sont suffisantes pour qu'un traitement par lagunage soit envisagé.
- La superficie disponible ne permet pas l'implantation d'un système de traitement par lagunage.

1. Généralité sur le Karité

1.1. Composition chimique de l'amande de karité

L'amande est située à l'intérieur de la noix de karité, elle est obtenue après dépulpage du fruit et décorticage de la coque de la noix. D'après Debrah et Ohta (1994), l'amande de karité est constituée en pourcentage de matière sèche : 59,04% de lipide, 54,5% de graisse et 1,37% d'azote. Kassamba (1988), cité par Ouattara (2008) rapporte un pourcentage de matière grasse compris entre 34 à 57% et un pourcentage en azote de 8,44 à 8,88%. Le tableau I présente la composition chimique de l'amande de karité.

Tableau I : Composition chimique de l'amande de karité

Eléments % MS	Tano-Debrah et ohta(1994)	Bakari Kassamba(1988)
Matière grasse	54,85	34-57
Lipides	59,04	-
Azote total	1,37	8,44-8,88
Humidité	-	6,84-7,79

1.2. Processus d'extraction du beurre de Karité

Le beurre de karité est la matière grasse obtenue à partir de l'amande du fruit de karité (Womani *et al*, 2007 ; Olaniyan et Oje, 2011). En général, il existe deux types de procédés d'extraction du beurre de karité (Nkuam, 2007 ; Olaniyan et Oje, 2011 ; Olaoye, 2012) :

- les procédés traditionnels, laborieux à faible rendement avec un grand temps de préparation.
- les procédés mécanisés ou améliorés faisant intervenir des presses motorisées à haut rendement.

1.2.1. Extraction manuelle

Les procédés d'extraction manuelle du beurre de karité sont nombreuses et diverses. Ils varient selon les tribus, les régions (Nkuam, 2007). Nous pouvons les résumer en six principales étapes que sont le dépulpage, le concassage, la torréfaction, le laminage, le barattage et le raffinage.

➤ Dépulpage

Les fruits ramassés sont débarrassés de leurs pulpes. Cette opération dure trois jours au maximum, et s'effectue en stockant les fruits dans une fosse (Chantal, 2007). La noix obtenue après dépulpage est alors lavée et séchée, ensuite décortiquée pour récupérer l'amande qui sera à son tour lavée, séchée et triée (sélection de bonne amande).

➤ Concassage

Les amandes sont concassées en de particules fines dans un mortier. Cette opération est la première étape de préparation de la patte.

➤ Torréfaction

Cette étape consiste à soumettre les particules obtenues après concassage à une température élevée. D'après Ouattara(2008), cette opération de cuisson s'effectue à une température de 120°C.

➤ Laminage

La dernière étape de la préparation de la patte consiste à transformer les particules fines torréfiées en une patte épaisse par l'utilisation d'un moulin.

➤ Barattage

Le barattage permet l'extraction de la matière grasse. La patte obtenue après passage au moulin est malaxée et brassée dans une marmite avec de l'eau, ce qui permet de rendre la patte plus fine ensuite baratté de nouveau après ajout de l'eau tiède. La matière grasse se sépare de l'eau du fait de sa densité et elle flotte à la surface du mélange en formant une écume qui sera extraite et ensuite lavée.

➤ Raffinage

L'étape du raffinage étant d'assurer une purification de l'écume obtenue. L'écume extraite après lavage est mise au feu dans une marmite. Cette opération permet d'extraire l'eau par évaporation et les impuretés par décantation au fond de la marmite. L'huile raffinée est alors transvasée dans une marmite de telle sorte qu'elle soit exempte d'impureté. Cette dernière opération peut se faire par filtration et vient alors le conditionnement (Chantal, 2007).

1.2.2. Extraction mécanique ou améliorée

L'extraction améliorée du beurre de karité peut se faire par presse manuelle ou par presse mécanique (Nkuam, 2007 ; Olaoyé, 2012).

Le processus de production mécanique demeure le même que celui de la production manuelle Nkuam(2012), l'amélioration intervient seulement au niveau du broyage et de l'extraction proprement dite ou l'on utilise un moulin broyeur actionné par un moteur pour le premier et une presse manuelle ou mécanique pour le second.

Les figures 1 et 2 présentent le processus d'extraction par presse manuelle et motorisée au Burkina.

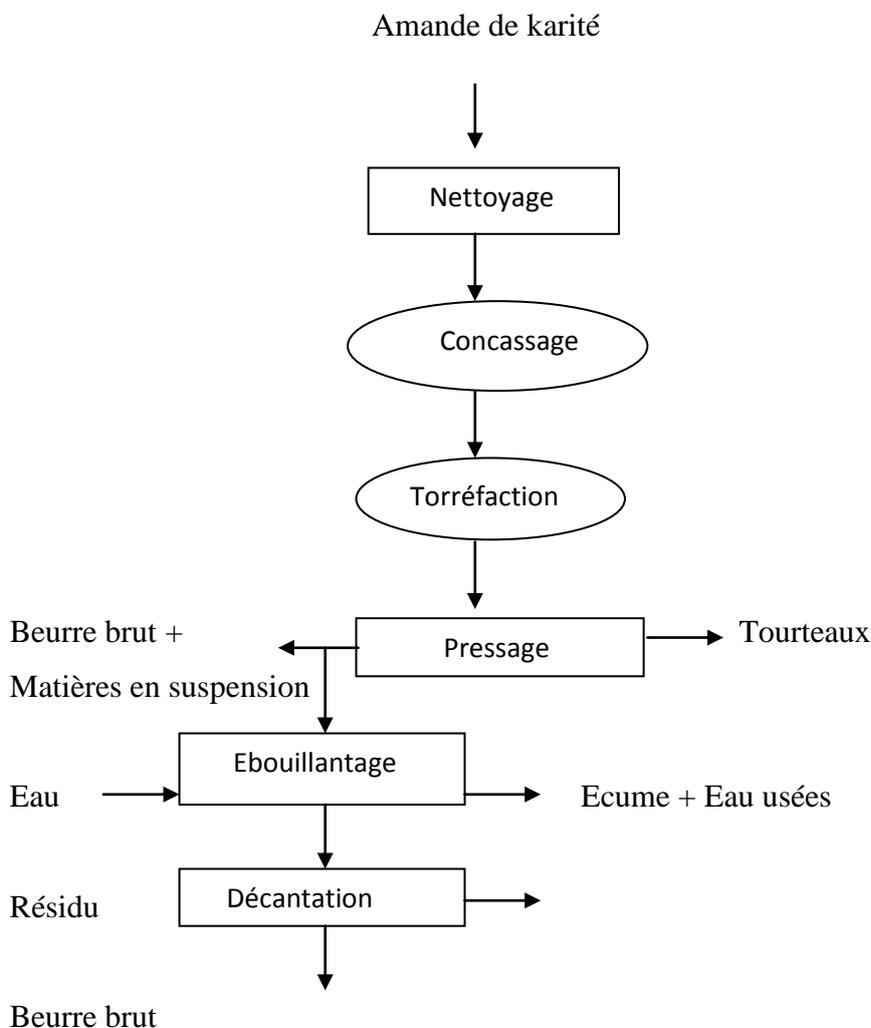


Figure 1 : Processus d'extraction mécanique par presse manuelle au Burkina Faso

Source : Kassamba (1997)

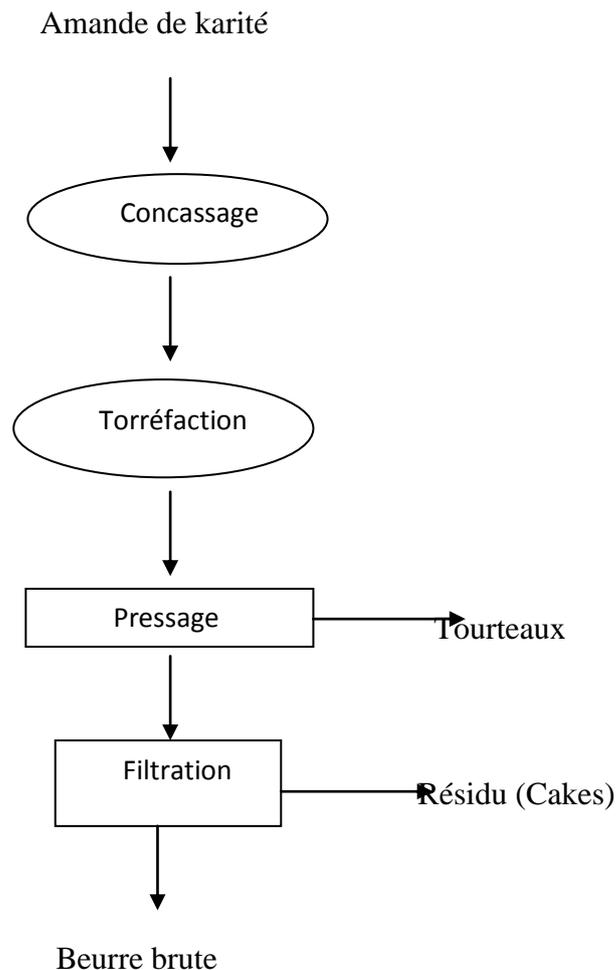


Figure 2 : processus d'extraction mécanique par presse motorisée au Burkina Faso

Source : Kassamba (1997)

1.3. Caractéristiques des effluents d'usine de fabrication de beurre de karité

De façon générale, les effluents de karité sont chargés en matière grasse. Selon Ouattara(2012), la concentration en matière grasse des effluents issus des processus d'extraction par barattage manuelle sont différentes de celle des effluents issus des processus d'extraction par barattage mécanique.

Les études effectuées par Ouattara(2012) sur les effluents issus des processus d'extraction manuelle et mécanique du beurre de karité de la Société SAREPTA située à Kouba (Burkina Faso) montre une très forte concentration en DBO₅ et DCO allant respectivement de 14 400 et 113 400 mg/L pour l'extraction manuelle à 12000 et 57500 mg/L pour l'extraction mécanique.

La même étude a montré une faible biodégradabilité des effluents avec un ratio DCO/DBO₅ des deux processus d'extraction de 7,3 pour l'extraction manuelle contre 4,79 pour l'extraction motorisée, une valeur de pH respectivement de 5,3 et 5,6 qui sont sensiblement égaux, témoignant le caractère acide de ces effluents.

Ko (2008), dans la caractérisation combinée des effluents d'huilerie de coton et de beurre de karité de la SOFIB après élimination de la matière grasse par craquage acide et neutralisation à de la soude, a observé des concentrations moyennes en MES d'environ 420 mg/L, une DBO₅ et DCO respectivement de 230 et 650 mg/L donnant un ratio DCO/DBO₅= 2,82.

Le tableau II présente à titre de comparaison les caractéristiques physico-chimiques des différentes usines de production d'huile.

Tableau II : Caractéristique des effluents d'usine de fabrication d'huile.

Paramètres						Type d'industries	Sources
pH	T (°C)	DBO ₅ mg/L	DCO mg/L	MES mg/L	P04 mg/L		
4,35	-	22000	95000	12000	147	Huile de palme	Chaisri et al (2007)
4,7	80-90	25000	50000	18000	-	Huile de palme	Rupani et al (2010)
4,5-5	-	90000-100000	120000-130000	-	-	Huile d'olive	Azbar et al (2004)
11.-13	-	-	15620	-	-	Huile de coton	Nguematio (1991)
7,43-9,56	46,5-65,2	1050-10300	5600-15300	3700-12800	-	Huile d'olive	Saatci et al (2001)

1.4. Impacts des effluents de karité sur le milieu

De par leur composition, les effluents de karité ne laissent pas sans dommage le milieu naturel dans lequel ils sont rejetés. Soulignant que cet avis est partagé par Adewoye *et al* (2013) qui ont montré l'effet toxique des effluents de karité sur l'écosystème aquatique en provoquant la mort de l'espèce *Claria gariepinus* (espèce de poisson), Ouattara (2012) rapporte un risque d'acidification du sol lorsque ces derniers sont déversés dans la nature sans traitement préalable. La forte concentration en matière grasse peut occasionner un colmatage du sol et donc une diminution de sa capacité épuratrice.

D'après Antoine (2008), les matières grasses contenues dans les effluents rejetés sans traitement dans la nature entraînent un processus d'anoxie en provoquant une consommation de l'oxygène dissous des eaux douces.

Selon la même source, en station d'épuration ainsi que dans les réseaux d'égout, les matières grasses occasionnent les mêmes problèmes qui sont le colmatage des canalisations et des pompes et empêchent le traitement biologique qui s'en suit.

1.5. Les normes de rejets des polluants au Burkina Faso

Le tableau III présente les normes de rejets des eaux usées dans les eaux de surface ainsi que celles de déversement dans les réseaux d'égout au Burkina Faso.

Tableau III : Normes de rejets des polluants au Burkina Faso

Paramètres	T °C	pH	DBO ₅ mg/L	DCO mg/L	MES mg/L	NO ₃ mg/L	NH ₃ et NH ₄ mg/L	PO ₄ mg/L	Coli F/100 ml
Normes 1	18-40	6,4-10,5	50	150	200	50	150	5	2000
Normes 2	18-40	6,4-10,5	800	2000	100	90	1	-	-

1 : Norme de déversement des effluents dans les réseaux d'égout

2 : Norme de rejet des effluents dans les eaux de surface

Source : Décret n° 2001 du 19 Avril portant fixation des normes de rejet.

1.6 Les options de prétraitement et de traitement des effluents de karité

1.6.1. Les prétraitements

Les prétraitements en générale visent à éliminer les éléments dont leur présence impacterait non seulement le fonctionnement des installations mais aussi l'efficacité du traitement. D'après Konaté (2013), les prétraitements permettent la protection des appareillages électromécaniques et de la station d'épuration. Comme système de prétraitement, nous avons :

- Le dégrillage-tamissage-dessablage

Ces trois systèmes, situés en général en amont de la chaîne de traitement permettent l'élimination des éléments grossiers et le choix de leur installation est fonction du type d'effluents et de la taille des éléments solides à retenir.

Nguematio (1991), dans le traitement des effluents d'huilerie de la CITEC note que l'absence des éléments grossiers dans ses effluents exclu un prétraitement par dégrillage et dessablage, le tamissage dans ce cas est donc nécessaire pour l'élimination des particules fines.

- Déshuilage et dégraissage

Ce procédé permet d'éliminer les huiles et les graisses dans les effluents avant leur traitement. Le procédé généralement utilisé pour le déshuilage et le dégraissage est un déshuileur ou

dégraisneur muni d'une pompe à insufflation d'aires permettant de séparer les molécules de densités inférieures à celle de l'eau notamment les huiles et les graisses et de les récupérer à la surface de l'effluent par une goulotte (fnsa, 2009). Salam *et al* (2009) notent qu'il existe deux formes d'huile, l'huile libre et l'huile émulsive. La première se sépare naturellement de l'eau et flotte à sa surface par simple gravitation, la seconde est généralement en suspension dans l'eau et sa séparation nécessite des techniques sophistiquées.

Nguematio (1991) souligne également que l'élimination des huiles et des graisses par injection d'air n'est efficace que lorsque ces dernières sont présentes dans l'effluent à l'état libre d'où nécessité d'un craquage à l'acide (acide sulfurique ou acide chlorhydrique) pour les huiles émulsives afin de les rendre libres et faciliter leur élimination par flottation dans le dégraisseur ou déshuileur (Saatci *et al*, 2001). D'après le même auteur, ce procédé permet d'éliminer entre 76,95-83,38% d'huiles et graisses contenues dans les effluents d'usines de production d'huile végétale.

Salam *et al* (2009) dans le traitement des effluents de laiterie et de sucrerie notent une élimination des huiles et graisses par injection d'air, respectivement de 77-80% et 66-70% afin de faciliter leur traitement biologique.

1.5.2. Les options de traitement

1.5.2.1. Traitements physicochimiques

Le traitement physico-chimique des effluents d'huilerie est effectué au cas où un traitement biologique n'est envisageable.

- Coagulation-Floculation

La coagulation floculation consiste à favoriser l'agglomération des particules et faciliter leur décantation, on obtient une phase supérieure liquide dans laquelle les polluants sont dilués et une phase inférieure constituée de boues dans laquelle les polluants se concentrent (El hajjouji, 2007). Les principaux coagulants utilisés sont à base de sel d'aluminium et de fer notamment le chlorure de fer, le sulfate d'aluminium, et la chaux. Dans les rejets industriels à forte teneur en matière grasse, on peut observer une élimination des matières grasses et de la DCO par traitement avec le chlorure de fer trois (FeCl_3) respectivement avec un rendement d'élimination de 93,81-96,16% et 94,66 -96,25% (Saatci *et al*, 2001) ou du sulfate d'aluminium avec un rendement d'environ 96% des matières grasses (Salam *et al*, 2009). L'usage d'un coagulant accroît certes le pourcentage d'élimination de la pollution des

effluents mais présente les inconvénients liés au coût des réactifs (coagulants) et aussi au caractère polluant que présentent les boues, excluant toute réutilisation éventuelle.

- Electrocoagulation

L'électrocoagulation est un autre procédé de traitement des effluents à forte teneur en matière grasse. Le principe se base sur la dissolution électrochimique d'une anode générant in situ le coagulant. Elle permet de flocculer les matières en suspension présentes dans un effluent. Phalakurncole *et al* (2009) rapportent une élimination des huiles et graisses d'environ 72% par électrocoagulation avec le sulfate d'aluminium ($Al_2(SO_4)_3$) pour les effluents de fabrication d'huile de palme ainsi qu'une réduction considérable de la DBO et de la DCO. Ce procédé présente l'avantage d'une bonne élimination des huiles et des graisses mais présente aussi l'inconvénient d'être très exorbitant en termes de coût incluant la consommation énergétique, l'achat des équipements.

- Filtration

La filtration est un moyen de traitement des eaux usées. Plusieurs méthodes de filtration des eaux usées existe et ce en fonction du matériau filtrant utilisé.

Meena *et al* (2014) notent que les matières grasses contenues dans les effluents peuvent être éliminé par filtration membranaire. Hebbar et Jayantha(2013) mentionnent que la forte teneur des matières grasses contenues dans ces effluents peut être éliminée à environs 90% en utilisant de la latérite comme matériaux filtrants. Ces procédés présentent respectivement l'inconvénient d'être exorbitant en termes de coût et nécessite en plus une main d'œuvre qualifiée pour le premier tandis que pour le second il ne pourra qu'être utilisé comme prétraitement dans les stations d'épuration à faible débit journalier à traiter (Hebbar et Jayantha, 2013). Achak *et al* (2011), dans le traitement des effluents oléicoles dilués à 50% par les eaux usées domestiques (cas de la margine) ont effectué un prétraitement par filtration sur sable, suivi d'un traitement sur lits plantés en utilisant comme espèces végétales le *Phragmites australis*, *Typha latifolia* et *Arundo donax*. Ce qui leur a permis d'obtenir des rendements d'environ 70 et 79% respectivement pour les MES et la DCO pour le filtre à sable ensuite 99,7% de réduction de DCO et 94% de MES pour le second dispositif (filtre planté).

1.5.2.2. Traitements biologiques

Ces procédés de traitement peuvent être anaérobies ou aérobie, rappelons que le traitement biologique des eaux usées n'est envisageable que lorsque l'échantillon est biodégradable.

- **Boue activée**

La boue activée est un système de traitement aérobie des eaux usées. Le principe repose sur une mise en contact des eaux à épurer avec les microorganismes épurateurs dans un bassin afin de digérer la pollution. Un apport complémentaire d'oxygène est réalisé afin de stimuler les bactéries et favoriser leur contact avec la pollution. Pour des effluents à très forte charge organique par exemple les effluents d'huilerie d'olive, El Hajjouji *et al* (2007) recommandent une dilution de ceux-ci avec de l'eau ou des eaux usées domestiques avant un traitement par boue activée. Mkhize *et al* (2000) préconisent pour tous les effluents d'usines de production d'huile de table une dilution préalable avec des effluents domestiques avant un traitement par boue activée ou par réacteur biologique séquentiel. Ce procédé présente l'avantage d'une bonne élimination de la DBO, DCO, MES, aussi permet l'élimination des éléments dissouts colloïdaux à faible concentration dans les eaux usées (El Hajjouji *et al*, 2007). L'un de ses avantages est sa faible emprise au sol (Nicol, 1981), ce qui faciliterait son choix par rapport aux autres procédés dans les pays où le problème d'espace s'impose.

L'inconvénient de ce procédé est sa forte consommation énergétique, la non production du biogaz qui pourra être valorisé (Nicol, 1981), ainsi que la nécessité d'une main d'œuvre qualifiée faisant de ce système de traitement un procédé onéreux (Effebi, 2009).

- **Le lagunage**

La technique d'épuration des eaux usées par lagunage naturel est connue depuis l'antiquité, elle commençait à être développée à travers le monde notamment dans les pays comme les Etats-Unis, Canada, Australie, Suède, Allemagne (EL Hachemi, 2012).

Le traitement par lagunage consiste à la mise en place d'une série de bassins artificiels ou étangs formés de digues imperméabilisés dans lesquels les eaux usées sont déversées et passent successivement d'un bassin à l'autre par simple gravitation pendant un long temps de séjour. La figure 3 présente l'agencement des bassins dans un système de lagunage.

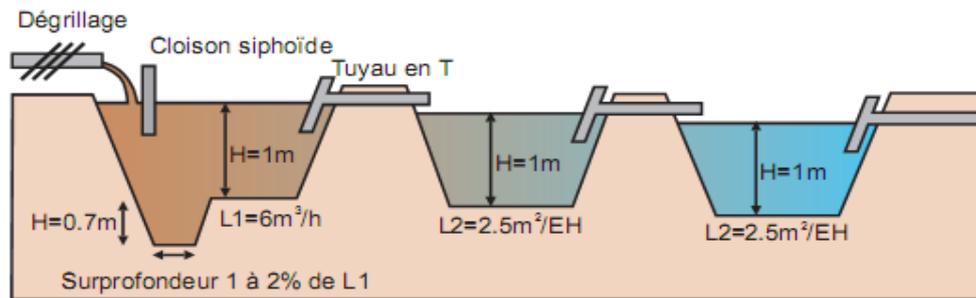


Figure 3 : Schéma du principe d'une station d'épuration par lagunage naturel constitué de trois bassins

Source : DREAL, 2012

D'après la FCM (2004), le lagunage résulte d'une combinaison complexe de processus physiques, chimiques et biologiques qui sont influencés par les conditions météorologiques, le type et la configuration des bassins ainsi que la conception du système.

Le principe du fonctionnement est une autoépuration basée sur une association biologique constituée de bactéries, d'algues en présence d'oxygène. La couche d'eau supérieure du bassin reçoit de l'oxygène qui est d'une part issu de l'aération naturelle par le vent, d'autre part de l'activité photosynthétique des populations algales présentes. Les bactéries aérobies en présence d'oxygène dégradent la matière organique contenue dans les eaux à épurer.

La figure 4 montre le processus d'épuration dans un bassin de lagunage à microphytes

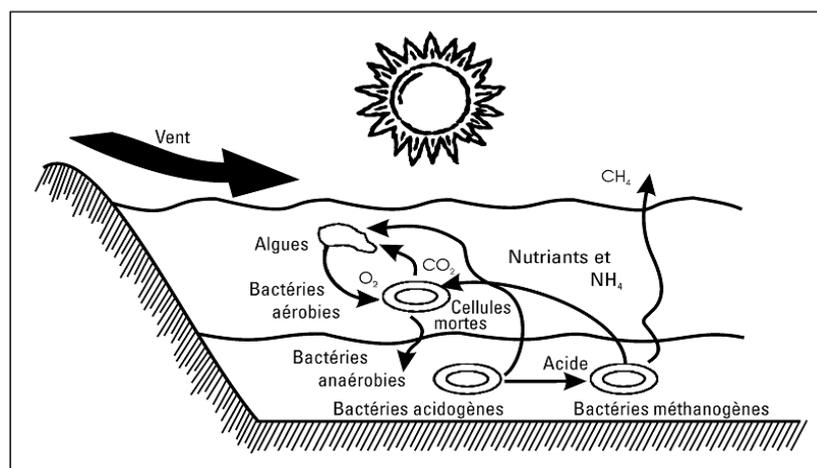


Figure 4 : Schéma du processus d'épuration dans un bassin de lagunage

Source : FCM, 2004

2. Généralité sur les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont des eaux issues de multiples usages de l'eau faites par l'homme. Elles se divisent en deux types que sont les eaux ménagères encore appelées eaux grises et les eaux sanitaires appelées eaux noires.

Mises à part les eaux de toilette (Eaux noires ou sanitaires), toutes les eaux usées rejetées au niveau des ménages sont appelées eaux ménagères ou eaux grises (Morel et Diener, 2006). Elles sont issues des activités de bains, lessives et de vaisselles tandis que les eaux noires sont des eaux usées issues des sanitaires constituées de fèces et d'urine à forte charge organique.

La composition ainsi que la quantité des eaux usées domestiques varient en fonction des pays, ménages, du nombre d'individus présents et du standing de vie. Les eaux usées domestiques par leur composition, présentent un risque sanitaire considérable si elles sont rejetées sans traitement dans la nature.

2.1. Caractéristique des eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques sont caractérisées par une pollution physicochimique et microbiologique

2.1.1. Pollution Physico-chimique

➤ pH

Le pH ou potentiel d'hydrogène donne l'indication sur l'acidité ou la basicité d'une solution.

Dans les eaux domestiques, on peut avoir des valeurs de pH comprises entre 6,1-7,7 (Vasquez *et al*, 2010). Leit *et al* (2009), dans la caractérisation des eaux usées domestiques en vue d'un traitement par UASB ont trouvé une valeur maximale et minimale respectivement de 7,7 et 8,1 avec une moyenne de 7, 8. Ces valeurs montrent que le pH des eaux usées domestiques est proche de la neutralité.

Le pH est un facteur déterminant pour la survie des microorganismes épurateurs dans les stations d'épuration. Un pH acide ou basique entrainerait la mort de ces derniers et compromettra l'efficacité du traitement.

➤ Température

Les valeurs de la température dans les eaux usées domestiques varient considérablement selon les différents usages auxquels l'eau est destinée. Des valeurs de températures comprises entre 23 et 29°C ont été trouvées dans les eaux usées domestiques en Colombie (Vasquez *et al*, 2010). Gorskal *et al* (2015) ont trouvé des valeurs supérieures comprises entre 30 et 35 dans les eaux usées domestiques en Inde.

➤ Oxygène dissout

L'oxygène est un paramètre très important pour la survie des microorganismes. L'absence d'oxygène dissout dans les eaux usées conduit directement à un processus de dégradation anaérobie avec pour conséquence une émanation d'odeur. Dans les eaux usées domestiques en Inde, Gorskal *et al* (2015) ont trouvé des concentrations en Oxygène dissout dans une gamme de 5,6 et 8 mg/L. Epurer les eaux usées revient à réduire de façon considérable la pollution organique et microbiologique à fin d'augmenter sa concentration en oxygène dissout.

➤ Les MES

Les matières en suspension comme leur nom l'indique sont des éléments solides de petites tailles retenues sur une membrane de 0,45µ qui se trouvent généralement en suspension dans les eaux usées.

Dans les eaux usées domestiques, les plus fortes concentrations en matières en suspension se trouvent dans les eaux grises de vaisselle et de lessive avec des concentrations comprises entre 50 et 300 mg/L (Morel et Diener, 2006). Hounkpe *et al* (2003) dans la caractérisation des effluents domestiques de l'université d'Abomey ont trouvé des concentrations en MES qui varient entre 152 et 274 mg/L.

Les matières en suspensions contenues dans les eaux usées sont responsables de la turbidité des eaux de surface et sont donc un problème pour l'écosystème aquatique si les eaux usées domestiques sont rejetées sans traitement préalable. Dans les stations d'épuration les matières en suspension peuvent être éliminées par simple décantation ou par décantation provoquée via l'ajout d'un coagulant. Dans les bassins de lagunage, celles-ci sont éliminées par sédimentation suivie de leur digestion dans la zone de boue.

➤ La DBO₅ et la DCO

La pollution organique est généralement représentée par la DBO₅ et la DCO. Ces deux paramètres sont très importants pour l'évaluation de celle-ci. Dans les eaux grises, la

concentration en DBO₅ et DCO peuvent être retrouvées respectivement dans une gamme de 90 et 360 mg/L, 13 et 550 mg/L (Erickson *et al*, 2002), cité par Hernandez *leal et al* (2007).

Des valeurs de DBO₅ et DCO respectivement de 215 et 425 mg/L ont été trouvées dans les eaux grises en Nertherland par Hernandez *leal et al* (2007) pour un rejet exprimé à 100L/hbt/. Le ratio DBO₅/DCO correspondant donne approximativement 0,5 montrant une très bonne biodégradabilité de ses effluents. Il est à noter que ces valeurs varient selon le type de détergents utilisés et selon la combinaison ou pas des eaux usées domestiques.

Différentes études ont de même montré la faible biodégradabilité des eaux usées domestiques avec un ratio DCO/DBO₅ compris entre 2,9 et 3,8 (Al jayyousi, 2003 ; Jefferson *et al*, 2004 ; Sangaré, 2011).

Dallas *et al* (2004) cité par Morel et Diener (2006) ont mesuré une concentration moyenne en DBO₅ de 165 mg/L dans des eaux grises mixtes en Costa Rica pour une consommation de 107L/hbt/j. La concentration en DBO₅ et DCO est fortement dépendante de la consommation en eau par individus, elle est d'autant plus élevée que la consommation en eau est faible (Morel et Diener, 2006).

Pour une consommation comprise entre 150 et 200 l par personne, l'union européenne définit la notion d'équivalent habitant par la quantité moyenne de DBO₅ rejetée par un habitant par jour, et cette valeur est égale à 60g.

Le dimensionnement des stations d'épuration se fait en générale à partir de ce paramètre important qui témoigne la quantité de pollution à traiter par la station.

Dans une station d'épuration par lagunage, le bassin anaérobie est recommandé pour la réception des effluents à forte concentration en DBO₅ (Effebi, 2009).

Réduire la Demande Biochimique en Oxygène dans les eaux usées domestiques avant rejet dans les eaux de surface, revient à réduire la pollution organique qui provoquerait à très forte concentration, des nuisances olfactives.

Le tableau IV présente les valeurs des concentrations en DBO₅ et DCO des eaux usées domestiques ainsi que leur biodégradabilité.

Tableau IV : Concentrations en DBO₅ et DCO des effluents domestiques

Paramètres			
DBO ₅ mg/L	DCO mg/L	DCO/DBO ₅	Sources
183	445	2,43	Leit <i>et al</i> , 2009
275-33	411 - 124	1,49-3,75	Vasquez <i>et al</i> , 2010
265	645,7	2,4	Cemagref, 2010
337	790	2,34	Hounkpe <i>et al</i> , 2013
202	410	2	Gasparikova <i>et al</i> , 2015

Il en ressort de ce tableau que pour la plupart des cas, les eaux usées domestiques sont biodégradables et donc un traitement biologique notamment par lagunage est envisageable pour celles-ci.

➤ Les nutriments

Les nutriments comportent l'azote et le phosphore ainsi que leurs composés. Les eaux grises contiennent en générale une faible concentration en nutriments. Des concentrations en azote totale, ammonium, phosphore total, et ortho phosphate respectivement de 17.2, 7.2, 5.7 et 2,3mg/L ont été observées dans les eaux grises en Netherland par Hernandez leal *et al* (2007). Notons que le phosphore contenu dans les eaux usées domestiques provient des détergents utilisés pour les vaisselles et lessives, Sangaré (2011) a observé une concentration moyenne en phosphore total des eaux grises de lessive au Burkina Faso de 22,85 mg/L, contre 17,29 et 10,44 mg/L respectivement pour les eaux grises de vaisselles et douches.

L'azote et le phosphore sont les éléments responsables du phénomène d'eutrophisation des eaux de surface par la prolifération d'algues qui consomment l'oxygène dissous servant à la maintenance de l'écosystème aquatique. La réduction considérable de l'azote et du phosphore dans les eaux usées domestiques est important pour la maintenance de l'écosystème aquatique. L'azote est généralement éliminé dans les stations d'épuration par le phénomène de nitrification dénitrification, tandis que le phosphore par précipitation en présence d'un coagulant ou avec les boues dans les stations de lagunage.

➤ Les huiles et graisses

Les huiles et graisses sont des éléments que l'on retrouve dans les eaux usées domestiques. Elles proviennent en grande partie des eaux ménagères notamment des eaux usées de cuisine et de lave- vaisselle ou elles se rencontrent à des concentrations considérables (Morel et

Diener, 2006). Dans les eaux grises mixtes en Jordanie, AL Jayyousi (2003) a trouvé des concentrations en huiles et graisses de 230 mg/L. Des concentrations faibles d'environ 62 mg/L peuvent être trouvées dans les rejets de restaurant (Chen et Lo, 2006).

Les matières grasses contenues dans les eaux usées domestiques rendent difficile leur traitement par voie biologique. Ces composés se trouvent généralement à la surface des eaux usées domestiques du fait de leur densité inférieure à celle de l'eau.

Dans les stations d'épuration, Les huiles et graisses d'une part empêchent le rayonnement solaire de pénétrer à l'intérieure des bassins afin de contribuer à une bonne désinfection microbiologique de l'effluent, et d'autre part empêchent l'oxygénation par le vent qui permet aux microorganismes épurateurs de dégrader la matière organique. La présence de celles-ci dans les eaux usées à traiter est non seulement néfaste pour le traitement par voie biologique mais aussi un problème pour l'écosystème aquatique et terrestre si elles ne sont pas éliminées dans les eaux usées avant rejet.

2.1.2. Pollution microbiologique

Différents types de microorganismes pathogènes peuvent être retrouvés dans les eaux usées domestiques à l'exemple des virus, bactéries, protozoaires et des vers intestinaux. La contamination des eaux grises est généralement exprimée dans les eaux grises par des indicateurs telles que les coliformes fécaux. Ces indicateurs témoignent par leur présence dans les eaux d'une contamination fécale. Dans les eaux usées domestiques, ces bactéries peuvent se trouver à des concentrations comprise entre 10^3 et 10^6 ufc/100 ml (Morel and Diener, 2006). Des concentrations élevées dans une gamme de 10^7 - 10^8 ufc/100 ml peuvent également être trouvées (Al Jayyousi, 2003).

La concentration en coliformes fécaux est un paramètre important pour le dimensionnement du bassin de maturation dans une station d'épuration à lagunage.

Dans les stations d'épurations à lagunage, ces derniers sont éliminés par des actions combinées de plusieurs facteurs que sont, l'ensoleillement via les rayons ultraviolets, la prédation par les protozoaires, l'effet du pH, de la température (Konaté, 2013).

Ces phénomènes s'observent le plus fréquemment au niveau du bassin facultatif et de maturation où leur surface énorme et la faible charge de leur effluent favorisent les conditions de désinfection susmentionnées.

2.2. Les options de prétraitement et de traitement

2.2.1. Les prétraitements

Les prétraitements représentent une première étape de traitement des effluents domestiques au cours de laquelle les eaux usées sont débarrassées des éléments grossiers (cailloux, plastiques, feuilles, sables), des huiles et graisses qui peuvent avoir des conséquences néfastes sur les appareillages, et aussi compromettre l'efficacité du traitement qui s'en suit. Les ouvrages généralement utilisés pour les prétraitements des eaux usées domestiques en station d'épuration sont :

Dégrilleur/Tamis pour l'élimination des particules solides,

Déshuileur/ déssableur pour l'élimination des huiles, graisses et sables.

Une bonne étape de prétraitement par ces ouvrages permet d'éliminer pour le premier 50 à 80% de MES, 30% de la DBO₅ et pour le second 40% de DCO, 60% des MES et 90% des graisses (Peiffer, 2002) cité par Inès(2012).

2.2.2. Les options de traitement

Les systèmes de traitement à faible débit

Selon Tilley *et al* (2009) dans le compendium des technologies d'assainissement, il existe plusieurs types de technologies parmi lesquelles nous avons :

- **La fosse septique**

Une fosse septique est un système imperméable à l'eau faite de béton, fibre de verre, PVC ou plastique pour le stockage et le traitement des eaux vannes et des eaux grises. Généralement constituée de deux compartiments, le processus de traitement est identique à celui du bassin anaérobie dans un système de traitement par lagunage et essentiellement basé sur la décantation des solides décantables suivi de leur digestion anaérobie dans la zone de boue. Les tuyaux en PVC sont utilisés pour le transport de l'influent ainsi que de l'effluent ensuite un siphon qui permet de stopper les écumes constituées de matières grasses et quelques solides de faibles poids à passer du premier compartiment au second.

Ce système de traitement présente l'avantage d'être moins onéreux avec un faible coût d'investissement et d'exploitation, aucun usage d'énergie électrique n'est observé et un faible besoin en d'espace. Les inconvénients pour ce système sont la faible réduction des pathogènes, matières organiques.

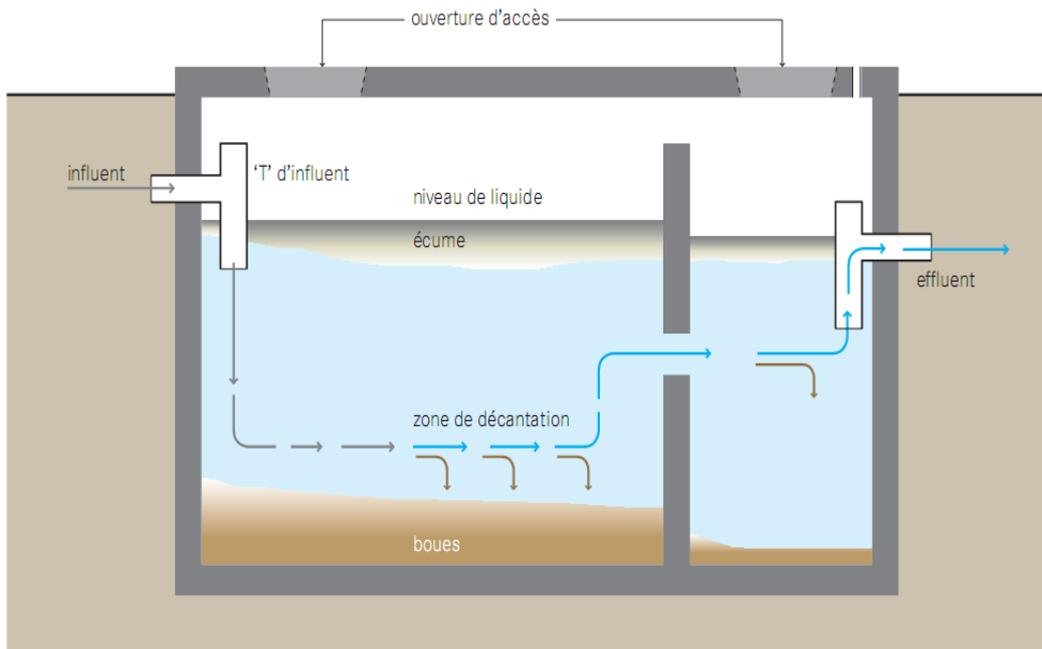


Figure 5 : Schéma de fonctionnement d'une fosse septique

Source : Tilley *et al* (2009)

- **Réacteur anaérobie à chicanes**

Un réacteur anaérobie à chicanes est une fosse septique améliorée constituée d'une série de cloison à travers lesquelles les eaux usées sont forcées à s'écouler. Constitué de quatre compartiments dont le premier représente 50% du volume total sert de bassin de décantation des matières décantables suivies de leur digestion anaérobie. Les bassins à cloison ascendant assurent une désinfection plus poussée de la DBO. Utilisé pour des valeurs de débits compris entre 2 à 200 m³/j, ce procédé de traitement présente l'avantage d'assurer un bon abattement de la DBO (environ 90%) avec aucun usage d'énergie électrique, une résistance à des variations de charges organiques et hydrauliques mais présente également des inconvénients tels que la faible réduction des microbes, pathogènes. La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un réacteur anaérobie à chicane (RAC).

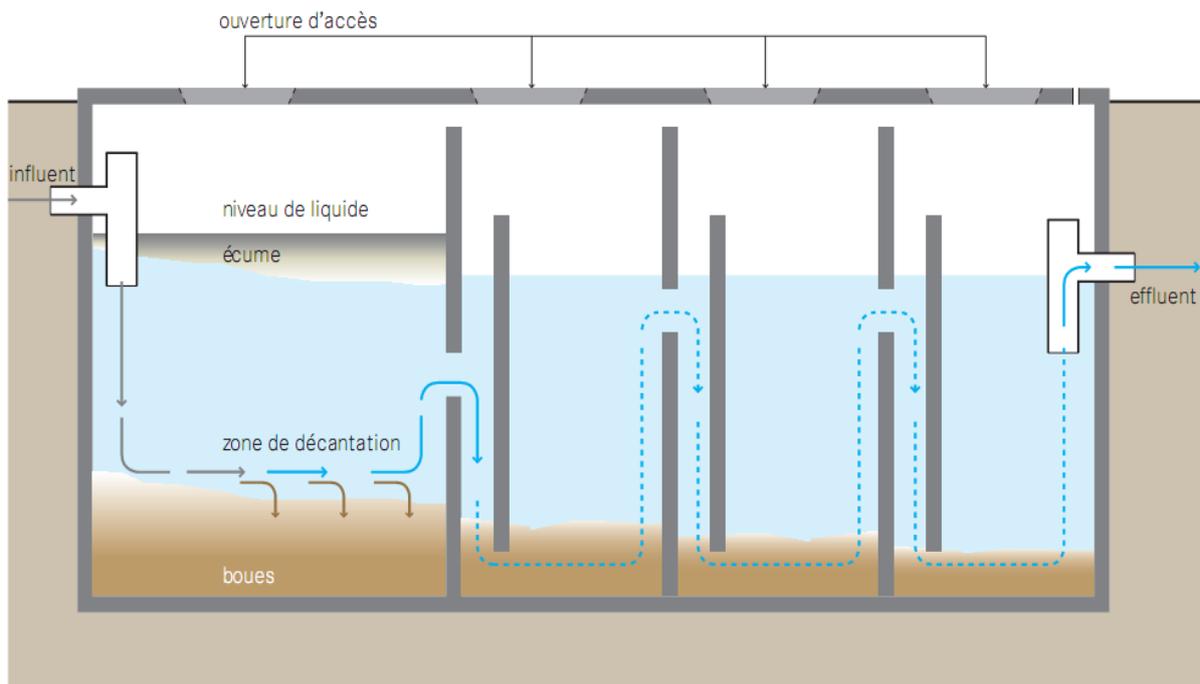


Figure 6 : Schéma de fonctionnement d'un réacteur anaérobie à chicane

Source : Tilley *et al* (2009)

- **Filtre anaérobie**

Un filtre anaérobie est un réacteur biologique à lit fixé conçue pour traitement des eaux grises et des eaux vannes. Constitué de deux compartiments dont l'un sert de sédimentation ou fosse septique et l'autre constitué d'un ou de plusieurs chambres de filtration. Les matériaux filtrants utilisés dans ce cas peuvent être du gravier, de pierres concassées, des plastiques avec des diamètres variant entre 12 et 55 mm. Le principe de fonctionnement étant le même que celui d'une fosse septique. Le premier compartiment assure une décantation des particules solides et de leur digestion anaérobie et le second, une dégradation de la matière organique sur la biomasse fixée. L'avantage d'une telle technologie réside dans son traitement mixte (Eaux vannes +Eaux grises combinées), la forte réduction de la DBO et des matières solides, le coût d'investissement modéré et aucun usage d'énergie électrique et sa faible emprise au sol. L'inconvénient de cette technologie est réside dans sa performance en terme de réduction des pathogènes qui demeure faible. L'effluent nécessite un traitement secondaire ou une mise en décharge avec un long temps de démarrage.

La figure 7 présente le principe de fonctionnement d'un filtre anaérobie.

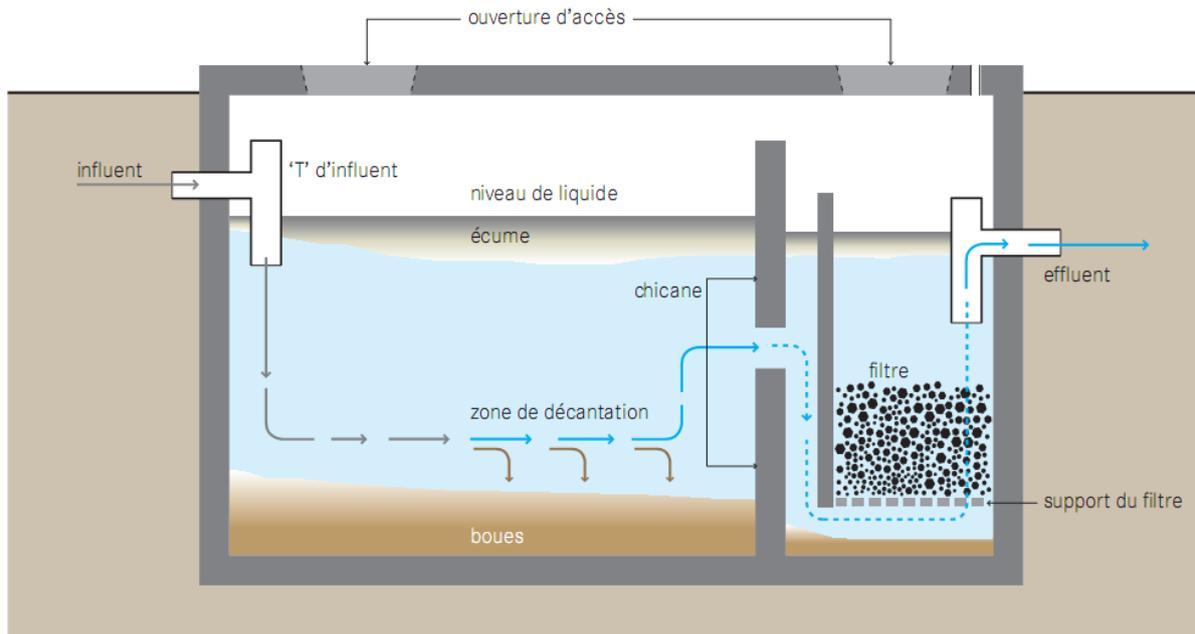


Figure 7 : Schéma d'un filtre anaérobie

Source : Tilley *et al* (2009)

Le tableau V présente de façon détaillée les avantages et inconvénients des trois technologies susmentionnées d'assainissement selon Tilley *et al* (2009).

Caractérisation des effluents d'usine de beurre de karité en vue d'un traitement biologique par lagunage : Cas de la Société Olvea Burkina Faso

Tableau V : Avantages et inconvénients des procédés de traitement selon Tilley *et al*(2009)

Procédés	Avantages	Inconvénients
Fosse septique	Longue durée de vie	Faible abattement des pathogènes, matières organiques et solides.
	Aucun problème d'odeur et de mouches	Nécessité d'un traitement secondaire de l'effluent et des boues.
	Faible coût d'investissement	Nécessité d'une source permanente en eau.
	Faible besoin en terrain	
	Aucun usage d'énergie électrique	
	Peut être construit avec des matériaux locaux	
Réacteur anaérobie à chicane (RAC)	Résistant au choc des charges et hydraulique	Exige une source permanente d'eau.
	Aucune énergie électrique requise	Faible abattement des pathogènes.
	Traitement mixte (eaux grises combinées)	Nécessité d'un traitement secondaire de l'effluent et des boues.
	Longue durée de vie	Nécessité d'un prétraitement pour éviter des risques de colmatage.
	Aucun problème d'odeur et de mouches	Nécessité d'une expertise pour la conception et la construction.
	Forte réduction des matières organiques	
	Frais d'exploitations modérés selon la vidange et le nombre d'utilisateur	
Filtre anaérobie	Résistant aux variations de charges organiques et hydrauliques	Nécessité d'un traitement secondaire de l'effluent
	Aucun usage d'énergie électrique	Faible réduction des pathogènes et des nutriments
	Traitement mixte (eaux grises combinées)	Nécessité d'un expert pour la conception et la construction
	Longue durée de vie	Temps de démarrage long
	Coût d'investissement modéré, frais d'exploitation modérés selon la vidange et le nombre d'utilisateurs	
	Forte réduction de la DBO.	

Source : Tilley *et al* (2009)

En sus des procédés de traitement cités, le tableau VI présente de façon succincte les autres procédés de traitement des eaux usées domestiques ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Tableau VI : Tableau des avantages et inconvénients des différents systèmes de traitement des eaux usées domestiques

Procédés	Avantages	Inconvénients	Sources	
Biologiques	Bonne élimination des pathogènes (environs 4ulog)	Forte emprise au sol	Leit et al (2009),	
	Lagunage Microphyte/ Macrophyte	Environs 68% d'élimination de la DBO	Dégagement d'odeur	Martin et al (2012), Mohamed et al (2012)
		Bonne élimination des composés azotés, des métaux lourds (couplages)		Kanabkaew et puetpaiboom, 2004
			Lenteur du traitement	Boutin, 2013
Boues activées/ Réacteurs biologiques	Bonne élimination des nutriments,	Consommation électrique énorme	Gaspargikova et al, 2005	
	Rapidité du traitement, Faible emprise au sol Adaptée aux petites aux grosses collectivités	Nécessité d'une main d'œuvre qualifiée	Boutin, 2013	
Physico- chimique	Coagulation-floculation/ Electrocoagulations	Bonne élimination de la DCO des colloïdes, et du phosphore	Coût du coagulant ou électrodes	
			Consommation énergétiques, volume de boue	Ngo et vigneswaran, 1995
	Filtration Membranaire	Bonne élimination de la DBO, DCO, huiles et graisses	Coût de la membrane, consommation Energétique considérable, mains d'œuvre qualifiée	Lew et al, 2004
UASB	Envions 80% d'élimination DBO, 82% DCO et 88,6% MES	Faible élimination des nutriments	Korkas et al, 2008	

3. Présentation de la structure d'accueil et de ses différentes activités

3.1 Olvea Burkina Faso

Olvea est un groupe français du département des huiles végétales et spécialisée dans la production du beurre de karité. Située à Bobo-Dioulasso dans la zone industrielle de SAKABI, l'usine a été construite en 2007, elle a débuté ses activités en 2008. Le procédé d'extraction du beurre par l'usine est purement mécanique avec aucune utilisation d'eau dans le processus.

La société produit 12000 t de beurre par an soit environs 33 t par jour. Pendant les trois dernières années, OBF travaille au maximum de sa production. La société est constituée de trois blocs, un bloc administratif constitué de deux douches, un sanitaire et un lavabo pour le lavage des mains du personnel. Un laboratoire d'analyse qui fait des analyses sur les amandes, les tourteaux et le beurre de karité produit et enfin la filière de production du beurre qui produit 24h/24.

3.2. Les différentes activités génératrices d'eaux usées

3.2.1. La filière de production du beurre

Dans cette filière, les étapes de la production peuvent être divisées en trois phases que sont la phase mécanique à l'issue de laquelle un tri manuel des amandes est effectué suivi d'un broyage, la phase thermique avec un chauffage des graines à environs 100°C, enfin la phase d'extraction et filtration permettant la récupération du beurre.

- Les produits utilisés et types de rejet

Les amandes et la potasse sont les produits utilisés dans ce processus. Les amandes qui sont la matière première principale dans cette filière sont préalablement lavées et séchées avant d'être livrées à la société pour la production directe, ensuite La potasse utilisée comme détergent pour le lavage des équipements de production. Les déchets générés sont constitués d'une part les déchets solides notamment de tourteaux et cakes issus de la phase d'extraction, ensuite des eaux usées issues des activités de lavages des fus chargées en matières grasses.

Il est à noter que l'extraction du beurre se fait par pressage mécanique, ce qui sous entend qu'il n'y ait aucun usage d'eau dans le processus de production du beurre. L'eau intervient que pour le lavage des matériels (fus, seaux pelles).

Le schéma suivant montre le procédé de production du beurre de karité de la société OBF.

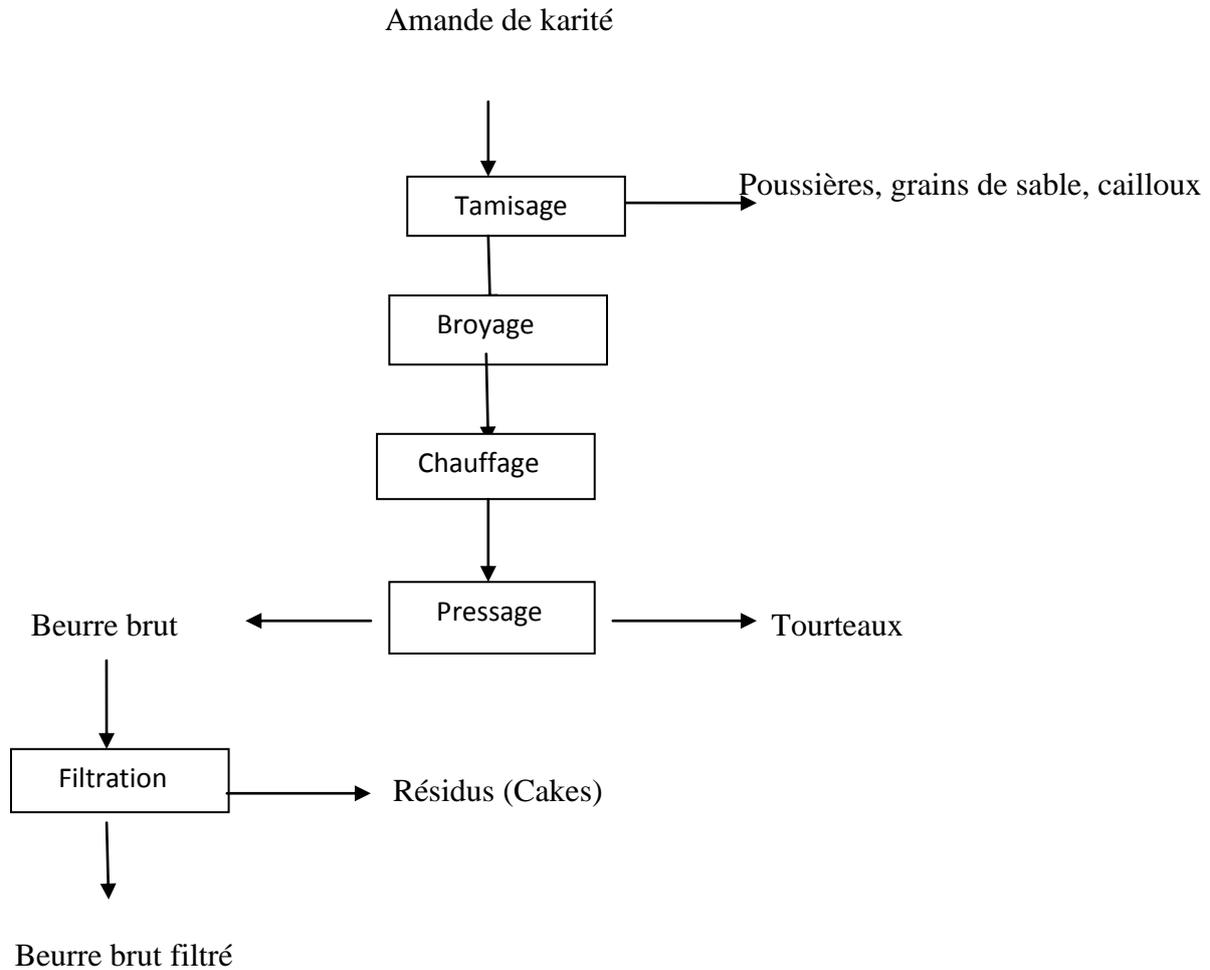


Figure 8 : Processus d'extraction du beurre de karité de la société OBF

3.2.2. Le laboratoire d'analyse

Le laboratoire effectue des analyses sur les amandes, les tourteaux ainsi que le beurre de karité produit. Les trois paramètres mesurés sont l'humidité, l'acidité et la matière grasse.

- Les produits utilisés et types de rejet

L'hexane est utilisé pour l'extraction de la matière grasse des tourteaux et des graines. L'alcool, la phénophtaléine ainsi que l'hydroxyde de sodium sont utilisés pour les tests d'acidité.

Les rejets liquides contiennent des composés chimiques susmentionnés. Le laboratoire d'analyse fonctionne en 10 heures par jours à raison de cinq jours sur sept. L'extraction à l'hexane de la matière grasse génère des eaux claires qui sont de temps en temps mélangées avec les réactifs utilisés pour les tests et cette dernière dure en moyenne 8 heures par jours,

mais il faut noter que les rejets des effluents du laboratoire se durant dix heures de la journée.

La composition des effluents du laboratoire exclu généralement leur traitement par des procédés biologiques du fait des éléments chimiques dangereux qui pourraient entraîner la destruction des microorganismes épurateurs.

3.2.3. L'administration

En plus des activités de lavage des équipements de production et du laboratoire qui génèrent des eaux usées, nous avons les eaux des sanitaires qui sont des eaux noires issues des toilettes du bloc administratif et constituées d'urines, de matières fécales à fortes charges organiques et une forte concentration en germes, les rejets du lavabo et du restaurant qui sont des eaux grises renfermant des détergents et produits de cuisines utilisés pour le lavage des mains et les préparations, le tout est donc considéré comme des eaux usées domestiques.

3.3. Situation actuelle de la gestion des différents effluents de la société

3.3.1 Les eaux de lavages des équipements de production

Les eaux de lavage des matériels tels que les futs, seaux et pelles sont évacuées dans une fosse où elles séjourneront longtemps. La matière grasse se solidifie et donne un aspect grisâtre. Les opérations de curage des fosses sont réalisées une fois que celles-ci deviennent pleines. La fréquence est en moyenne une fois tous les dix jours. Les photos suivantes montrent les équipements, leur lieu de lavage ainsi que leur système d'évacuation.



Figure 9 : les équipements de production



Figure 10 : Bac de lavage des équipements de production

3.3.2 Les eaux du laboratoire et les eaux sanitaires

Les eaux du laboratoire après analyse sont directement évacuer dans la même fosse des eaux sanitaires, donnant à priori un mélange à composition variée. La photo suivante montre le point d'évacuation des deux types d'eaux usées.

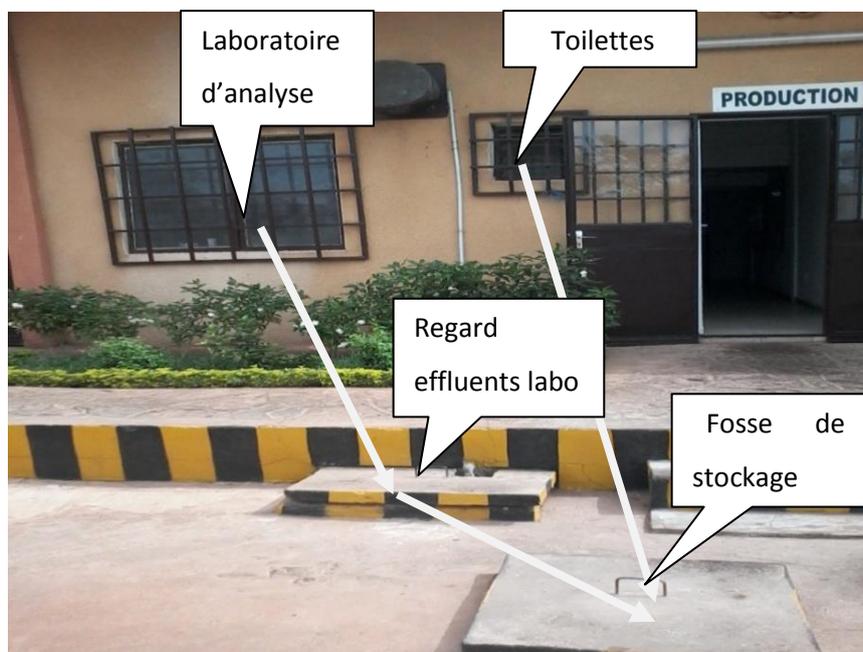


Figure 11 : Bloc administratif de la société Olvéa

4. Matériel et méthodes

4.1. Zone d'étude

Deuxième ville après Ouagadougou, Bobo-Dioulasso est située au Sud-ouest du Burkina Faso dans la province de Houet. Avec une superficie de 13678 ha, la ville compte au recensement de 2006, 435543 habitants (Onifade, 2011).

Le climat est du type Sud –soudanien caractérisé par une longue saison sèche (Octobre-Avril) et une saison pluvieuse qui dure 5 mois (Mai –Septembre).

Le sol est en majorité hydromorphe favorable à l'agriculture. La pluviométrie est de 1100 mm d'eau (Onifade, 2012).

La situation géographique de la ville de Bobo-Dioulasso est présentée sur la figure 12.

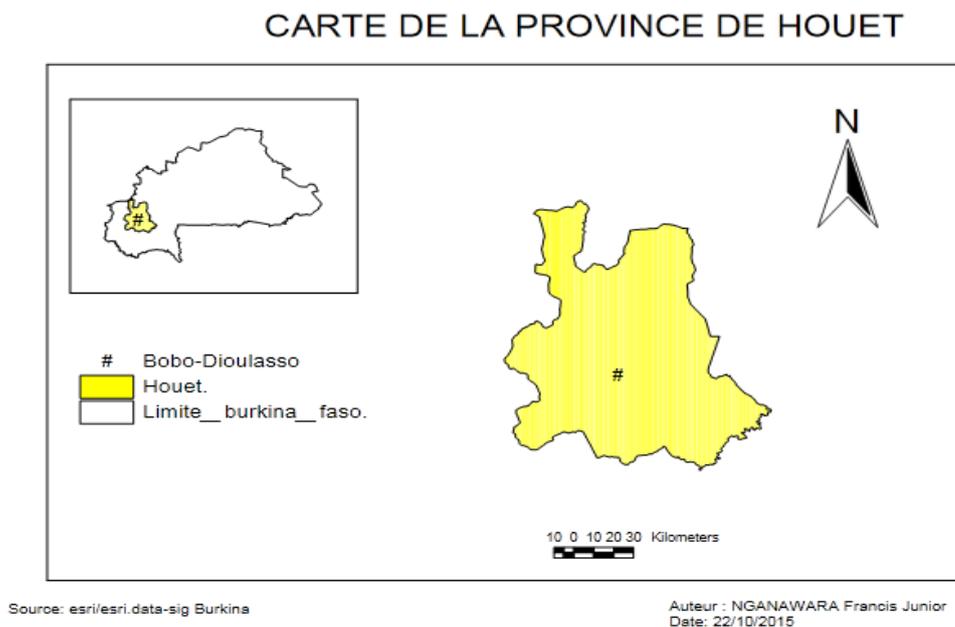


Figure 12 : Situation géographique de la ville de Bobo-Dioulasso

4.2. Caractérisation

4.2.1. Quantification des effluents

La quantification s'est effectuée durant une période d'une semaine passée au sein de la société. Elle a permis de déterminer les quantités d'eaux rejetées au niveau de chaque activité, notamment au niveau du laboratoire, du bloc administratif et de la production.

4.2.1.1. Quantification globale des effluents

En général, pour estimer la quantité d'effluent à traiter, on estime le rejet à 80% de la consommation totale en eau (Effebe,2009), La quantité d'effluent rejetée pour toutes les activités confondues a été donc obtenue à partir des factures de consommation d'eau auxquelles nous avons appliqué un taux de rejet de 80%.

4.2.1.2. Quantification des effluents du lavage des équipements de production

La quantification des eaux du lavage des équipements de production a été effectuée en mesurant la colonne d'eau dans la fosse réservée à leur stockage. Les mesures de la colonne d'eau ont été effectuées avant et après chaque lavage de manière à avoir respectivement une première hauteur H_0 représentant la hauteur d'eau avant lavage ensuite H_1 , hauteur d'eau après lavage. Le calcul du volume a été effectué en faisant la différence des hauteurs que nous avons multipliée par la section de la fosse à travers la formule suivante.

$$V = H_1 - H_0 \times S$$

Avec : V , volume d'eau journalier en m^3

H_0 , hauteur d'eau initiale en m

H_1 , hauteur d'eau finale en m

S , la section de la fosse en m^2

Le volume journalier a été obtenu en faisant la moyenne des volumes obtenus les jours de mesure c'est-à-dire le lundi, mercredi et vendredi.

4.2.1.3. Quantification des effluents du laboratoire

Les effluents du laboratoire ont été quantifiés par des mesures horaires de débits effectués pendant une semaine. Connaissant le temps moyen d'analyse par jour, qui est de 10h, nous avons alors obtenu un débit journalier en multipliant le débit horaire par le nombre d'heure d'analyse par jour.

4.2.1.4. Quantification des effluents domestiques.

La quantification des effluents domestiques a été réalisée à partir de la consommation globale en eau à la quelle nous avons soustrait le débit du laboratoire et celui des effluents du lavage des équipements.

4.2.2. Analyses qualitatives

4.2.2.1. Echantillonnage et mesure des paramètres in situ

Pour cette analyse, un total de 40 échantillons ont été prélevés précisément à la sortie du laboratoire et celle des eaux de lavage des équipements ce qui fait respectivement 30 échantillons pour les rejets du laboratoire et 10 pour les eaux de lavage des équipements.

Pour des problèmes d'accessibilité au point d'évacuation des eaux sanitaires, celles-ci n'ont pas été caractérisées.

Les flacons en Polyéthylène ont servi au prélèvement des échantillons destinés aux analyses physico-chimiques et les flacons en verre borosilicate, aux prélèvements des échantillons destinés aux analyses microbiologiques. Les paramètres in situ notamment le pH, l'oxygène dissout et la température ont été mesurés immédiatement après prélèvement et les échantillons sont placés dans une glacière à une température de 4°C avant analyse au laboratoire.

- Echantillonnage des effluents du laboratoire

Nous avons effectué un prélèvement à fréquences de trois fois par semaine, les lundis mercredis ou Jeudis ensuite Vendredis. Un échantillonnage ponctuel a été effectué, le matin entre 8h et 9h, à midi entre 11h et 12h ensuite le soir entre 15h et 16h de manière à avoir une caractéristique moyenne journalière.

La figure 13, montre le point de prélèvement des eaux du laboratoire.



Figure 13 : Points de prélèvement des effluents du laboratoire

- Les échantillons des effluents du lavage des équipements

Les effluents du lavage des équipements sont prélevés aux mêmes fréquences que les effluents du laboratoire. Les échantillons sont prélevés au moment où les équipements de production sont lavés.

Les heures de prélèvement sont variées mais ils sont habituellement effectués le matin avant midi.

La figure 14 montre le point de prélèvement des effluents du lavage des équipements



Figure 14 : Point de prélèvement des effluents du lavage des équipements de production

4.2.2.2. Analyses au laboratoire

Les analyses au laboratoire ont consisté à la mesure des paramètres physico-chimiques, et à celle des paramètres microbiologiques.

- **Les paramètres physicochimiques**

La DBO₅ et la DCO des eaux de lavage des équipements de production ont été mesurées avant (échantillon brute) et après une heure de décantation des matières décantables et flottation de la matière grasse dans un cône, tandis que les MES ont été mesuré uniquement après décantation et flottation du fait du colmatage des filtres engendré par la matière grasse.

La DBO₅ a été obtenue par la méthode respiromètre qui a consisté au prélèvement d'un volume d'échantillon (164ml) mis à l'obscurité pendant 5 jours à 20°C. La lecture s'est effectuée sur un oxitop. La Concentration en DBO₅ est obtenue par la formule :

DBO₅ = Valeur lue* Facteur de prélèvement, pris égale à 10 dans notre cas.

La DCO a été obtenue par l'oxydation à chaux à l'acide sulfurique en présence d'un excès de dichromate de potassium à 150°C pendant deux heures. La lecture a été effectuée au spectrophotomètre DR 2000.

Les MES ont été déterminées après décantation dans un cône suivie d'une filtration de l'échantillon sur filtre GF/C, séché à l'étuve à 105° C pendant 1 heures 30 minutes. La concentration en MES a été obtenue par la formule suivant

$$\text{MES} = (M1-M0)*1000/ V$$

Où : M0, la masse de la membrane avant filtration en mg

M1, la masse de la membrane après filtration en mg

V, le volume de l'échantillon prélevé en ml

Les nitrates, l'ammonium, les ortho phosphates ont été déterminés par spectrophotométrie.

Les lectures ont été effectuées au spectrophotomètre DR2000.

Tableau VII : Récapitulatif des conditions d'analyses au spectrophotomètre DR 2000

Paramètres	Méthodes	Codes
DCO	Oxydation avec un excès de dichromate en milieu acide	435
Nitrates	Réduction au cadmium	355
Ammonium	Nessler	380
Ortho phosphate	Phosver 3	490

- **Les paramètres microbiologiques**

.La mesure des paramètres microbiologiques a consisté à l'ensemencement des coliformes fécaux sur le chromocult coliforme agar à 44°C. Le dénombrement a été effectué après le temps d'incubation qui est de 24 heures. La formule utilisée pour le calcul du nombre de bactérie est :

$$N = (n/V*d)*100$$

Avec : N, nombre de bactérie pour 100 ml de l'échantillon en UFC/100 ml

n, Nombre de bactérie compté sur la boîte de pétrie

d, le facteur de dilution

- **Les caractéristiques des effluents domestiques**

Les caractéristiques des effluents domestiques, notamment la DBO₅ et la DCO ont été

obtenues à partir des données de la littérature en se référant à Ligman et *al* (1974),

Mara(1976) et DUE (1991) cité par Konaté (2013) qui stipulent que 1 EH = 40g

DBO₅/pers/jour soit 80g/DCO/pers/jour, avec un ratio DCO/DBO₅ d'environ 2. Ce ratio < 3, montre que les effluents domestiques sont en générale biodégradables.

5. Résultats et discussions

5.1. Résultats et interprétation

5.1.1. Quantification

5.1.1.1. Consommation globale en eau pour toutes les activités de la société OBF

La consommation d'eau de la société OBF dans ces trois dernières années a considérablement varié. Le volume étant passé de 1305m³ en 2012 à 2757m³ en 2013 soit une augmentation d'environ 1,11% ensuite de 2757 en 2013 a décliné à 1913m³ en 2014 soit une réduction d'environ 30%.

Tableau VIII : Consommation globale en eau potable des trois dernières années de la société.

Périodes	Consommation (m ³)		
	Annuelle	Mensuelle	Journalière
2012	1305	108,75	3,62
2013	2757	229,75	7,65
2014	1913	159,41	5,31

En appliquant un taux de rejet de 80% de la consommation totale, nous obtenons donc pour toutes les activités confondues de la société, les quantités suivantes rejetées.

Tableau IX : Quantité d'effluents rejetés pour toutes les activités confondues

Périodes	Q rejetés (m ³)		
	Annuelle	Mensuelle	Journalière
2012	1044	87	3
2013	2205,6	184	6,12
2014	1530	127	4,25

La moyenne des débits rejetés nous donne 4,46 m³/j ce qui représente en moyenne la quantité d'effluents rejetés. Ce débit est trop faible pour qu'une station d'épuration par lagunage lui soit dimensionnée.

Les valeurs de débit des effluents du lavage des équipements sont présentées dans le tableau X. La quantité d'eau rejetée est maximale le lundi et celle-ci est réduite lorsque l'on tend vers la fin de semaine. Ce qui s'explique par le fait que les lundis, l'activité de lavage est intense par rapport aux autres jours de la semaine notamment les mercredis et vendredis.

Tableau X : Valeurs de débits journaliers de la fosse de lavage

Jours	Lundi	Mercredi	Vendredi	Moyenne
Débit Q (L/J)	526,75	263	284,07	357,94

Il en ressort de ce tableau que le débit des effluents du lavage des équipements de production étant très faible ce qui pourrait s'expliquer par le nombre d'équipement à laver qui n'est pas considérable.

Il en est de même pour les effluents du laboratoire d'analyse où l'on observe un débit journalier faible de 1,8 m³.

Tableau XI : Valeurs de débit des effluents du laboratoire

Temps	Journalier	Hebdomadaire	Mensuel	Annuel
Débit (m ³)	1,8	9	36	432

Il a été observé que le débit du laboratoire est supérieur au débit des effluents du lavage des équipements de production. En faisant une différence entre le débit global rejeté, celui du laboratoire ainsi que celui du lavage des équipements, on obtient le débit des effluents domestiques qui est présenté dans le tableau XII.

Tableau XII : Les valeurs de débit de chaque activité

	E. laboratoire	E. karité	E. domestiques	Total
Débit (m ³ /j)	1,8	0,357	2,30	4,46

5.1.2. Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques

5.1.2.1 Caractéristiques physico-chimiques

Le tableau XIII présente les résultats des paramètres physico-chimiques des effluents du laboratoire et ceux du lavage des équipements de production.

Tableau XIII : Caractéristiques physico-chimiques des deux effluents.

Paramètres	Effluent du laboratoire			
	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
pH	7,77	6,72	8,73	0,64
Oxygène dissout (mg/L)	3,49	3,25	3,8	0,21
T (°C)	30,32	28,73	31,97	0,99
DBO5 (mg/l)	68,81	23,33	196,67	52,52
DCO (mg/l)	15543,62	3192,67	35763,5	9111,05
DCO/DBO5	302,6	75,22	654	211,70
NO ₃ ⁻ (mg/L)	12,43	1,67	23,63	7,89
NH ₄ ⁺ (mg/L)	2,99	0,39	10,57	3,41
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	2,94	0,11	9,77	3,02
Effluent du lavage des équipements (E. Karité)				
pH	8,02	6,41	10,1	1,20
Oxygène dissout (mg/L)	0,76	0,12	2,17	0,66
T (°C)	36,86	30,8	42,1	3,61
DBO ₅ (mg/l)	2310	1400	4100	913,42
DCO (mg/l)	26792,53	11360	73600	21292,53
DCO/DBO ₅	13,1	4,48	40,88	11,80
DBO _{5d} (mg/l)	1840	1200	3200	641,53
DCOd (mg/l)	20047	9870	52100	14549,74
DCOd/DBO _{5d}	12,68	4,22	34,73	10,91
MES (mg/L)	6871	3556	10000	2182,00
NO ₃ (mg/L)	339,31	309	930	220,15
NH ₄ ⁺ (mg/L)	224,6	50	660	200,38
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	1164,5	70	2490	772,59

E. Karité = Effluents de karité.

Les résultats obtenus des paramètres in situ nous montrent que les effluents du lavage des équipements ont un pH basique ainsi qu'une température supérieure aux effluents du laboratoire. Au niveau de ces effluents, il a été observé une valeur de pH minimale de 6,81, une valeur maximale de 10,1 et une moyenne de 8,02. Tandis qu'au niveau des effluents du

laboratoire, le pH varie entre 6,72 et 8,75 avec une moyenne de 7,77. De même pour la température où une valeur minimale de 30,8°C, et une maximale de 42,1 avec une moyenne de 37°C ont été observées dans les effluents du lavage des équipements contre 28,73°C, 31,97 et 30,32°C pour les effluents du laboratoire.

En ce qui concerne la concentration en oxygène dissout où une valeur moyenne de 3,49 mg/L est observée dans les effluents du laboratoire contre 0,76 mg/L dans ceux du lavage des équipements ce qui témoigne la forte charge organique de ces derniers.

Ces résultats s'expliquent par le fait qu'au niveau des effluents du lavage des équipements, l'utilisation de la potasse comme détergent, de l'eau chaude pour le lavage des équipements de production et la forte concentration en matière grasse rejetée lors de cette activité ont respectivement entraîné une augmentation du pH, de la température ainsi qu'une diminution de l'oxygène dissout, tandis qu'au niveau du laboratoire, on constate que les produits utilisés pour les tests d'acidité et d'impureté du beurre ainsi que l'extraction de la matière grasse des graines et des tourteaux n'influencent pas significativement le pH ainsi que l'oxygène dissout à l'exception de la température qui, en est influencée par les rejets chauds issus de l'extraction à l'hexane du beurre des graines et des tourteaux.

Les effluents du lavage des équipements ont une concentration minimale en MES de 3556 mg/L, une concentration maximale très élevée de 10000 mg/L avec une moyenne de 6871 mg/L et un écart-type de 2181,72. Ces concentrations élevées sont dues aux résidus fins issus des cakes qui n'ont pas été retenus lors de la filtration du beurre et qui se retrouvent dans les effluents lors du lavage.

Les résultats de la DBO₅ et de la DCO des effluents du laboratoire et ceux du lavage des équipements donnent respectivement pour les premiers, une valeur minimale de 23 mg/L et une maximale de 197 mg/L, avec une moyenne de 65,9mg/L et un écart-type de 53 contre 1400 mg/L de minimale, 4100mg/L de maximale et 2300 mg/L de moyenne avec un écart-type de 913,42 pour les seconds. Il en est de même pour la DCO où une concentration minimale de 9486 mg/L, une maximale de 23996 mg/L et une moyenne de 14367 mg/L avec un écart type de 6632 ont été observées dans les effluents du laboratoire contre 11360 mg/L, de minimale, 73600mg/L de maximale et 26792 mg/L de moyenne avec un écart type de 21292 pour les effluents du lavage des équipements.

De façon générale, on constate que les effluents du lavage des équipements ont une très forte concentration en nutriment comparés aux effluents du laboratoire d'analyses. En effet, dans

les effluents du lavage des équipements, des concentrations moyennes en NO_3^- , NH_4^+ et PO_4^{3-} ont été observées respectivement de 364,70, 228,20 et 1252 mg/L contre 12,43, 2,99 et 2,94 mg/L pour les effluents du laboratoire d'analyses avec des écart types respectifs de 244,11, 200,38 et 772,39 pour le premier contre 7,88, 3,41 et 3,02 pour le second.

Dans les effluents du lavage des équipements, la concentration en PO_4^{3-} est élevée par rapport à celle des nitrates et de l'ammonium alors que dans les effluents du laboratoire sans doute moins importante, mais l'on observe plutôt une concentration en NH_4^+ élevées par rapport aux autres nutriments (NO_3^- et PO_4^{3-}).

Il ressort de tableau XIII que les effluents du laboratoire ainsi que ceux du lavage des équipements de production ne sont pas biodégradables car leur ratio DCO/DBO₅ excède considérablement celui du critère de biodégradabilité qui doit être inférieur à 3. (Metcalf&Eddy, 1991)

Il en est de même pour la DBO₅ et la DCO décantées des effluents du lavage des équipements où les résultats présentés dans la figure 9 montrent un pourcentage de réduction par rapport aux paramètres bruts, d'environ 20,35% pour la DBO₅ et 25,17% pour la DCO mais le ratio DCO/DBO₅ reste toujours élevé (12,68).

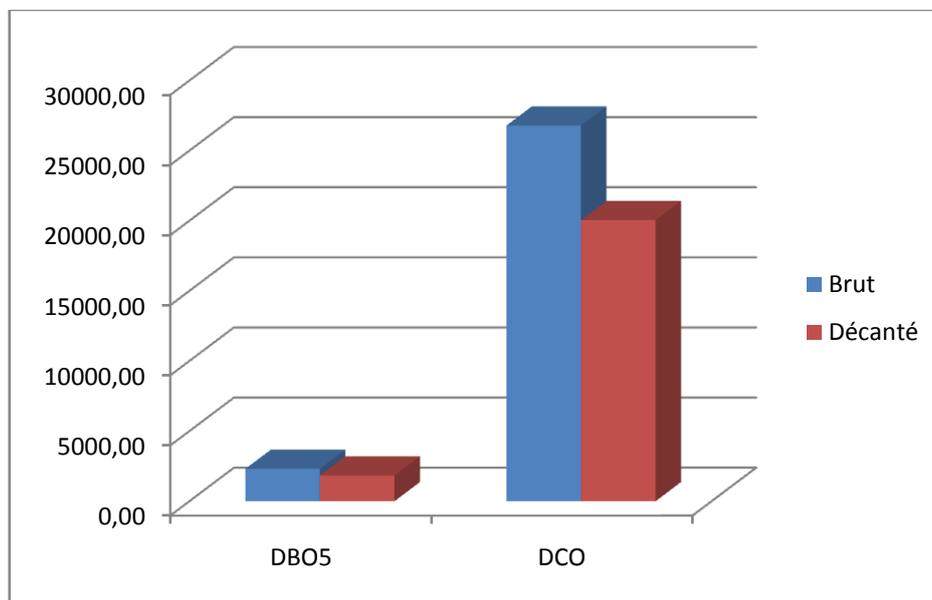


Figure 15 : Comparaison entre la DBO₅ et la DCO brutes et décantées des effluents du lavage des équipements.

- **Caractéristiques générales des effluents**

Après dilution, nous avons observé les caractéristiques globales qui sont présentées sur le tableau XIV. Il en ressort de ce tableau que malgré l'effet de dilution envisagée, le ratio DCO/DBO₅ demeure toujours très supérieur à 3, environ 40. Ce qui montre en définitif le caractère non biodégradable des effluents du laboratoire et ceux du lavage des équipements de production de la société Olvéa.

Tableau XIV : Caractéristiques globales des effluents d'Olvéa

Effluents	Débits (m ³ /j)	DBO ₅ (mg/L)	DCO (mg/L)	Flux DBO ₅ (g/j)	Flux DCO (g/j)
E. lavage	0,357	1840	20047	656,88	7156,77
E. laboratoire	1,8	68,81	15543,62	123,85	27978,51
E. domestiques	2,3	174	348	400	800
Total	4,46	265	8057	1181	35935,28

Malgré l'effet de dilution envisagée, la concentration en DCO est toujours très élevée ce qui donne un ratio DCO/DBO₅ d'environ 30 qui demeure toujours élevé comparé à celui recommandé pour un traitement biologique (< 3).

Connaissant la contribution par personne qui est de 40gDBO₅/j, nous avons obtenus en termes d'équivalent habitant une capacité de 22 habitants que doit avoir le pilote à mettre en place pour le traitement des effluents de la société Olvéa.

- **Evolution des paramètres in situ des effluents du laboratoire et du lavage des équipements au cours de la semaine.**

Les courbes d'évolution des paramètres in situ des effluents du laboratoire sont présentées dans la figure 16.

On constate pour le pH et la température une légère hausse avec un pic à midi (11h-12h), tandis que la concentration en Oxygène décroît légèrement. Cela s'explique par le fait qu'à midi et au soir les solutions issues des analyses sont rejetées dans le réseau ce qui a entraîné une augmentation du pH, de la température et une diminution de l'oxygène dissout causée par les matières grasses issues respectivement des testes d'acidité (11-12h) et de l'extraction à l'hexane de la matière grasse.

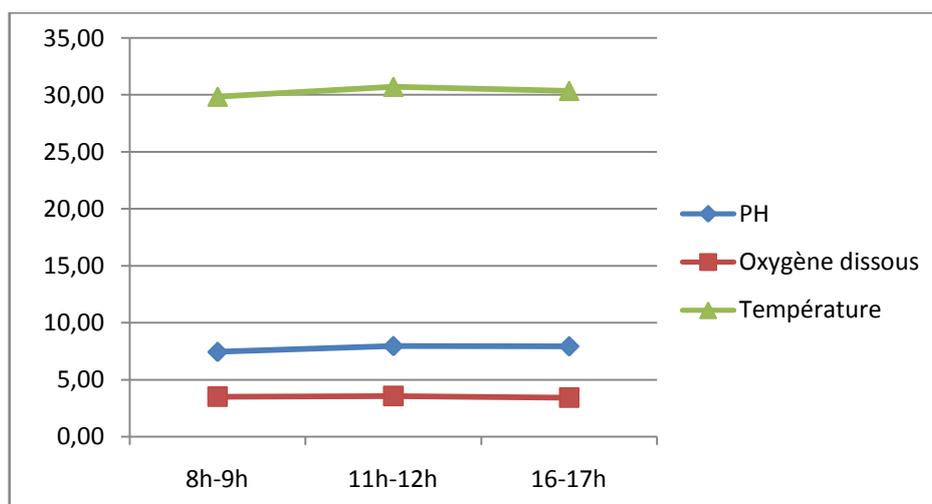


Figure 16 : Courbe d'évolution des valeurs de paramètres in situ des effluents du laboratoire

La courbe d'évolution hebdomadaire des paramètres in situ des effluents du lavage des équipements est présentée sur la figure 17. Il a été constaté pour la température la plus petite valeur les mercredis qui est de 33,5 °C, les plus grandes valeurs sont observées les vendredis (38,07°C) suivi du Jeudi et lundi (37,80 et 37,23°C).

Les valeurs du pH décroît au fur et à mesure lorsqu'on tend vers les fins de semaine. Les grandes valeurs sont observées les débuts de semaine, lundis et mercredis respectivement 9,12 et 8,52, les plus petites valeurs sont observées les jeudis(6,78). A l'opposé, les valeurs de concentration en oxygène dissout augmentent lorsqu'on tend vers les fins de semaine.

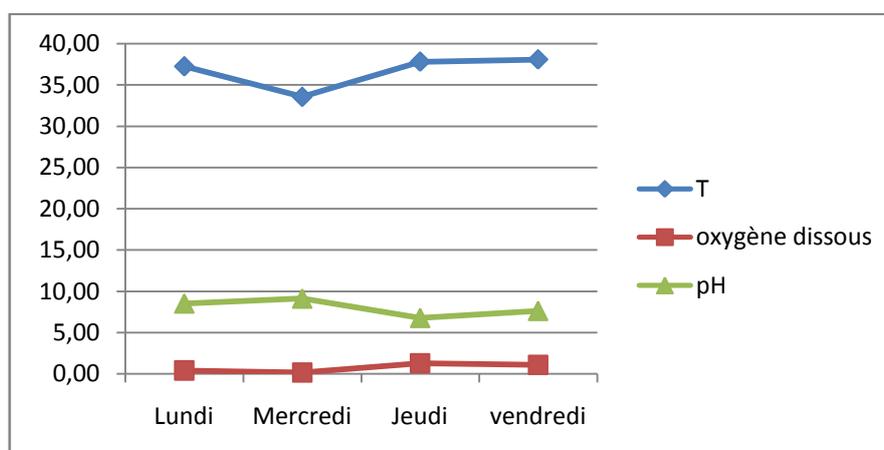


Figure 17 : Evolution hebdomadaire des paramètres in situ des effluents du lavage des équipements.

- **Evolution de la DBO₅ et de la DCO des effluents du laboratoire**

Les courbes d'évolution de la concentration en DCO et en DBO₅ sont présentées dans les figures 18 et 19.

Les valeurs de la DCO des effluents du laboratoire varient en fonction des heures avec une amplitude semblable à celle de la concentration des nutriments.

Les valeurs faibles sont rencontrées dans les matinées, et dans les soirées tandis que les plus fortes valeurs, les midis. Nous pouvons expliquer ces augmentations de la concentration en DCO par les rejets du test d'acidité constitués de phénolphtaléine qui est un composé organique, du beurre dosé qui ont entraîné cette hausse de la concentration en DCO.

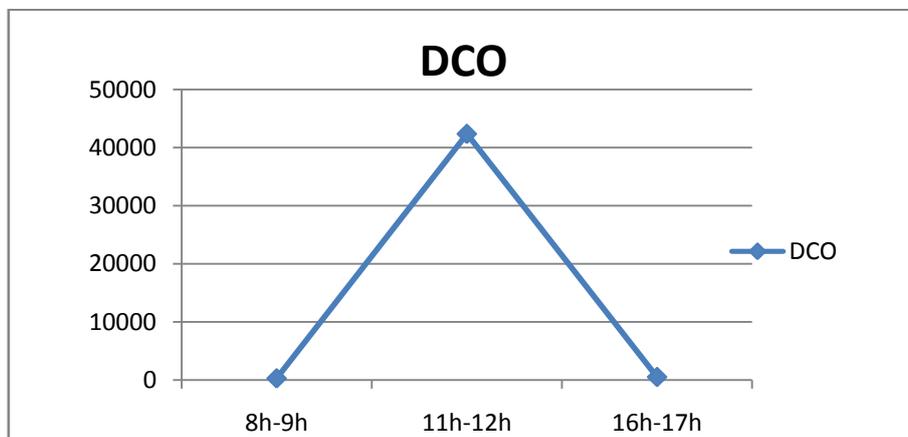


Figure 18 : Courbe d'évolution de la DCO des effluents du laboratoire

Il n'en est pas de même en ce qui concerne la concentration en DBO₅ où l'on observe une croissance durant toutes les heures de prélèvement.

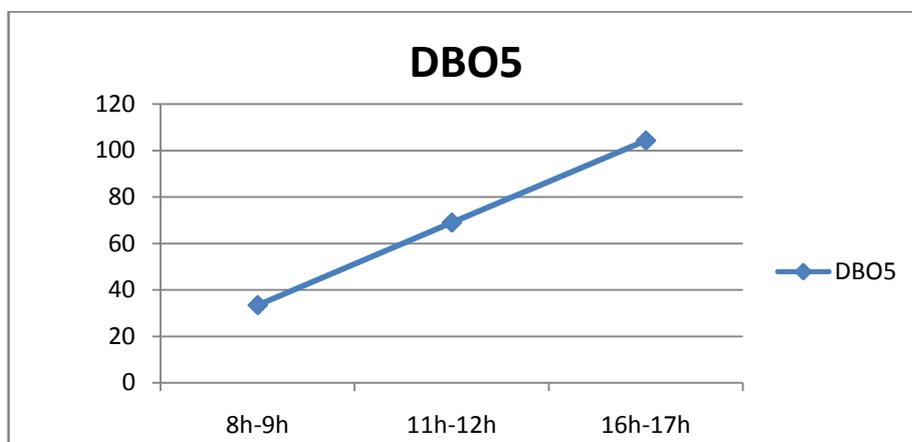


Figure 19 : Courbe d'évolution de la DBO₅ des effluents du laboratoire

- **Evolution de la DCO DBO₅ et MES des effluents du lavage des équipements**

La DBO₅, la DCO et les MES des effluents du lavage des équipements varient en fonction des jours. La plus forte concentration en DBO₅ de 2700 mg/L est observée les mercredis avec des concentrations relativement importantes d'environ 2300 et 2200 mg/L respectivement les vendredis et lundis. La plus petite concentration est observée les jeudis.

De même que la concentration en DBO₅, les plus fortes concentrations en DCO environ 45000 et 30000 mg/L sont observées respectivement les lundis et mercredi tandis que les faibles valeurs de concentration, environ 15000 mg/L sont observées les fins de semaine (Jeudis et vendredi).

La concentration en MES croit légèrement tout le long de la semaine avec la plus petite valeur, environ 6000 mg/L observée les lundis et la plus grande valeur environs 7500 mg/L observée les vendredis.

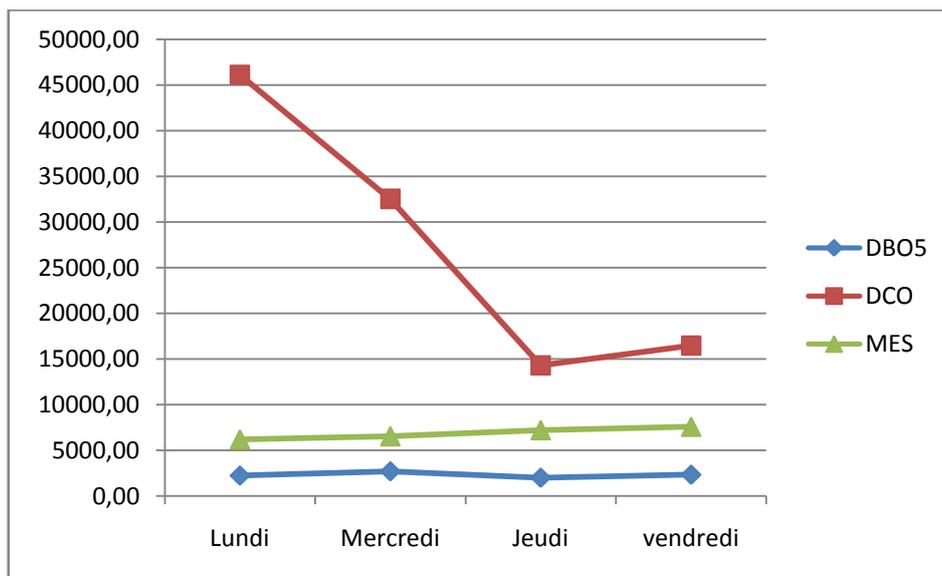


Figure 20 : Courbe d'évolution de la DBO₅, DCO et MES des effluents du lavage

- **Evolution de la concentration en éléments azotés et phosphorés des deux effluents.**

Les courbes d'évolution des concentrations en éléments azotés et phosphatés sont présentées sur la figure 18. Il a été observé pour tous les paramètres des petites valeurs de concentration dans les matinées d'environ 10 mg/L, 1,68mg/L et 1,32mg/L respectivement pour les NO₃⁻, NH₄⁺ et PO₄³⁻. Les plus grandes valeurs ont été observées dans les soirées pour NO₃⁻ et NH₄⁺ respectivement de 13,84 et 4,25mg/L tandis que pour le PO₄³⁻ elles ont été observées à

midi d'environ 5,36 mg/L. Ces résultats s'expliquent par le fait que dans la matinée l'extraction du beurre de l'amande commence et à ce moment il n'y a aucun rejet des réactifs dans le réseau. L'effluent prélevé n'est rien d'autre que l'eau du robinet issu de la distillation ayant traversé le réseau d'évacuation, alors qu'à midi et au soir sont rejetés respectivement les réactifs issus du test d'acidité, constitué de soude, phénolphtaléine, du beurre dosé, des détergents et ceux issus de l'extraction à l'hexane ce qui a entraîné une légère augmentation des concentrations due respectivement au détergent pour le PO_4^{3-} , au beurre dosé pour les NO_3^- et NH_4^+ .

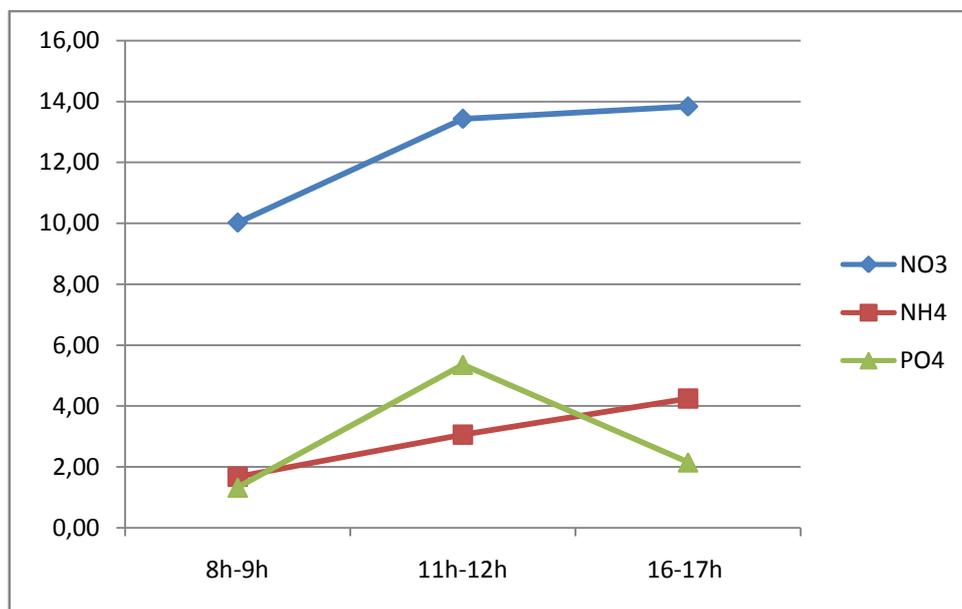


Figure 21 : Courbe d'évolution des concentrations en éléments azotés et phosphatés des effluents du laboratoire

La figure 22 présente les variations des concentrations en nutriments dans les effluents du lavage des équipements. Il a été observé pour les PO_4^{3-} des concentrations élevées les mercredis, jeudis et vendredis respectivement d'environ 1200, 1000 et 1300mg/L ensuite les petites concentrations d'environ 900 mg/L sont observées les lundis mais toujours élevées. Tandis que les concentrations en NO_3^- et NH_4^+ sont élevées au début de la semaine et décroissent vers la fin de la semaine.

Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait qu'en début de semaine la concentration en matière grasse rejetée dans les effluents du lavage des équipements est très élevée et ces concentrations diminuent au cours de la semaine ce qui a également entraîné une diminution des concentrations en NO_3^- et NH_4^+ .

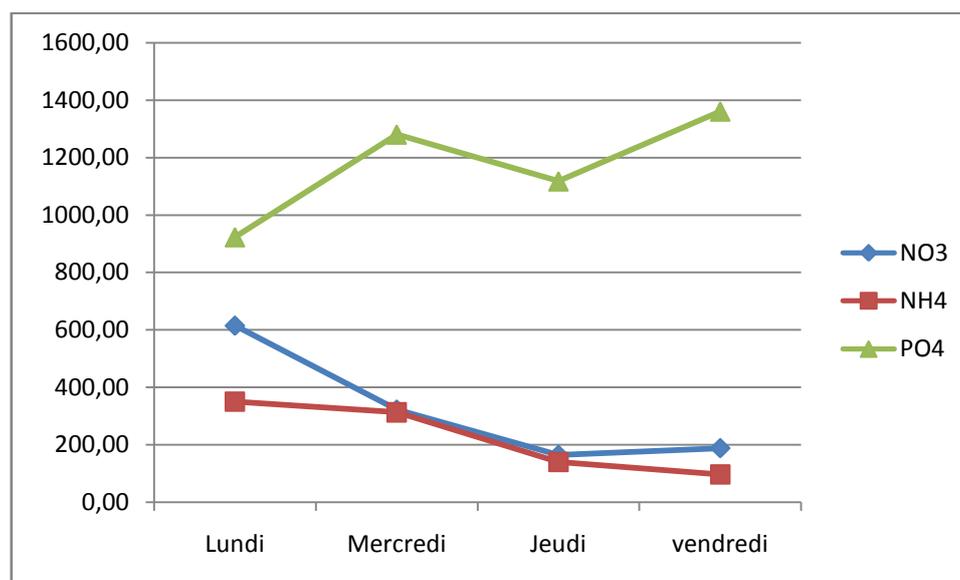


Figure 22 : Evolution de la concentration en NO_3^- , NH_4^+ et PO_4^{3-} des Effluents du lavage

5.1.2.2 Caractéristiques microbiologiques

Les résultats obtenus des paramètres microbiologiques des deux effluents sont présentés dans le tableau XV. Il a été observé dans les effluents du laboratoire une absence totale de Coliformes fécaux avec une valeur de 0 ufc/100ml. Des valeurs faibles ont été observées dans les effluents du lavage des équipements avec une minimale de 1000 ufc/100ml, une concentration maximale de 12000 ufc /100ml et une moyenne de 5182 ufc/100ml. L'absence des coliformes dans les effluents du laboratoire sera due aux rejets des réactifs issus des résultats d'analyses notamment l'hexane, la phénolphtaléine et aussi la Soude qui est utilisée pour les tests d'acidité et qui entraîne souvent une augmentation du pH.

Tableau XV : Concentration en Coliformes fécaux des deux effluents

	Paramètres	Minimum	Maximum	Moyenne
E. laboratoire	Coli. F ufc/100ml	0	0	0
	<i>E. coli</i> ufc/100ml	0	0	0
E. lavage	Coli. F ufc/100ml	1000	12000	5181,9
	<i>E. coli</i> ufc/100ml	1000	3000	545,45

Coli. F = Coliformes Fécaux, *E. Coli* = *Escherichia Coli*.

La comparaison entre les paramètres de pollution par rapport aux normes de rejets dans le réseau d'égout et de déversement dans les eaux de surface est présentée dans le tableau XVI. Il en ressort de ce tableau que seuls les paramètres in situ des deux effluents et les paramètres microbiologiques des eaux du laboratoire ont respectés les normes. Tous les autres paramètres sont non conformes aux deux normes à l'exception de la DBO₅ et de la concentration en NO₃⁻ des effluents du laboratoire dont le premier respecte uniquement la norme de déversement dans le réseau d'égout (< 800 mg/L), tandis que le second, les deux (< 50 et 90 mg/L).

Tableau XVI : Comparaison des paramètres avec les normes au Burkina Faso

Paramètres	T °C	pH	DBO ₅ mg/L	DCO mg/L	MES mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NH ₃ et NH ₄ ⁺ mg/L	PO ₄ ³⁻ mg/L	Coli. F ufc/100 ml
E. Laboratoire	30,3	7,8	66	14367	-	12,43	-	7,2	0
E. lavage	37	8	2310	26792	6871	309	-	1164	5182
Normes 1	18-40	6,4-10,5	50	150	200	50	150	5	2000
Normes 2	18-40	6,4-10,5	800	2000	100	90	1	-	-

E. laboratoire = Effluents du laboratoire. E. lavage = Effluent lavage

Normes 1 : Norme de rejets des effluents dans le réseau d'égouts

Normes 2 : Norme de déversement dans les eaux de surface

5.1.3. Choix du système retenu pour le traitement des effluents de la société OBF

5.1.3.1. Traitement mixte

Le traitement mixte de tous les effluents de la société OBF sera effectué lors que les effluents de karité seront prétraités par un procédé physico-chimique qui permettra de réduire considérablement la DCO, et les rejets concentrés des effluents du laboratoire notamment les réactifs utilisés lors des analyses tels que la phénolphtaléine, l'hydroxyde de sodium, principaux agents responsables de l'augmentation de la DCO et du pH ne seront pas déversés dans le réseau.

Le système choisi pour ce traitement est le réacteur anaérobie à chicanes. Ce dernier a été choisi du fait de sa résistance à des charges organiques, hydrauliques, de son faible coût, et de sa performance en termes d'abattement de la charge organique et aussi du fait de la quantité d'effluents à traiter qui n'est pas considérable(4,46 m³/J).

Le réacteur anaérobie sera constitué de 3 compartiments dans le premier servira de bassin de sédimentation dans lequel les matières décantables vont décanter, immédiatement digérées au fond et les particules de densité inférieures à celle de l'eau retenues par un siphon (graisses, papiers, plastiques...). Le dernier compartiment sera constitué d'un système de filtration sur gravier qui permettra de clarifier l'effluent avant son évacuation. Le fonctionnement de ce réacteur est présenté sur la figure 23.

Le premier compartiment aura un volume d'environ 3 m³ soit 50% du volume totale des effluents de la société Olvéa selon tilley *et al*(2007) et les deux derniers compartiments auront chacun un volume égal d'environ 1,5 m³. En fixant une longueur de 1,5m par compartiment et une profondeur totale de 2m. Le réacteur aura les dimensions suivantes.

Tableau XVII : Caractéristiques géométriques du réacteur anaérobie à chicane

Compartiments	Longueur (m)	Largeur (m)	Section (m ²)	Profondeur (m)	Volume (m ³)
C1	1,5	1	1,5	2	3
C2	1,5	0,5	0,75	2	1,5
C3	1,5	0,5	0,75	2	1,5

Le volume total du réacteur étant de 6 m³, la vue en plan du réacteur est présentée sur la figure suivante :

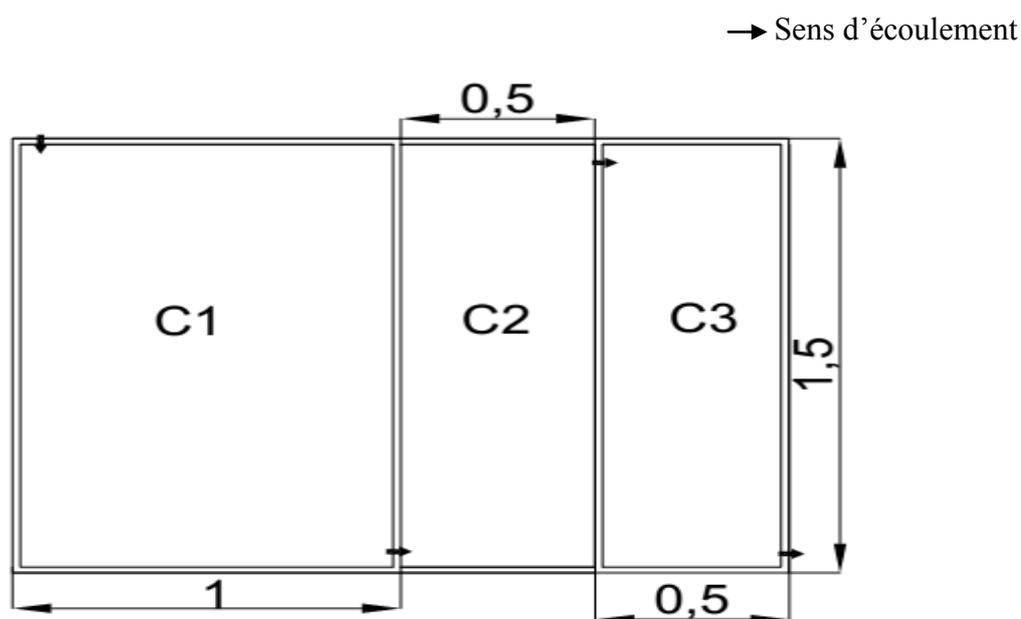


Figure 23 : Schéma du réacteur anaérobie ainsi que le sens d'écoulement de l'effluent
Vue en plan

5.2. Discussions

Il en ressort de ce travail que la consommation en eau de la société Olvéa varie considérablement dans une gamme de 1305 à 2757 m³/an. En appliquant un taux de rejet de 80%, la quantité d'effluents rejetés varie de même dans une gamme de 1044 à 2205,6 m³/an. Les effluents du lavage des équipements ont un débit moyen journalier faible.

Le débit des effluents domestiques est supérieur à ceux du laboratoire et du lavage des équipements.

La concentration en DBO₅ des effluents du laboratoire est faible environ 68,1 mg/L ce qui signifie qu'il y a très peu de matières organiques biodégradables. A l'opposé la fraction organique dure représentée par la DCO est très élevée environ 15000 mg/L.

Les effluents du lavage des équipements ont un pH compris entre 6,41 et 10,1 avec une moyenne de 8,02. Ces valeurs diffèrent de celles obtenues par Ouattara(2012) pour les effluents de SAREPTA-SA où ce dernier a observé un pH environ 5,3 et 5,6 respectivement pour les effluents de karité issus des processus d'extraction par barattage manuel et mécanique. Il en est de même pour les pH d'effluents d'usine d'huilerie de palme, où de faibles valeurs d'environ 4,35 et 4,7 ont été obtenues (Shaisriet *al*, 2007; Rupani *et al*, 2010). Notons que le caractère basique des effluents de karité de la société Olvéa est dû à l'usage du savon potasse comme détergent lors du lavage des équipements de production, les pH obtenus de ces derniers corroborent avec ceux d'effluents d'huilerie d'olive, observés par Satchiet *al* (2009) qui est comprise entre 7,43 et 9,56 avec une moyenne de 8,52 et Nguématio(1991) qui a trouvé des valeurs comprises entre 11 et 13 pour des effluents d'huilerie de coton.

Les concentrations en DBO₅ et DCO des effluents de karité de la société Olvéa sont respectivement comprises entre 1400 et 4100 mg/L pour la DBO₅, 11360 et 73600 mg/L pour la DCO suivi d'un ratio DCO/DBO₅ de 13,6, alors qu'il a été observé pour les effluents de la SAREPTA-SA de fortes concentrations en DBO₅ et DCO respectivement de 14 400 et 113 400 mg/L pour l'extraction par barattage manuelle du beurre, 12000 et 57500 mg/L pour l'extraction par barattage mécanique avec des ratios respectifs DCO/DBO₅ d'environ 4. Cet écart considérable s'explique par la différence existant entre les processus d'extraction du beurre, l'extraction par barattage aussi bien manuelle que mécanique fait intervenir l'eau dans le processus tandis que pour l'extraction mécanique simple, l'eau n'intervient pas comme un agent nécessaire à l'extraction tel est le processus effectué par OBF. On observe sans doute

un écart considérable entre les valeurs de la DCO et de la DBO₅ mais on en conclut que les effluents du karité ne sont pas biodégradables.

Des résultats opposés ont été trouvés par Ko (2008) dans la caractérisation combinée des effluents de beurre de karité et ceux d'huilerie de coton de la SOFIB qui a trouvé respectivement une concentration moyenne en DBO₅, DCO et MES respectivement d'environ 230, 650 et 420 mg/L. Cette différence s'explique par l'opération d'acidification qui a permis d'éliminer une bonne partie de la matière grasse qui est à grande partie responsable de l'augmentation de la DCO.

Par ailleurs, Chaiseriet *al* (2007) dans la caractérisation des effluents d'usine d'huile de palme ont observé une DBO₅ d'environ 22000 mg/L suivie d'une DCO d'environ 95000 mg/L. Ces résultats sont voisins de ceux obtenus par Rupaniyet *al* (2010) pour le même type d'effluents où ils ont observé une DBO₅ environ 25000 mg/L suivie d'une DCO de 50000 mg/L. Ces résultats portent à croire que les effluents de karité de la société Olvéa contiennent très peu de matière organique biodégradable comparés aux effluents d'usine d'huile de palme.

Ces différences significatives entre les concentrations en DBO₅ et en DCO des effluents de karité comparées à d'autres industries pourraient s'expliquer par l'usage d'eau dans le processus de production, car selon Morel et Diener(2006), les concentrations en DBO et DCO sont dépendantes de la consommation en eau, elles sont d'autant plus grandes que la consommation en eau est petite. Il a été observé pour les effluents de karité de la société Olvéa un débit faible de 0,357 m³/J ce qui pourrait expliquer leur forte concentration en DCO. Ce qui n'est pas du tout observé quant à la concentration en DBO₅.

Conclusion

Au terme de notre étude, nous avons observé au sein de la société Olvéa trois principales sources de production d'eaux usées que sont, l'activité de production qui génère les effluents de karité, l'activité du laboratoire ensuite les sanitaires et le lave main du bloc administratif.

La quantité d'effluent rejetée pour toutes les activités confondues est très faible, environ $4 \text{ m}^3/\text{J}$ ce qui est faible pour qu'un système de traitement par lagunage soit implanté. Les effluents domestiques ont un débit journalier faible environ $2 \text{ m}^3/\text{j}$, supérieur au débit du laboratoire et ceux du lavage des équipements.

Les effluents de karité ainsi que ceux du laboratoire d'analyse ont été analysés et les résultats obtenus nous montrent que les effluents de karité de la société OBF ne sont pas biodégradables car le ratio DCO/DBO_5 qui est de 12,6 est strictement supérieur à 3, de ce fait le traitement par lagunage de ces derniers n'est donc pas envisageable.

Il en est de même pour les effluents du laboratoire d'analyse où le ratio DCO/DBO_5 , environ 302 non seulement supérieur à 3 mais excède grandement celui des effluents du lavage des équipements. L'effet de dilution brute envisagé n'est donc pas suffisant pour rendre traitable par voie biologique tous les effluents de la société Olvéa, d'où nécessité d'effectuer un prétraitement des effluents de karité, et une rétention à la source des rejets concentrés du laboratoire d'analyse avant un traitement mixte avec les eaux usées domestiques par un réacteur anaérobie à chicanes.

Cependant, le dimensionnement de la station d'épuration par lagunage n'a pas été effectué vue la faible valeur du débit des effluents de la société Olvéa. Il a donc été préconisé un prétraitement physico-chimique par coagulation-floculation des effluents de karité et une rétention à la source des rejets concentrés du laboratoire ce qui permettrait de réduire considérablement la charge organique, le pH afin d'effectuer un traitement mixte par un réacteur anaérobie à chicane.

La surface du réacteur obtenue après calcul est d'environ 3 m^2 ce qui suffit largement pour être implantée sur le site du projet qui est d'environ 500 m^2 .

Les concentrations en éléments azotés et phosphatés sont élevées dans les effluents du lavage des équipements, ce qui pourrait causer des risques eutrophisation. Mais le traitement mixte envisagé pourrait réduire considérablement ces impacts à travers la dilution.

Recommandations

Pour le bon fonctionnement du système à mettre en place des recommandations suivantes ont été formulées :

- Effectuer des analyses de métaux lourds pour s'assurer de l'absence de toxicité des effluents du lavage des équipements vis-à-vis des microorganismes épurateurs.

- Utiliser des détergents moins basique que la potasse pour le lavage des équipements afin d'éviter une augmentation du pH qui nécessiterait plus d'ajout d'acide et donc une dépense supplémentaire.

- Mettre en place un bassin d'évaporation pour les rejets concentrés du laboratoire ou les sous-traiter à des entreprises spécialisées dans la gestion des déchets.

Références bibliographiques

1. Achak M., Ouazzani N and Mandi L. (2011), Elimination des polluants organiques des effluents des industries oleicoles par combinaison d un filtre à sable et d un lit planté. *Journal of water science*, vol 24, N° 1 pp 35-51.
2. Adewoye S., Adédigba A and Oposola O. (2013) A preliminary study on the toxic potential of shea butter effluent using *Claria gariepinus* as a biological model. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. Vol 7, pp. 23-28.
3. Al-Jayoussi O. (2003). Greywater reuse: towards sustainable water management. *Désalinisation*, pp181-192.
4. Antoine V, 2008. mise eau point d'une technique de dosage des graisses dans les effluents de restaurant, mémoire de stage de master en Science et Génie de l'Environnement, université de paris.47p.
5. Azbar N., Bayram A.; Filibeli A.; Aysen M.; Sengul F.; Ozer F.(2004) A review of wastmanagement option in olive oil production, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. Vol 34, pp. 209-249.
6. Boutin C. (2003) Eléments de comparaisons techniques et économiques des filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. *Ingénieries- E A T*, pp.47-.55. « hal-00466061 ».
7. Cemagref, (2010). Qualité des eaux usées domestiques produites par les petites collectivités Application aux agglomérations inférieures a 2000 Equivalent habitant. Rapport final, 55p.
8. Chaiseri R., Boonsawang P., Prasertsan P and Chairapa P. (2007). Effect of organic loading on methane and volatile fatty acids productions from anaerobic treatment of palm oil mill effluent in UASB and UFAF reactors. *Journal of Science and Technology*. Vol 29. pp 312-323.
9. Chantal B, (2007). Amélioration de qualité du produit, des procédés de production du beurre de karité biologique et de la logistique des Opérations en Afrique : Cas du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Québec à trois rivières.210p
10. Chen C K and Lo S L. (2006). Treating restaurant wastewater using combined active sludge-contact aeration system, *Journal Of Environmental Biology*, 27(2): 167-183.
11. Décret n°2001-185/PR/PM/MEE portant fixation des normes de rejets des polluants dans l'air l'eau et le sol.
12. DREAL, (2012). Etude d'impact des projets, Station d'épuration et choix des filières.

13. Effebi R. (2009) Lagunage anaérobie modélisation combinant la décantation primaire et la digestion anaérobie. Thèse de doctorat université de liège.165p.
14. EL Hachemi O. (2012) Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de Figuig) : performances épuratoires et aspects phytoplanctoniques, thèse de doctorat, université Mohammed premier.122p.
15. EL Hajjouji H., Baddi G., Yaacoubi A., Hamdi H., Winterton P., Revel J-C and Hafidi M. (2007) Optimisation of biodégradation conditions for the treatment of olive mill wastewater. *Bioressources Technology*.
16. Fcm, (2004).Optimisation du lagunage, Une règle de l'art du guide nationale pour les infrastructures municipales durables, 42p.
17. Fnsa, 2009.Panorama des techniques de traitement des déchets d'assainissement, [En ligne] <http://www.fnsa-vanid.org/docs/fnsa/publications/guide-traitement/traitement-des-dechets-assainissement.pdf> [4/03/2015].
18. Garkal J., Maparo J and Prabhum M.(2015) Domestic wastewater treatment by infiltration: A case study, *International Journal of Science, Environment and Technology*, vol. 4, N° 1, pp 140-145.
19. Gasparikova E., Kapusta S., Bodik I., Derco J., Kratochvil. (2005), Evaluation of anaerobic-aerobic wastewater treatment plant operations, *Polish Journal of Environmental Studies*, vol.14,N° 1, pp 29-34.
20. Hebbar H A, Jayantha K S.;2013, Oil and grease removal from wastewater using laterite as an adsorbent material,*International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering(IJETAE)*,Vol 3,pp 654-657.
21. Hernandez Leal L,Zeeeman D, Temmink H and Buisman C; 2007., Characterization and biological treatment of grey water, *Water Science and Technologie*, Vol.56, N°5 pp 193-200.
22. Hounkpe P., Adjovi E., Crapper M & Aina M (2013), ' Mise au point d'un système intègre de gestion des eaux usées' *Revue Ivoirienne Sciences et Technologie (REVIST)*, Vol 21 & 22, P. 154.
23. Inès O (2012), Diagnostic et proposition de solutions pour une gestion efficace du système de prétraitement des eaux usées industrielles de la Brakina et de l'Abattoir frigorifique d'Ouagadougou. Mémoire master en ingénierie, 2ie.58p.
24. Jefferson B., Palmer A., Jeffrey P., Stuetz R and Judd S (2004), Grey water characterization and his impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Water Science and Technology*. Vol 50, n° 2 pp 157-164.

25. Kanabkaew T and Puetpaiboon U. (2004), Aquatic plants for domestic wastewater treatment: Lotus (*Nelumbo nucifera*) and Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) systems, *J. Sci. Technol.*, 26(5), 749-756.
26. Kassamba B (1997), Synthèse des techniques connues d'extraction et de conditionnement du beurre de karité au Burkina Faso. Rapport final. Projet filière karité du CECI IRSAT. Ouagadougou, 3-9.
27. Ko H. (2008). Influence des rejets industriels sur la pollution des eaux à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Mémoire pour l'obtention d'un diplôme d'étude approfondie. Université d'Ouagadougou. 70p.
28. Kone D. (2002). Epuration des eaux usées par lagunage à microphyte et à macrophyte (*Pistia Stratiotes*) en Afrique de l'Ouest et du centre : Etat des lieux, performances épuratoires et critères de dimensionnement. Thèse de doctorat en Sciences et techniques dans les domaines de Sciences et ingénierie de l'environnement. N°2653.
29. Korsak L., Cabezas A and Moreno L, (2008) A model of kinetics and mass transfer in an UASB reactor. In proceedings of the 4th International Conference on Environmental Science and Technology (ICEST2008), Houston, USA (In press).
30. Leit V., Athalayde G., De Sousa T., Lopes W and Henrique N. (2009) Treatment of domestic wastewater in shallow waste stabilization ponds for agricultural Irrigation reuse, *Journal of Urban and Environmental Engineering*, Vol 3, n° 2 pp 58-62.
31. Lew B., Tarre S., Beliavski M., Dosoretz C and Green M, (2009) Anaerobic bioreactor for domestic wastewater treatment, *Science Direct, Desalination* 243(2009) 251-257.
32. Martin L., Théophile F., Etienne P and Akoa A, (2012) Removal of faecal bacteria and nutrients from domestic wastewater in a horizontal surface flow wetland vegetated with *Echinochloa pyramidalis*, *African Journal of Environmental Science and Technology* vol 6 (9) pp 337-345.
33. Metcalf and Eddy (1991). *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. G. Techobonglus, FL. Burton (Eds), pp.1820. New-york: Mc Graw-Hill.
34. Mkhize S., Atkinson B and Bux F. (2000) Evaluation of a laboratory-scale biological process for the treatment of edible oil effluent, *Water*, vol.26 N°4, pp. 555-557.
35. Mohamed D., Diamal A and Ghania N. (2012) Bacterial load evaluation of wastewater and treated by natural lagoon: Case of the beni-messous lagoon, *Journal of Agricultural Biological Science*, Vol. 7, n° 12, pp 1048-1053.

36. Morel A and Diener S.(2006). Greywater Management in Low and Middle-income Countries, Review of different treatment systems for households or neighbourhoods. swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology(Eawag).Dubendorf,Switzerland.
37. Ngo H and Viegneswaran S. (1996). Application of down flow flocculating medium flocculator/filter DFF-coarse sans filter in nutrient. *Journal of water Science and technology*, 33(8), 63-70.
38. Nguematio T. (1991). Epuration des eaux usées de la CITEC (Société des huileries et savonneries du Burkina), mémoire fin d'étude. EIER-ESHER.37p.
39. Nicol R. (1981), Traitement de dépollution et de valorisation des effluents solides et liquides des industries agroalimentaires-Digestion méthanique. In : Revue d'économie industrielle. Vol. 18. 4 e trimestres. Genèse et développement de la BIOINDUSTRIE. pp. 300-305.
40. Nkuam G. (2007). Conservation des fruits du karité (*Vitellaria paradoxa*) et de l'ailée (*Canarium schweinfurthii*) : Isothermes de sorption d'eau et d'extraction d'eau et des matières grasses des fruits stockés. Thèse de doctorat, université de N'Gaoundéré.150p.
41. Olaniyan A and Oje K. (2011), Development of models equations for selecting optimum parameters for dry process of shea butter extraction, *Journal of cereals and oilseeds*,Vol. 2(4), pp.47-56.
42. Olaoye J. (2012). Developing status of production and processing machinery of shea oil from woody oil plant in Nigeria. *Int.J.Sci. Emerging tec*.pp.107-115.
43. Ouattara H. (2009).Contribution à la mise en place d'un système de management environnemental et santé-sécurité dans les productions industrielles et artisanales du beurre de karité cas de: SAREPTA-SA, Association Ragussi et ceDwane Nyee.memoire master 2, Institut du Génie de l'Environnement et du Développement Durable Université de Ouagadougou. 96p.
44. Onifade U. (2010), Evaluation des performances et optimisation technique de la station d'épuration de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso).mémoire pour l'obtention du master en ingénierie, 2ie. 65p.
45. Rupani P., Singh P., Ibrahim M and Esa N. (2010), Review of current Palm Oil Mill Effluent (POME) Treatment methods: Vermicomposting as a sustainable practice. *World Applied Sciences and Journal*, Vol.11 (1), pp.70-81.
46. Saatci Y., Hasar H and Cici M. (2001) Treatability of vegetable oil industry effluents through physical-chemical methods, *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 10 pp. 854-858.

47. Salam J., hayder A and nidaa A. (2009) study of induced air flotation for the removal of oil from the effluent of sweet and dairy industries. *The Iraqi journal for mechanical and material engineering*, vol.8, pp. 535-542.
48. Sangaré D. (2011) Faisabilité du traitement et de réutilisation des eaux grises en milieu rural : Cas de Barkoundouba (Ziniaré Burkina Faso), mémoire de master en ingénierie, 2ie.48p.
49. Tano-Debrah K and Otha Y. (1994). Enzyme assisted aqueous extraction of fat from kernels of the shea tree, *Butyrospermum parkii*. *J.A.O.C.S.*, 9(71), 979-983.
50. Vangalpati Meena, Sruthi S, Balaji M. (2014) Review on pretreatment of effluent released from steel plant, *IJSERT*, Vol 3(11), 29-31.
51. Vasquez S., Victoria J., Lozada T and Parra C. (2010) Performance of a contact stabilization process for domestic wastewater treatment of Cali, *Dyna ano*, N° 168, pp 98-107.
52. Womeni H., Ndjouenkeu R.,Capseu C.,Mbiapo T.,Parmentier M and Fani J.(2007) séchage du beurre de karité et impact du séchage traditionnel au soleil. *Tropicultura*, 25(4) pp.240-247.
53. Yacouba K. (2013). Cours de procédés biologiques de l'épuration (2ie).
54. Tilley E, Luthi C, Morel A ; Zurbrug C et Schertenleib R, Compendium des technologies d'assainissement.eawag-sandec158p.

Annexes

Annexe 1 : Caractéristiques des fosses et les valeurs de la colonne d'eau dans la fosse de stockage des effluents de lavage des équipements.

Caractéristique des fosses		
Paramètres géométriques	Fosse labo-douche	Fosse effluents lavage
Longueur m	1,68	2,15
Largeur m	1,59	1,75
Section m ²	2,66	3,76
hauteur totale m	2,5	1,28
Volume fosse m ³	6,66	4,82

- Les valeurs de la colonne d'eau dans la fosse de stockage des effluents de lavage des équipements.

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi
	H0=0,04	H0 =0,31	H0=0,38
Hauteurs m	H1=0,11	H1= 0,36	H1=0,52

- Les valeurs de débit des effluents du laboratoire

Paramètre	Périodes	Minimum	Maximum	Moyenne
Débit Q (l/s)	Lundis	0,065	0,077	0,064
	Mercredis	0,021	0,041	0,033
	Vendredis	0,033	0,077	0,055
Moyenne générale		0,040	0,065	0,050

Annexe 2 : Résultats généraux des paramètres physico-chimiques des effluents du laboratoire

Paramètres								
Dates	T °C	Oxygène dissous mg/L	pH	DBO ₅ mg/L	DCO mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NH ₄ ⁺ mg/L	PO ₄ ³⁻ mg/L
22-juin	31,97	3,73	7,56	39,33	9485,67	21,40	7,48	9,77
03-juil	30,83	3,66	6,93	30	3192	2,8	0,91	0,3
16-juil	29,4	3,34	8,73	196,67	20163	23,63	0,39	1,28
22-juil	31,52	3,66	6,72	86,67	6519	5,77	1,09	6,33
03-août	29,57	3,8	7,57	36,67	12990	13	10,57	1,63
06-août	29,97	3,35	8,26	60	14517	16,67	1,8	1,53
07-août	30,67	3,25	7,57	23,33	13924,67	20,33	1,5	3,9
10-août	30,57	3,25	8,43	106,67	17757,33	10,73	4,03	2,93
12-août	28,73	3,51	7,75	36,67	35763,50	8,28	1,38	1,64
14-août	29,97	3,38	8,21	65	21123	1,67	0,74	0,11
Minimum	28,73	3,25	6,72	23,33	3192	1,67	0,39	0,11
Maximum	31,52	3,8	8,73	197	35763,50	23,63	10,57	9,97
Moyenne	30,32	3,49	7,77	68,81	15543,62	12,43	2,99	2,94
Ecartype	0,99	0,21	0,64	55,55	6632,1	7,89	3,41	3,02

Annexe 3 : Résultats des paramètres physicochimiques des effluents du lavage des équipements de production

Paramètres effluents lavage													
Dates	T °C	Oxygène dissous mg/L	pH	DBO ₅ mg/L	DBO5d mg/L	DCO mg/L	DCOd mg/L	DCO/DBO ₅	DCOd/DBO5d	MES mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NH ₄ ⁺ mg/L	PO ₄ ³⁻ mg/L
22-juil	40,4	0,2	9,11	2100	1800	11360	11300	5,41	6,28	3556	290	90	1140
03-juil	36,4	0,43	9	1500	1400	13590	11700	9,06	8,36	4700	320	50	400
16-juil	41,2	1,41	7,15	1500	1200	14970	9870	9,98	8,23	8400	114,6	50	634,7
22-juil	36,3	0,12	10,1	3500	1400	40500	39400	11,57	28,14	8920	930	156	70
03-août	33,3	0,65	8,83	1800	1300	73600	25400	40,89	19,54	7000	392	300	970
06-août	34,4	1,26	6,41	2500	3200	13800	13500	5,52	4,22	6000	215	230	1600
07-août	42,1	2,17	6,83	1400	1800	17400	13500	12,43	7,50	8000	300	110	2120
10-août	38	0,41	7,62	2800	2300	12600	10300	4,50	4,48	8000	285	660	660
12-août	30,8	0,22	8,13	1900	1500	51700	52100	27,21	34,73	4135	300	470	2490
14-août	35,7	0,69	7,06	4100	2500	18400	13400	4,49	5,36	10000	237,5	130	1560
Minimum	30,8	0,12	6,41	1400	1200	11360	9870	4,49	4,22	3556	114,6	50	70
Maximum	42,1	2,17	10,1	4100	3200	73600	52100	40,89	34,73	10000	930	660	2490
Moyenne	36,86	0,756	8,024	2310	1840	26792	20047	13,11	12,68	6871,1	338,41	224,6	1164,47
Ecartype	3,61	0,66	1,20	913,42	641,53	21292,53	14549,74	11,86	10,91	2181,73	220,31	200,38	772,59

Annexe 4 : Valeur des paramètres microbiologiques des effluents du lavage des équipements

Dates	<i>Coliformes fécaux</i>	<i>E. coli</i>
30-mai	2000	0
22-juin	0	0
03-juil	1000	0
16-juil	8000	0
22-juil	1000	1000
03-août	0	0
06-août	11000	0
07-août	8000	0
10-août	12000	0
12-août	3000	3000
14-août	11000	2000
Moy	5181,82	545,45

Annexe 5 : Valeurs des paramètres in situ des effluents du laboratoire selon les horaires et les dates de prélèvement.

Paramètres	pH			Oxygène dissout mg/L			T °C		
	Dates/ heures	8h-9h	11h-12h	16-17h	8h-9h	11h-12h	16-17h	8h-9h	11h-12h
22-juil	7,3	9,22	6,16	3,49	4,23	3,46	30,8	33,4	31,7
03-juil	6,56	6,59	7,63	3,78	3,33	3,87	31,2	30,7	30,6
16-juil	8,43	9,08	8,68	3,46	3,32	3,25	29,3	30,7	28,2
22-juil	6,59	6,15	7,42	3,8	3,59	3,6	31,65	32,4	30,5
03-août	7,13	7,14	8,44	3,68	4,28	3,44	29	29,9	29,8
06-août	7,15	8,81	8,82	3,43	3,53	3,1	29,5	30,6	29,8
07-août	7,08	7,42	8,2	3,31	3,46	2,97	29,9	31,2	30,9
10-août	8,32	8,81	8,16	3,08	3,17	3,51	30,9	29,4	31,4
12-août	8,98	7,43	6,83	3,63	3,47	3,44	27,8	28,2	30,2
14-août	6,85	8,84	8,95	3,34	3,25	3,55	28,5	30,8	30,6
Moyenne	7,44	7,95	7,93	3,5	3,56	3,42	29,86	30,73	30,37

Annexe 6 : Les valeurs des paramètres chimiques des effluents du laboratoire selon les horaires et les dates de prélèvement.

Paramètres	DBO ₅			DCO			NO ₃ ⁻			NH ₄ ⁺			PO ₄ ³⁻		
	8h-9h	11h-12h	16h-17h	8h-9h	11h-12h	16h-17h	8h-9h	11h-12h	16-17h	8h-9h	11h-12h	16-17h	8h-9h	11h-12h	16-17h
22-juil	90	10	18	602	27040	815	31,8	24,21	8,2	0,83	1,60	20	2,45	24,7	2,16
03-juil	20	30	40	249	8830	499	0	3,2	5,2	0,6	1,69	0,45	0,15	0,53	0,23
16-juil	40	200	350	250	59000	1239	24	10,9	36	0,6	0,27	0,3	1,5	0,84	1,5
22-juil	10	80	180	30	18900	627	0,2	10	7,1	0,06	2,03	1,19	0,2	17,60	1,2
03-août	10	20	80	222	38700	48	13	16	10	11,1	9,1	11,5	1,5	2	1,4
06-août	20	10	150	225	43000	326	16	19	15	1,2	2,8	1,4	0,9	2,8	0,9
07-août	10	20	40	371	41300	103	13	35	13	1,1	2,3	1,1	4,1	2,1	5,5
10-août	80	180	60	197	52700	375	1,2	11	20	1,1	7,1	3,9	2,2	2,2	4,4
12-août	20	70	20	427	71100	461	1	1	22,85	0,16	1,49	2,5	0,13	0,68	4,1
14-août	10	10	120	127	62700	543	0	4	1	0,01	2,1	0,12	0,1	0,1	0,13
Moyenne	31	68,89	104,22	270,00	42327,00	503,60	10,02	13,43	13,83	1,68	3,04	4,25	1,32	5,35	2,15

Annexe 7 : Calcul des charges organiques des différents effluents ainsi que les caractéristiques générales après dilution.

- Effluent du laboratoire

$$F = [\text{DBO}_5] * Q \quad \text{avec } [\text{DBO}_5] = 68,81 \text{ mg/L et } Q = 1,8 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$F_{\text{DBO}_5} = 68,81 * 1,8 = 123,85 \text{ g/j}$$

$$F_{\text{DCO}} = [\text{DCO}] * Q \quad \text{avec } [\text{DCO}] = 15543,62 \text{ mg/L}$$

$$F_{\text{DCO}} = 15543,62 * 1,8 = 27978,51 \text{ g/j}$$

- Effluents du lavage des équipements

$$F_{\text{DBO}_5} = 1840 * 0,357 = 656,88 \text{ g/j}$$

$$F_{\text{DCO}} = 20047 * 0,357 = 7156,77 \text{ g/j}$$

- Effluents domestiques

Connaissant le nombre du personnel qui est d'environ 10

$$F_{\text{DBO}_5} = N_p * \text{Contribution DBO}_5/\text{pers/j} \quad \text{avec } N_p = \text{Nombre de personnel} = 10.$$

$$\text{Flux DBO}_5/\text{pers/j} = 40 \text{ g}$$

$$F_{\text{DBO}_5} = 10 * 40 = 400 \text{ g/j}$$

Comme précédemment,

$$F_{\text{DCO}} = N_p * \text{Contribution DCO/pers/j}$$

$$F_{\text{DCO}} = 10 * 80 = 800 \text{ g/j}$$

Les concentrations en DBO5 et DCO totales après dilution d'ensemble.

- Concentration en DBO₅

$$[\text{DBO}_5]_t = \text{Flux Total} / Q \text{ total}$$

$$\text{Avec Flux total DBO}_5 = F_{\text{E.labo}} + F_{\text{E.lavage}} + F_{\text{E.domestiques}} \text{ et } Q \text{ total} = 4,46 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$[\text{DBO}_5]_t = 400 + 656,88 + 123,85 / 4,46 = 264,73 \text{ g/m}^3$$

$$[\text{DBO}_5]_t = 265 \text{ mg/L}$$

- Concentration en DCO

$$[\text{DCO}]_t = \text{Flux total DCO} / \text{Total}$$

$$\text{Avec Flux total DCO } F_{\text{E.labo}} + F_{\text{E.lavage}} + F_{\text{E.domestiques}}$$

$$[\text{DCO}]_t = 800 + 7156,77 + 27978,5 / 4,46 = 8057,23 \text{ g/m}^3$$

$$[\text{DCO}]_t = 8057 \text{ mg/L}$$

- Le ratio DCO/DBO5

Soit r, le ratio total DCO/DBO5 de tous les effluents combinés de la société Olvéa

$$r = \frac{[\text{DCO}]_t}{[\text{DBO}_5]_t} = \frac{8057}{265} = 30,4 \gg \gg 3$$

Annexe 8 : Plan du site OBF2 et la superficie du projet.

