

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCÉDÉS
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT**

N° d'ordre :.... ..

Série :.... ..

Mémoire

**PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GÉNIE DES PROCÉDÉS
OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT**

**Traitement des eaux de lavage de l'industrie laitière par les
micro-algues dans un photobioréacteur
(Etude des conditions opératoires)**

Présenté par :

Belli Norel houda

Bouaziz Aya

Sadaissouse Yousra

Dirigé par :

Dr Zamouche-Zerdazi Rania

Dr Abdelaziz Ouidad

Année universitaire

2020-2021

Session : juin

Sommaire

Liste des figures	1
Liste Des Tableaux.....	
Liste des abréviations.....	
Liste des abréviations et significations	
Introduction Générale.....	1
Chapitre 1 revue bibliographique	
1. Introduction.....	3
2. Les eaux usées.....	3
2.1 Définition des eaux usées	3
2.2 Les types des eaux usées	3
2.2.1 Les eaux usées domestiques.....	3
2.2.2 Les eaux usées industrielles	4
2.2.3 Les eaux pluviales et de ruissellement.....	5
2.2.4 Les eaux usées agricoles	5
2.3 Le circuit des eaux usées	6
2.4 Origine des eaux usées des industries du lait et produits transformés	6
2.5 Le traitement des eaux usées	7
2.5.1 Les prétraitements.....	7
2.5.2 Le traitement primaire.....	7
2.5.3 Le traitement secondaire	8
2.5.4 Le traitement tertiaire.....	8
2.5.5 Traitement des eaux de lavage de l'industrie laitière.....	8
2.6 Traitement des eaux usées par les micros algues	9
3. Les micro algues	10
3.1 Définition des microalgues.....	11
3.2 Diversité des microalgues.....	12
3.3 Diversité géographique.....	13
3.4 Structures et physiologies.....	13
3.5 Les différents types des micros algues	14
3.5.1 Diatomées (bacillariophycées).....	14
3.5.2 Les algues vertes (chlorophycées)	15

3.5.3 Les algues bleues ou les cyanobactéries (cyanophycées)	16
3.5.4 Les algues dorées (chrysophycées)	17
3.6 Utilisation des micros algues	17
3.7 Mode de nutrition des micros algues	18
3.8 La culture des micros algues	19
3.9 Les facteurs affectant la croissance des micros algues	20
3.10 Cultivation des micros algues	23
3.10.1. Les Photos bioréacteurs	23
3.10.2 Types de photo bioréacteurs	24

Chapitre 2 resultats et discussions

Partie 1

L'industrie laitière et les eaux de la lavage

1. Introduction	28
2. Le groupe SAFILAIT	28
2.1 Présentation de l'entreprise	28
2.2 Objectifs de l'entreprise	28
2.3 Présentation des produits	29
leben	30
Cherbet	30
Lebni	30
2.4 Les chaines de production des différents produits de l'industrie laitière dans l'entreprise de SAFILAIT	30
2.4.1 Fabrication de la crème fraiche	30
2.4.2 Fabrication du lait (à base de lait de vache)	33
2.4.3 Fabrication du lait (à base de poudre) [42]	34
2.4.4. Fabrication du fromage	35
2.4.5 Fabrication du leben	37
2.4.6 La production de cherbet	38
2.4.7 La production de Lebni (yaourt liquide)	39
2.5 Besoins en eau des industries	40
2.6 Les flux des eaux de rejets industriels	40
2.7. Le nettoyage	40
2.7.1 les systèmes de nettoyage	40
2.7.2 Procédé du nettoyage NEP dans l'industrie de SAFILAIT	41
2.7.3 Caractérisation des eaux de lavage des chaines de la production du lait	43

3. Conclusion.....	44
--------------------	----

Partie 2

caractérisations des eaux de lavage

1. Introduction.....	45
2. Appareillages et protocoles de dosage	45
3. Désignation des eaux de lavage	46
4. Tests préliminaires et caractérisation des eaux de lavages	47
4.1. Les paramètres globaux.....	47
4.2. Estimation de la charge organique biodégradable.....	48
4.2.1 Ensemencement des eaux de lavage	48
4.2.2. Dilution des eaux de lavage	49
4.2.3Ajustement du pH des eaux de lavage	49
4.3. Estimation de la charge organique totale.....	51
4.4 Estimation de la fraction azotée dans les eaux de lavages	52
4.5 Estimation de la fraction phosphorée dans les eaux de lavages	53
4.6 Estimation de matières volatiles et en suspensions	53
5. Sélection de l'eau de lavage pour les études de dégradation	53

Partie 3

préparatifs des Photosbioréacteurs

1. Introduction.....	55
2. Sources de micro algues utilisées dans les différentes études.....	55
2.1 Tentative de culture et d'isolement des espèces.....	56
2.2 Spiruline commerciale et revivifié	57
2.3. Chlorella commerciale et cultivée	59
3. Préparation des photos- bioréacteurs	60
3.1. Montage des photos bioréacteurs	60
3.2 Différentes combinaisons des conditions de culture dans les photos bioréacteurs	62
4. Sous-produits récupérés de la biomasse algale	64

Partie 4

suivie des photobioréacteurs et revalorisation des sous-produits

1 . Introduction.....	67
2. Résultats des expérimentations conduites en utilisant la Spiruline (SPICO et SPICR).....	67
2.1 Photo bioréacteurs R1, R2, R3	67
2.2 Les Photos bioréacteurs R7, R8, R9.....	68
2.3. Les Photos bioréacteurs R4, R5, R6.....	70

2.4. Les Photos bioréacteurs R10/ R11/ R12.....	72
2.5. Les Photos bioréacteurs R13, R14, R15	73
2.6. Les Photos bioréacteurs R16/ R 17 /R 18.....	75
3. Résultats des expérimentations conduites en utilisant Chlorella	76
3.1. Les Photos bioréacteurs R'1/ R'2 /R'3.....	76
3.2. Les Photos bioréacteurs R'4/ R'5 /R'6.....	77
3.3. Les Photos bioréacteurs R'7/ R'8 /R'9.....	79
3.4. Les Photos bioréacteurs R'10/ R'11 /R'12.....	80
3.5. Les Photos bioréacteurs R'13/ R'14 /R'15.....	81
4. Conclusions soulignées	83
Conclusion générale	84
References	

ملخص

يؤدي التصريف المستمر لمياه الغسيل التي تنتجها صناعة الألبان مباشرة إلى ظاهرة التخثث ، وإثراء موارد المياه بالنيتروجين و الفسفور مما يؤدي الى استنفاد الاكسجين و تدهور النظم البيئية. تهدف هذه الدراسة إلى تقليل التلوث الموجود في مياه غسيل صناعة الألبان في صافيلاي ، من خلال معالجتها بالطحالب الدقيقة في المفاعلات الحيوية الضوئية ، حيث قمنا بضبط وتنوع ظروف التشغيل المؤثرة في نمو الطحالب الدقيقة وانقاص التلوث. أثناء نموها ، تفرز الطحالب الدقيقة منتجات اصطناعية يمكن تجميعها واستخدامها في سلاسل الإنتاج ، وقد أبرزنا في هذه الدراسة إفراز البروتياز (إنزيم يحلل البروتينات والبيبتيدات) التي يمكن استخدامها في صناعة الألبان والعديد من القطاعات الصناعية الأخرى.

الكلمات المفتاحية: المفاعلات الحيوية الضوئية ، طحالب دقيقة ، مياه غسيل ، صناعة ألبان

Abstract

The continuous discharge of the washing waters produced by the dairy industry, causes in a direct way, the phenomenon of eutrophication, the water resources enrichment by nitrogen and phosphorus leads to the depletion of O₂ , which causes the ecosystems degradation.

This study aims to reduce the pollution contained in the dairy industry washing water of **SAFILAIT**, by treating them with microalgae in photo bioreactors, where we have controlled and varied the operating conditions influencing the growth of microalgae and the degradation of pollution.

During their growth, microalgae secrete synthetic products that can be valorized and used in the production chains, in this study we have highlighted the secretion of proteases (enzyme that hydrolyzes proteins and polypeptides) that can be used in the dairy industry and many other industrial sectors.

Keywords: Photo bioreactor, Micro algae, Wash water, Dairy industry

Résumé

La décharge continue des eaux de lavage produites par l'industrie de laiterie provoque d'une façon directe le phénomène d'eutrophisation, l'enrichissement des ressources d'eau par l'azote et le phosphore entraîne l'appauvrissement en O₂ ce qui provoque la dégradation des écosystèmes.

cette étude vise à diminuer la pollution contenue dans les eaux de lavage de l'industrie de laiterie **SAFILAIT**, en les traitant par les micro-algues dans des photobioreacteurs, là où nous avons contrôlé et varié les conditions opératoires ayant une influence sur la croissance des micro-algues et la dégradation de la pollution. Lors de leur croissance les micro-algues sécrètent des produits de synthèse qui peuvent être valorisés et utilisés dans les chaînes de production, dans cette étude nous avons mis en évidence la sécrétion des protéases (enzyme qui hydrolyse les protéines et les polypeptides) pouvant être utilisés dans l'industrie laitière et beaucoup d'autres secteurs industriels.

Mots clés : Photos bioréacteurs, Micro algue, Eaux de lavage, Industrie laitière