

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université de Ghardaia**



**Faculté des sciences de la nature et de Vie et Sciences de la Terre**

**Département de Biologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie

**Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Sciences de l'environnement

**Par:** BEN HEFFEF Fatima & BEN DEKKEN Chaia

**Thème**

**Traitement des effluents de la laiterie (lactosérum)  
par la technique d'infiltration-percolation sur filtre à  
sable (cas laiterie de Ghardaïa)**

Soutenu publiquement le : .../.../2022

Devant le jury composé de :

<b>M. MAHMA Hassen</b>	Maître Assistant B	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>M. AOUADI Abdelhafide</b>	Maître de conférences B	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>
<b>M.NEGAIS Hamza</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>

**Année universitaire: 2021/2022**

## Remerciements

**Nous commençons** tout ; abord par remercier **ALLAH**, le tout puissant, pour nous donner le courage, de l'énergie et de la force pour bien mener ce travail.

**Nous remercions** infiniment **Mr.AOUADIAbdelhafidh**, que Dieu le protège, c'est un honneur de vous avoir eu comme un encadrant de nos travail ! Nous remercions vivement pour toutes vos orientations judicieuses qui nous ont été de grande utilité ainsi que pour vos conseils précieux, qui à leur tour ont contribué à ; achèvement de notre travail.

**Nous tenons** également à remercier **Mr. MAHMA Hassen** D'avoir accepté de présider le jury.

**Nous remercions Mr. NEGAIS Hamza.** Qui nous a honorés pour examiner notre travail.

**Nos remerciements** vont également à toute l'équipe du laboratoire du sol à la Faculté des sciences naturelles et de la vie de l'Université de Ghardaïa.et un merci particulier à **'Bachir'** qui nous a aidés à travailler.

Tous mercis à notre famille et notre gratitude pour leurs encouragements obstinés à persévérer dans le travail, et pour leur soutien continu qui nous a permis de terminer ce mémoire.

**Nous tenons à remercier** aussi nos professeurs dès le début jusqu'à la fin de nos études. Aussi nos salutations, à nos collègues études de toutes les filières surtout l'écologiste.

**Enfin**, nous tenons à remercier ceux qui ont contribué à nous fournir quelques informations pour développer ce travail.

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma mère et mon père "Chahrazad" et "Mouhamed" pour leur amour et pour leur patience, conseils, aide et aussi de m'avoir encouragée pour la réalisation de ce travail, et pour leur soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie.*

*A mes très chères sœurs "zayneb" "Douaa" et "Nadjwa". Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de bonheur et de succès.*

*A mes très chères frères "Haytham" et "safwan". Que Dieu les gardes pour moi, sans oublier "Djawad", je lui souhaite santé et succès dans sa prochaine vie.*

*À ma copine "Rahma" avec qui j'ai partagé les meilleurs moments durant la réalisation de ce travail.*

*À "Mounaim", je vous remercie pour vos encouragements, votre soutien et votre aide tout au long de mon parcours universitaire.*

*Un grand merci à mon oncle "Mustapha" pour son soutien, que Dieu le protège*

*Un merci spécial à mes tantes et oncles et leurs filles*

*A l'âme du défunt "Afaf", que Dieu ait pitié d'elle*

*Et à mes amis. A tous les personnes qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travaille*

**Fatima**

# Dédicace

*Au nom de Dieu clément et miséricordieux, Au prophète de la paix, de la miséricorde et de  
.la lumière*

*J'ai un grand honneur de dédier ce modeste travail :*

*Aux deux les plus chères, mon très cher père la source de notre bonheur dans la vie et mon  
ombre durant tous les années des études qui a ma protégé et m'a aidé à avancés dans la vie  
et mon chère mère qui toujours source d'encouragement et de soutien et qui m'a aidée à  
dépasser beaucoup de difficultés. Que Dieu les protèges*

*.A mes très chers frères*

*.A mes très chères belles sœurs*

*A ma binôme « Fatima » la personne qui compte pour moi le plus , merci ma sœur pour  
tous les bons moments et les souvenir inoubliable qu'on a passé ensemble, que dieu te  
.garde pour moi*

*A mes chères amies(e): Asma et Djami La Et Douaa*

*A mon fiancé Ilyass que Dieu le protèges*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible Je vous  
.dis merci*

**Rahma**

## Résumé

Traitement des effluents de la laiterie (lactosérum) par la technique d'infiltration-percolation sur filtre à sable (cas laiterie de Ghardaïa)

Le but de notre travail est de filtrer le lactosérum à l'aide de filtre à sable pour réduire leur effet sur l'environnement. Les rejets liquides étudiés dans cette étude provenaient de la laiterie Alouani, qui produit du lait et des produits laitiers. A cet effet notre étude consiste à connaître les effets de quatre filtres (25, 50, 75 et 100 cm) sur les propriétés physiques et chimiques. A travers les résultats obtenus, nous avons trouvé que : Les meilleurs filtres selon le critère de durée de filtrage sont les filtres 1(25) et 2.(50). Il y a une amélioration progressive de la couleur du lactosérum à travers les filtres. Une légère augmentation du pH pour les filtres 1, 2 et 3, avec une augmentation significative pour le filtre 4, atteignant 6,07. Les différents filtres provoquent une légère augmentation de la partie minérale du lactosérum. Tandis qu'ils provoquent une réduction de la matière organique du lactosérum jusqu'à 40%. Enfin, à travers tout cela, notamment selon les critères de temps de filtration et de réduction de la matière organique, le filtre 2 (50 cm) est considéré comme le filtre idéal pour la filtration du lactosérum.

**Mots clés:** caractères physico-chimiques, filtres à sable, lactosérum, prétraitement.

## **Abstract**

The purpose of our work is to filter the whey using sand filters to reduce their effect on the environment. The liquid discharges studied in this study came from the Alouani dairy, which produces milk and dairy products. To this end, our study consists in knowing the effects of four filters (25, 50, 75 and 100 cm) on the physical and chemical properties. Through the results obtained, we found that: The best filters according to the filter duration criterion are filters 1(25) and 2.(50). There is a gradual improvement in whey color through the filters. A slight increase in pH for filters 1, 2 and 3, with a significant increase for filter 4, reaching 6.07. The different filters cause a slight increase in the mineral part of whey. While they cause a reduction of organic matter in whey by up to 40%. Finally, through all of this, especially according to the criteria of filtration time and reduction of organic matter, filter 2 (50 cm) is considered to be the ideal filter for whey filtration.

**Keywords:** physico-chemical characters, sand filters, whey, pre-treatment.

## ملخص

الغرض من عملنا هو تصفية مصل اللبن باستخدام المرشحات الرملية لتقليل تأثيرها. على البيئة. التصريفات السائلة التي تمت دراستها في هذه الدراسة جاءت من ملبنة علواني التي تنتج الحليب ومنتجات الألبان ، وتحقيقاً لهذه الغاية ، تتمثل دراستنا في معرفة تأثير أربعة مرشحات (25 ، 50 ، 75 ، 100 سم) على الخواص الفيزيائية والكيميائية. من خلال النتائج التي تم الحصول عليها ، وجدنا أن: أفضل المرشحات وفقاً لمعيار مدة الترشيح هي المرشحات 1 (25 سم رمل) و 2. (50 سم رمل) وان هناك تحسن تدريجي في لون مصل اللبن من خلال المرشحات مع تسجيل زيادة طفيفة في درجة الحموضة للفلاتر 1، 2 و 3 مع زيادة ملحوظة في الفلتر 4 لتصل إلى 6.07. تسبب الفلاتر المختلفة زيادة طفيفة في الجزء المعدني من مصل اللبن. بينما تسبب تقليل المواد العضوية في مصل اللبن بنسبة تصل إلى 40%. أخيراً ، من خلال كل هذا ، خاصةً وفقاً لمعايير وقت الترشيح وتقليل المادة العضوية ، يعتبر المرشح 2 (50 سم) هو المرشح المثالي لفلتر مصل اللبن.

**الكلمات المفتاحية:** الخصائص الفيزيائية والكيميائية ، المرشحات الرملية ، مصل اللبن ، المعالجة المسبقة.

## Liste des Tableaux

Tableau	Titres	Pages
<b>01</b>	Composition type (en g/l) de lactosérum acide et doux	<b>8</b>
<b>02</b>	Application des protéines de lactosérum	<b>14</b>
<b>03</b>	Activité biologique des protéines et des peptides du lactosérum	<b>15</b>
<b>04</b>	Variation de durée de filtration	<b>28</b>
<b>05</b>	Changement de couleurs	<b>29</b>
<b>06</b>	Propriétés physico-chimique de lactosérum avant et après la filtration	<b>30</b>

## Liste des figures

Figure	Titres	Pages
<b>01</b>	les produits de lai	<b>6</b>
<b>02</b>	Composition du lait	<b>11</b>
<b>03</b>	localisation du laiterie Alouani Saïd	<b>18</b>
<b>04</b>	Lactosérums	<b>18</b>
<b>05</b>	Composants des filtres	<b>20</b>
<b>06</b>	pH mètre de type Aawa AD130	<b>21</b>
<b>07</b>	Conductivimètre de type JENWAY 4520	<b>23</b>
<b>08</b>	Turbidimètre de type AL250T-IR	<b>24</b>
<b>09</b>	Oxymètre de type inoLabOxi 7310	<b>25</b>
<b>10</b>	Creusées	<b>26</b>
<b>11</b>	Etuve	<b>26</b>
<b>12</b>	Dessiccateur	<b>27</b>
<b>13</b>	Four a moufle	<b>27</b>
<b>14</b>	Couleurs de lactosérum après la filtration	<b>29</b>
<b>15</b>	pH de lactosérum avant et après la filtration	<b>30</b>
<b>16</b>	Conductivité électrique de lactosérum avant et après la filtration	<b>31</b>
<b>17</b>	Turbidité de lactosérum avant et après la filtration	<b>33</b>
<b>18</b>	L'oxygène dissous de lactosérum avant et après la filtration	<b>34</b>
<b>19</b>	Température de lactosérum avant et après la filtration	<b>35</b>

<b>Figure</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>20</b>	Matière sèche de lactosérum avant et après la filtration	<b>36</b>
<b>21</b>	Matière Organique de lactosérum avant et après la filtration	<b>37</b>
<b>22</b>	Matière minérales de lactosérum avant et après la filtration	<b>38</b>

# Table des matières

Dédicace

Dédicace

Remerciements

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

**Introduction**.....1

## Chapitre I: Synthèse bibliographique

1. Généralités sur l'industrie laiteries.....	3
1.1. Productions mondiales.....	3
1.2. Production nationale.....	3
1.3. Production dans la wilaya de Ghardaïa.....	3
2. Différents types des produits de l'industrie laiterie.....	4
2.1. Fromage.....	4
2.2. Beurre.....	4
2.3. Yaourt.....	5
3. Différents types des déchets liquides de l'industrie laiterie.....	7
3.1. Eaux Blanches.....	7
3.2. Eaux usées domestiques (verts et brunes).....	7
3.3. Lactosérums.....	7
.4 Caractéristiques des effluents des industries laiteries.....	9
4.1. Physico-chimique.....	9
4.1.1. Température.....	9

4.1.2.	pH (Potentiel Hydrogène).....	10
4.1.3.	Conductivité électrique.....	10
4.1.4.	Turbidité .....	10
4.1.5.	Oxygène dissous .....	10
4.2.	Organiques .....	11
4.2.1.	Protéines .....	11
4.2.2.	Lactose.....	11
4.2.3.	Lipides (la matière grasse) .....	11
4.2.4.	Minérales .....	11
5.	Effets des effluents Laiteries .....	12
5.1.	L`influence sur l`environnement.....	12
5.2.	L`influence sur la sante .....	12
5.3.	L`influences économiques .....	13
6.	Traitements des effluents laiteries .....	13
6.1.	Procédés physico-chimiques .....	13
6.2.	Procédés Biologique .....	13
6.2.1.	Procédés biologiques aérobies.....	13
6.2.2.	Procédés biologiques anaérobies .....	14
6.3.	Procédés combines.....	14
7.	Valorisation du lactosérum.....	14
7.1.	Utilisation en alimentation humaine .....	14
7.2.	Utilisation en alimentation animale .....	16
7.3.	Dans le domaine médical.....	16

## **Chapitre II : Matériels et méthodes**

1.	Présentation de laiterie ALOUANI (Ghardaia).....	17
2.	Echantillonnage.....	18
3.	Filtration .....	19
4.	Analyses physico-chimiques .....	20
4.1.	Température .....	20
4.2.	pH (Potentiel Hydrogène).....	20
4.2.1.	Principe.....	20
4.2.2.	Mode opératoire.....	20
4.3.	Conductivité électrique .....	21

4.3.1.	Principe.....	22
4.3.2.	Mode opératoire.....	22
4.4.	Turbidité.....	23
4.4.1.	Mesure .....	23
4.4.2.	Mode opératoire: .....	23
4.5.	Oxygène dissous .....	24
4.5.1.	Principe.....	24
4.5.2.	Mode opératoire.....	25
4.6.	Matière sèche .....	25
4.6.1.	Principe.....	25
4.6.2.	Mode opératoire.....	25
4.7.	Matière organique et minérale .....	26
5.	Analyse statistique.....	27

### **Chapitre III : Résultats et discussions**

1.	Durée de filtration de lactosérum .....	27
2.	Effet de filtration sur la couleur de lactosérum .....	29
3.	Effet de filtration sur les paramètres physicochimiques de lactosérum .....	30
3.1.	pH (potentiel Hydrogène ).....	30
3.2.	Conductivité électrique .....	31
3.3.	Turbidité .....	32
3.4.	L'oxygène dissous .....	33
3.5.	Température .....	34
3.6.	Matière sèche.....	35
3.7.	Matière Organique.....	35
3.8.	Matière minérale.....	36
	<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
	<b>Références bibliographies.....</b>	<b>40</b>

# INTRODUCTION

## **Introduction**

Le secteur laitier est en pleine expansion et croissance, répondant ainsi à l'augmentation notable en consommation des produits laitiers dans les pays du Maghreb. En effet, l'Algérie est le plus gros consommateur de lait et des produits laitiers au niveau maghrébin, avec une consommation annuelle moyenne d'environ 100 litres contre 45 litres au Maroc et 83 litres en Tunisie de ce fait la capacité de production industrielle de lait et produits laitiers a évolué depuis les premières années de l'indépendance en passant de 24 millions de litres en 1963 à 1,3 milliard de litres équivalent-lait en 1994. (Baghbagha et Babeker, 2012)

L'industrie laitière s'intéresse à la transformation du lait comme matière première, ses produits sont nombreux, telle que le yaourt, fromage, petit lait et d'autre. La fabrication du fromage engendre une grande quantité de lactosérum, ce dernier est un sous-produit de l'industrie laitière, il est devenu une source intéressante de composés actifs et de nutriments bénéfiques. Le lactosérum présentant des propriétés incomparables, tant sur le plan nutritionnel par sa teneur en lactose, protéines solubles, vitamines hydrosolubles, matières grasses et les éléments minéraux, que sur le plan technologique par sa richesse en bactéries lactiques (Benaissa, 2018).

La filière lait s'est développée ces dernières années dans la wilaya de Ghardaïa jusqu'à faire figure de référence, au regard de son essor remarquable. Cette dynamique a été favorisée par l'application des différents dispositifs et mesures incitatives de soutien, l'importation de génisses de races laitières, la modernisation du système d'élevage en équipant les étables de matériels techniques appropriés à la production laitière, l'autonomie alimentaire du bétail par l'encouragement de la production fourragère dans les grands périmètres agricoles au sud de la wilaya, riches en potentiel hydrique et favorable à l'agriculture irriguée sous pivot, ainsi que par la mise en place d'un système de collecte du lait cru (DSA Ghardaïa., 2016).

Etant donné l'évolution croissante en quantité des produits laitiers, on s'attend à une augmentation proportionnelle des quantités de déchets issus de l'activité laitière. Lorsqu'ils sont rejetés sans traitement, les effluents laitiers sont considérés comme particulièrement nocifs pour le milieu récepteur (Hamdani et *al.*, 2001).

Le présent travail s'intéresse à l'étude de traitement d'effluents laiteries (Lactosérum) issu de la laitière situé à Ghardaïa(laitière de Alouani) par la technique d'infiltration sur filtre à sable, pour diminuer leur matière organique afin de réduire son impact sur l'environnement. Pour cela, nous avons installé quatre filtres qui sont des tubes de PVC de 15 cm de diamètre contenant différentes quantités de sable 25, 50, 75 et 100 cm .

Afin de déterminer la qualité des filtres, nous mesurons les paramètres suivants avant et après le processus de filtration : la Température, le potentiel d'hydrogène (pH), la Conductivité, La turbidité, L'oxygène dissous, la matière sèche, la matière minérale et la matière organique.

Notre étude est présentée en 3 chapitres comme suit : Dans le premier chapitre, on a fait une synthèse bibliographique sur l'industrie laitière, les caractères et les méthodes de traitement des lactosérums. Le deuxième chapitre dans laquelle nous présentons le matériel et les méthodes utilisés. Dans le troisième chapitre les résultats et la discussion.

Est-ce-que la technique d'infiltration sur les différents filtres à sable a-t-elle un effet sur le lactosérum ?

*SYNTHÈSE*  
*BIBLIOGRAPHIQUE*

## **1. Généralités sur l'industrie laitières**

### **1.1. Productions mondiale**

La production laitière mondiale (toutes espèces confondues) est estimée à 780 millions de tonnes en 2013. Avec 1,5 %, la hausse de la production laitière mondiale demeure inférieure à la moyenne annuelle pour la période 2000-2012 qui s'élève à 2,3 % (CBL, 2013), taux bien supérieur à celui de la population mondiale (1,5 % par an). En 12 ans, la production laitière mondiale a augmenté de pas moins de 180 milliards de litres, soit de près d'un tiers. Quant aux rendements moyens laitiers, il coexiste de fortes disparités entre les continents. Ils sont très faibles en Inde (1 154 litres de lait produit par vache par an), en Chine et en Amérique du Sud, moyens dans l'UE (6 200 litres/vache/an) et très élevés aux USA (9 600 litres/an/vache) où le modèle de l'élevage intensif domine. En Afrique, le rendement laitier est considéré le plus faible au monde et qu'il est extrêmement difficile à améliorer (de 509 kg/vache/an en 2007 à 536 en 2011) compte tenu des systèmes d'élevage pratiqués dans la plupart des pays et du choix des politiques laitières appliquées au secteur d'élevage (FAO., 2013).

### **1.2. Production nationale**

Evolution de la production laitière en Algérie a connu une progression remarquable entre 2005 et 2015 passant de 2.744.653.000 L à 3.722.557.000 L en 2015, soit une croissance de 37%, cette progression est due principalement à l'importation des vaches laitières et à l'évolution notable de la structure des élevages bien conduits, représentant plus de 10.000 exploitations moyennant 12VL. La production de lait collectée a connu une forte augmentation entre l'année 2010 et l'année 2015, en passant de 414.610.000 litres, soit 15% de la production laitière totale à 929.560.000 L en 2015, soit une croissance de 10% par rapport à 2010 (Samah, 2018).

### **1.3. Production dans la wilaya de Ghardaïa**

Malgré les aléas climatiques, l'élevage laitier occupe une place prépondérante dans la structure sociale et l'économie locale des habitants de la wilaya de Ghardaïa où l'élevage traditionnel était déjà l'une des principales activités de la population avec un nomadisme très répandu, avant que des investisseurs de la région de Guerrara se lancent dans l'agropastoral et créent une première mini-laiterie en 1998, selon les informations recueillies auprès des services vétérinaires de la wilaya. Après le succès indiscutable

réalisé par cette mini-laiterie dans la région de Guerrara, devenue ensuite le bassin laitier de la wilaya, sept autres laiteries ont été créées depuis et la production de lait cru y est passée de 2 535 312 litres de lait naturel cru en 2000 à plus de 8 634 762 de litres en 2011, pour atteindre les 10 718 523 litres en 2015, soit une augmentation de plus de 500%, a-t-on fait savoir(DSA de Ghardaïa.,2016).

## **2. Différents types des produits de l'industrie laiterie**

Les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la structure des importations algériennes de 13 à 14% (Kacimi, 2013), parmi ses produits : fromage, beurre et yaourt.

### **2.1. Fromage**

Il existe une très vaste gamme de variétés de fromages et de nombreuses différences subtiles dans les méthodes de transformation. En général, le procédé implique les séquences suivantes : production d'un coagulat (dû à l'action de la présure et/ou de l'acide lactique), séparation des caillés produits et du petit-lait, manipulation des caillés pour conférer au fromage les caractéristiques désirées. La fabrication traditionnelle du fromage est un procédé manuel ; les procédés modernes de leur côté sont hautement mécanisés. Les cultures de démarrage sont ajoutées au lait pour produire de l'acide lactique et l'on se sert ensuite de présure pour coaguler les protéines du lait. On sépare les caillés et le petit-lait, lave les caillés et on les découpe en cubes. La texturisation du fromage implique de compresser et étirer les caillés, opérations qui peuvent se dérouler dans des systèmes à tour. Les blocs de caillé sont moulus, on leur ajoute du sel, puis on les presse. On enveloppe le fromage ainsi pressé pour le protéger contre la perte d'humidité et la croissance de moisissures pendant le stockage. Le fromage mûrit pour développer sa saveur et sa texture, dans des dépôts contrôlés en température et humidité, et subit un retournement régulier de ses surfaces (Commeression européenne, 2006).

### **2.2. Beurre**

Le beurre est produit à partir de crème séparée par centrifugation du lait pasteurisé. La crème contient environ 35 à 40 % de matière grasse du lait. Le procédé est d'une manière fondamentale un procédé mécanique dans lequel la crème, une émulsion d'huile dans l'eau, est transformée en beurre, On y parvient par un procédé de barattage en charges successives ou continu. La crème est rapidement refroidie et maintenue à cette température pour une période fixée dans un procédé dénommé vieillissement. La crème est ensuite

soumise au barattage et à un travail. Le barattage agite la crème pour décomposer en partie l'huile dans l'émulsion d'eau, jusqu'à ce que les globules de matière grasse se lient pour former des grains de beurre. La phase liquide appelée babeurre est retirée et les grains de beurre sont lavés dans l'eau. On peut ajouter du sel avant que la période de travail du procédé commence. Ce travail implique une agitation lente des grains les soumettant à une action de pétrissage et pliage. Le beurre est ensuite conditionné et stocké ; il s'agit généralement d'un stockage au froid vif ou à un froid de congélation. Un certain nombre de techniques sont disponibles, telles que les méthodes dans lesquelles la crème est soumise à un barattage à grande vitesse et à un travail continu (CommerSSION européenne, 2006).

### 2.3. Yaourt

Le yaourt est un produit laitier fermenté qui diffère du fromage en ce qu'on ne lui ajoute pas de présure et que l'épaississement résulte d'une acidification opérée par des bactéries génératrices d'acide lactique. Les principaux ingrédients du yaourt comprennent le lait, les poudres de lait ou le lait concentré ou ultrafiltré, et des agents stabilisants tels que les amidons modifiés. La plupart des yaourts produits sont fabriqués en vrac avant de leur ajouter des fruits et/ou des saveurs. Les principales séquences dans la fabrication du yaourt sont les suivantes : on commence par hausser la teneur en solides gras et non gras du lait en ajoutant des poudres de lait. Des agents stabilisants peuvent être ajoutés à ce stade. Le lait est ensuite homogénéisé à une température avoisinant les 55 °C puis thermo-traité à 80 – 90 °C pendant 30 minutes dans un procédé à charges successives, ou entre 90 et 95 °C pendant 5 minutes dans un procédé continu. Le lait thermo-traité est ensuite ramené à 40 – 43 °C puisensemencé avec deux organismes de démarrage, *Streptococcus salivarius* sous-espèce *thermophilus*, et *Lactobacillus delbrueckii* sous espèce *bulgaricus*. La fermentation prend environ 4 heures. À la fin du procédé, le produit est ramené à 15 – 20 °C à l'aide soit de serpentins refroidissant le réservoir, soit plus communément d'échangeurs thermiques tubulaires ou à plaques. Les fruits et saveurs sont incorporés au yaourt ensuite mis à refroidir jusqu'à moins de +5 °C, puis a lieu le Conditionnement en pots prêts pour le stockage et la distribution (CommerSSION européenne, 2006).

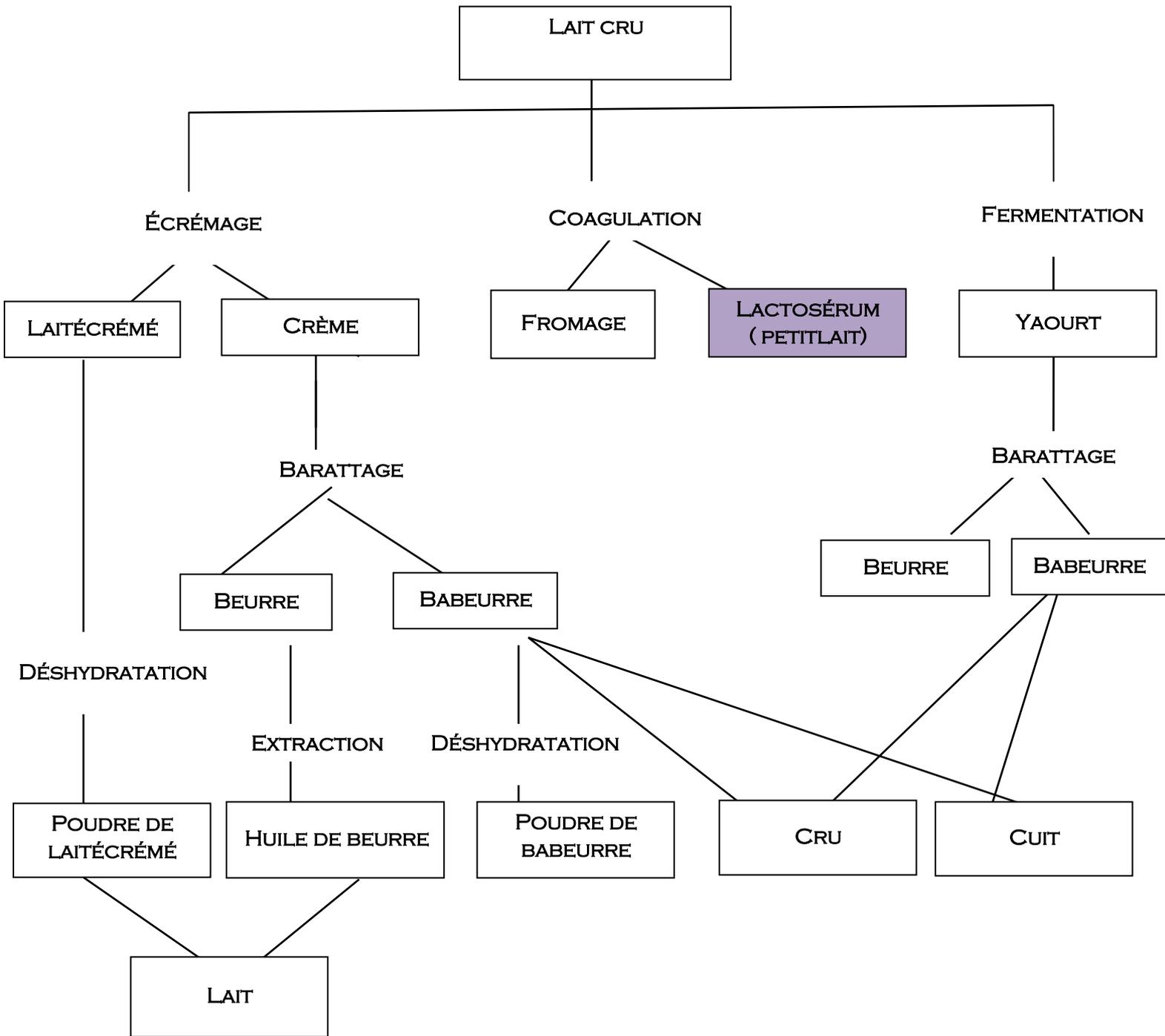


Figure 1: Produits de lait

### 3. Différents types des déchets liquides de l'industrie laiterie

Les eaux usées du secteur de l'industrie laitière sont considérées comme très nuisibles pour le milieu récepteur quand elles sont déversées sans traitement préalable (Hamdani et al., 2001). Généralement les problèmes environnementaux de l'industrie laitière se situent au niveau de l'eau car elle rejette de gros volumes d'eaux résiduaire à pH variable et très riches en matière organique et bactériologique (Moletta et Torrijos, 1999), on distingue trois types des effluents liquide de l'industrie laiteries :eaux blanches, eaux usée domestique (verts brunes) et lactosérums.

#### 3.1. Eaux Blanches

Elles proviennent du nettoyage des différents équipements laitiers. L'origine c'est du lavage des équipements relatifs à la collecte du lait (machine, cuve de réfrigération du lait), soit du lavage du matériel et des locaux. Le volume des résidus de lait présent dans les canalisations des installations avant le nettoyage de ces dernières (Soraya, 2005).

#### 3.2. Eaux usées domestiques (verts et brunes)

- ✓ Eaux Vertes : sont les effluents issus du lavage du sol et des murs de la salle de traite.
- ✓ Eaux Brunes: Elles proviennent du ruissellement des déjections (urine, fèces) diluées par les eaux pluviales (Soraya, 2005).

#### 3.3. Lactosérums

##### 3.3.1. Définition

Le lactosérum est un sous-produit dérivé principalement de la fabrication du fromage, est un liquide jaune, composé d'environ 94% d'eau sucrée (lactose), de protéines et de très peu de matières grasses(Samah,2018).C'est un produit intéressant par ses teneurs en protéines riches en acides aminés indispensables (lysine et tryptophane), en lactose et par la présence de nombreuses vitamines du groupe B comme la thiamine et la riboflavin (Veisseyre, 1975). L'industrie laitière produit de très grandes quantités de lactosérum chaque année on obtient en effet environ 9 litres de lactosérum et 1 kg de fromage à partir de 10 litre de lait (Samah, 2018).

### 3.3.2. Différent Types de lactosérum

On distingue deux types de lactosérum : celui résultant de la coagulation des laits non acides, par la présure, et qu'on appelle " lactosérum doux" et celui résultant, de la fabrication des fromages à pâtes fraîches, à pâtes molles ou de la caséine lactique appelle " lactosérum acide (De la Fuente., 2002 ; Lairini *et al.*, 2014).

#### 3.3.2.1. Lactosérum acide

Le Lactosérum acide est obtenu après la coagulation du lait par précipitation des caséines à leur pH iso électrique de 4,6 par ajout d'acide fort ou d'acide lactique (Violleau, 1999).

Il est également plus pollinisé par des spores lactiques et moins sujet à la fermentation que le lactosérum doux. Le lactosérum acide provient de la fabrication de pâtes fraîches et de pâtes molles, et le pH varie entre 3,8 et 4,6 (Moletta, 2002).Le lactosérum acide provient de la fabrication de pâtes fraîches et de pâtes molles, et le pH varie entre 3,8 et 4,6

#### 3.3.2.2. Lactosérum doux

Le lactosérum doux est obtenu après coagulation de la caséine sous l'influence de la présure sans acidification préalable, ce qui donne un lactosérum doux, pauvre en sels minéraux et riche en lactose et protéines. En plus des protéines laitières solubles, ce type de lactosérum contient de la glycoprotéine issue de l'hydrolyse de la kappa-caséine par la présure (Sottiez, 1990). Le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite ou non cuite, son pH varie de 5 à 6,3 (Morr *et al.*, 1993).

#### 3.3.2.3. Composition de lactosérum

Qu'il soit doux ou acide, le lactosérum est constitué principalement de lactose, de protéines solubles et d'ions minéraux. En fonction des différents paramètres de production utilisés dans les industries laitières, la teneur en caséines résiduelles, en matières grasses et en certains ions minéraux peut varier (Bardyet *al.*,2016). La composition des différents lactosérums est décrite dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 01:** Composition type (en g/l) de lactosérum acide et doux

Lactosérum (g/L)	Doux	Acide
<b>Extrait Sec Total</b>	66	63
<b>Protéines</b>	6,6	6,1
<b>Lactose</b>	52	44
<b>Lipides</b>	0,2	0,3
<b>Minéraux</b>	5	7,5
<b>Calcium</b>	0,5	1,6
<b>Phosphore</b>	1	2
<b>Sodium</b>	0, 53	0,51
<b>Zinc</b>	0,3	2,3
<b>Ph</b>	6	4,6

## 4. Caractéristiques des effluents des industries laitières

### 4.1. Physico-chimique

Les effluents de laiteries ont les caractéristiques suivantes :

#### 4.1.1. Température

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physiques, chimiques et biologiques régies par ses propriétés thermodynamiques et cinétiques. Par exemple, la concentration de saturation en oxygène dissous, le pH, la conductivité ... sont dépendent de la température (Olivier, 1995)

La température de l'eau est une mesure de confort pour les usagers. Il permet également de corriger des paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment) (Resjeck, 2002).

### **4.1.2. pH (Potentiel Hydrogène)**

Le pH mesure la concentration en ions H<sup>+</sup> de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie (Olivier, 1995).

### **4.1.3. Conductivité électrique**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Urinos, 2005).

La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente (Rodier, 1984).

### **4.1.4. Turbidité**

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Cependant une turbidité forte peut permettre à des microorganismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre (Bontoux, 1993).

### **4.1.5. Oxygène dissous**

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau, car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques, dans le domaine de l'épuration, il est indispensable pour la dégradation biologique des matières polluantes qui se fait principalement en aérobiose, la solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs dont la température, la pression et la force ionique du milieu, la solubilité relativement faible de l'oxygène dans l'eau dépend de la température (5 mg/l à 0°C et 7 mg/l à 35°C)(Resjeck,2002).

## 4.2. Organiques

### 4.2.1. Protéines

Deux grandes familles de protéines entrent dans la composition du lactosérum à savoir, la première famille est constituée de caséines qui représentent environ 80% des protéines totales du lait et la seconde est composée des protéines solubles constituées essentiellement de  $\beta$  lactoglobuline ( $\beta$ - LG) ,  $\alpha$  lactalbumine ( $\alpha$ -LA) , l'albumine sérique bovine (BSA), les immunoglobulines (Ig) et les protéases peptones (Cheftel et Lorient., 1982).

### 4.2.2. Lactose

Le lactose est le principal constituant de l'extrait sec du lactosérum. En outre, le lactosérum doux est plus riche en lactose par rapport au lactosérum acide, en effet, dans ce dernier une partie du lactose à été transformée en acide lactique (Sottiez, 1990).

### 4.2.3. Lipides (la matière grasse)

Elle varie en fonction des conditions d'élevage. C'est le constituant le plus variable du lait, constituée d'un mélange de lipides simples (98,5 %) qui se trouvent en suspension dans le lait sous forme de minuscules gouttelettes (globules gras) et forment une émulsion. La concentration en lipides varie de 10 à 500 g/l suivant les espèces (Benslama, 2015).

### 4.2.4. Minérales

Les matières salines de l'extrait sec du lactosérum sont constituées de plus de 50 % de chlorures de sodium et de potassium et le reste de différents minéraux tels que le calcium, le magnésium et le phosphore est présent en solution et aussi en partie lié aux protéines. Le zinc est présent dans traces. (Macwan, Dabhi et *al.*, 2016). En outre, selon certaines pratiques fromagères, il y'a ajout de sel de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) (Vrignaud, 1983).

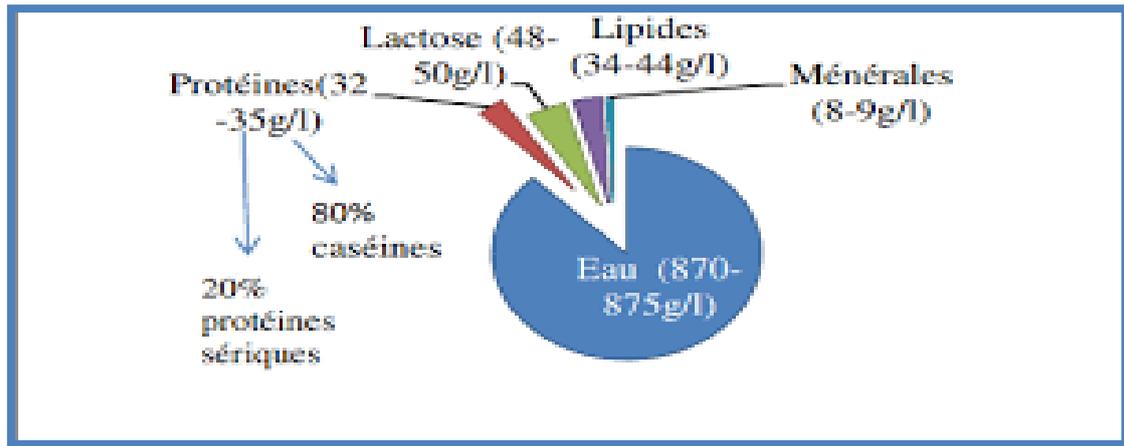


Figure 2: Composition du lait (Lortal et Boudier, 2011)

## 5. Effets des effluents Laiteries

### 5.1. L`influence sur l`environnement

L`élimination in considérée des déchets a pour conséquence la contamination de l`air, de l`eau et du sol. Les déchets organiques et d`origine animale qui ne sont pas éliminés de façon judicieuse peuvent polluer les cours d`eau résultant dans la contamination de l`eau potable, la prolifération algale et causant des dégâts à la flore et à la vie animale (Partricien Wilden., 2008).

### 5.2. L`influence sur la sante

Les conditions écologiques qui se détériorent sont une des causes principales des problèmes de santé et de mauvaise qualité de vie des gens. Les déchets organiques jetés par terre et laissés à pourrir dans les rues sont une sérieuse menace à la santé car ils attirent les rats et autres porteurs de maladies. Des cours d`eau pollués rendent les communautés vulnérables aux maladies hydriques. La contamination des sols peut réduire leur viabilité pour les besoins de la production alimentaire. Les substances toxiques rejetées dans l`atmosphère contribuent à la pollution de l`air et à l`incidence accrue des maladies respiratoires chez les gens, en particulier dans les zones urbaines. De plus, les objets tels que le verre peuvent présenter un danger à la sécurité tout autant des gens que des animaux (Partricien Wilden., 2008).

### **5.3. L`influences économiques**

De mauvaises conditions écologiques peuvent affecter l`économie de plusieurs façons, y compris une diminution de la production alimentaire, une mauvaise santé humaine et animale et la réduction du potentiel touristique. L`utilisation incompétente des ressources affecte l`efficacité économique et la capacité de produire les denrées alimentaires et de consommation courante nécessaires aux besoins des populations croissantes (Partricien Wilden., 2008).

## **6. Traitements des effluents laitiers**

### **6.1. Procédés physico-chimiques**

Les eaux usées du secteur laitier sont principalement constituées de matières organiques carbonées solubles (hautes concentrations de lactose, acides aminés, petits peptides...). Par conséquent, le traitement de ce type d`eaux usées est axé sur l`élimination du carbone.

Les techniques de gestion de la pollution biologique sont largement utilisées dans le traitement des eaux usées de l`industrie laitière en raison de leur biodégradabilité exceptionnelle. Les processus physiques et chimiques utilisés dans le traitement complet des eaux usées laitières ne fournissent qu`une purification moyenne car ils éliminent essentiellement les débris en suspension tout en laissant derrière eux des produits chimiques solubles (Michel et *al.*, 1999).

Selon Michel et *al.* (1999), les traitements physico-chimiques ne sont pas suffisants pour atteindre les seuils de rejet fixés par la réglementation. Par conséquent, ils sont principalement utilisés comme prétraitements, suivis d`un traitement biologique aérobie ou anaérobie.

### **6.2. Procédés Biologique**

Les traitements biologiques de purification comprennent à la fois des processus aérobies et anaérobies (Aouadi, 2020)

#### **6.2.1. Procédés biologiques aérobies**

Les procédés biologiques aérobies consistent en une élimination des matières organiques biodégradables dans des conditions aérobies. Efficaces pour réduire la DCO et

la DBO, les procédés aérobies sont les plus répandus sur les sites de transformation laitière. Il s'agit de procédés maîtrisés et rentables.

Comme le soulignent les études menées par les agences de l'eau (AELB, 2010 ; AESN, 2003), les traitements les plus couramment rencontrés sont le procédé à boues activées et le lagunage aéré.

### **6.2.2. Procédés biologiques anaérobies**

Les procédés biologiques anaérobies correspondent à la transformation d'une partie de la matière organique biodégradable en biogaz (méthane et dioxyde de carbone). Ces techniques, moins efficaces que les procédés aérobies pour extraire la matière organique des eaux usées, ont l'avantage de produire une moindre quantité de boues et de fournir une source de biogaz valorisable énergétiquement, d'après Rodríguez (2005). Les effluents peuvent également être traités dans un bassin d'anoxie. La matière organique est alors biodégradée en absence total d'oxygène, Cette technique permet notamment d'éliminer.

### **6.3. Procédés combinés**

Une technique améliorée pour le traitement de lactosérum a été pratiquée basée sur les actions combinées de l'oxydation catalytique et des biotechnologies microbiennes (Mario et *al.*, 2004). Dans l'action combinée, l'activité de minéralisation d'un consortium microbien sélectionné a été utilisée pour dégrader les composés organiques volatils et non volatils résiduels en CO<sub>2</sub> et en biomasse. Le traitement biologique permet non seulement d'atteindre une dégradation supplémentaire de la DCO (jusqu'à 90 pour cent), mais a également le potentiel d'éliminer la phytotoxicité. Une usine de boues activées à grande échelle est en service en Italie depuis 1979 pour le traitement combiné des effluents des moulins à huile et des eaux usées domestiques (Zeev, 2009)

## **7. Valorisation du lactosérum**

La valorisation du lactosérum en alimentation humaine, en industrie chimique et pharmaceutique est rendu possible grâce aux craquages pour obtenir, par fractionnement, des composées protéiques et glucidique (Moletta, 2002; Taddei et *al.*, 1986).

### **7.1. Utilisation en alimentation humaine**

Les protéines, en particulier les albumines présentent un intérêt par leur propriétés fonctionnelles solubilité sur une large gamme de pH, pouvoir moussant ou texturant,

capacité de rétention d'eau, aptitude à la gélification. En plus, de leur haute valeur nutritionnelle liée en particulier à la présence de protéines riche en acides aminés essentiels dont la lysine et le tryptophane (Morr et Ha, 1993).

Les propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des protéines du lactosérum ont rendu son utilisation possible dans de nombreux domaines de l'industrie agroalimentaire, en particulier en tant que texturant, foisonnant ou ingrédient nutritionnel (Damodaran, 1997; Moletta, 2002).

**Tableau 1:** Application des protéines de lactosérum (Linden et Lorient, 1994).

Produits	Fonctions
Produits de boulangerie-biscuiterie	Apport protéique, rétention d'eau, gélifiant, texture (interaction avec gluten)
Pâtes alimentaires	Apport protéique, texture
Pâtisserie (meringue, génoise)	Emulsifiant, moussant, rétention d'eau, gélifiant
Confiserie (caramel, nougats ...)= Chocolat au lait	Emulsifiant, arôme, texture, dispersibilité
Potages, sauces	Epaississant (interaction avec amidon), émulsifiant
Plats cuisines	Epaississant, émulsifiant, rétention d'eau
Farines lactées	Apport protéique, solubilité
Boissons lactées ou fruitées	Soluble à chaud ou / et pH acide Epaississant
Aliments diététiques et infantiles (alimentation entérale)	Apport protéique, solubilité, épaississant
Fromages naturels et fondus	Emulsifiant, épaississant, gélifiant
« imitation cheese, dip », pâtes à tartiner, coffee whitener, crèmes glacées	Emulsifiant, épaississant
Crèmes desserts, flans, yaourts	Emulsifiant, épaississant, gélifiant

Produits carnés (saucisse, pâtes, hamburgers)	Emulsifiant, épaississant, liant, gélifiant, rétention d'eau et de matières grasses
---	---

## 7.2. Utilisation en alimentation animale

Les poudres de lactosérum sont utilisées dans les aliments d'allaitement pour veaux. Elles sont également employées, même que les concentrés liquides, en mélange avec d'autres aliments (hachis de paille, farine,..) pour animaux d'élevage (bovins, porcins, volailles) (Rollema et *al.*, 1989).

## 7.3. Dans le domaine médical

Les différents types de protéine ou peptide se trouvant dans le lactosérum peuvent être utiles lorsqu'on les applique dans l'alimentation humaine. Ils ont un effet bénéfique sur la santé. Comportant les protéines du lactosérum et leurs rôles (Berry, 2000).

**Tableau 03:** Activité biologique des protéines et des peptides du lactosérum (Berry, 2000).

Protéine	Activité probable
Protéine du lactosérum brut	Anti-cancérogène Stimule le système immunitaire Prolonge la durée de vie Réduire le cholestérol
Beta lactoglobuline Beta lactorphine Alpha lactalbumine Alpha lactorphine	Facilite la digestion Augmente le contrôle de la douleur Anti-cancérogène Augmente le contrôle de la douleur
Lactoferrine	Antimicrobien (antiviral/anti-B) Contrôle le transport du fer. Stimule le système immunitaire. Anti-inflammatoire Favorise la croissance cellulaire. Anti-cancérogène. Antimicrobien
Immunoglobuline	Immunité passive
Lactoperoxydase	Antibactérien

Sérum-albumine séroorphine	Augmente le contrôle de la douleur
Glucomacropéptide	Facilite la digestion

***MATÉRIEL***

***ET***

***MÉTHODES***

## **Matériel et méthodes**

L'industrie laitière est la principale source de transformation des aliments, qui consomme l'une des plus grandes quantités d'eau utilisée à chaque étape de l'industrie laitière. Par conséquent, la quantité d'eaux usées rejetées par l'industrie laitière a également augmenté. Pour cette raison, le traitement des déchets laitiers devient très important avant leur élimination. Il est donc nécessaire de savoir comment les processus se déroulent dans l'industrie laitière (Abdel, 2022) et l'objectif de notre travail est de traiter le lactosérum à l'aide de filtre à sable et de connaître leur effet sur les propriétés physiques et chimiques.

### **1. Présentation de laiterie ALOUANI (Ghardaïa)**

La laiterie Alouani Saïd situés au niveau de Ghardaïa, qui crée à 2003, Elle produit presque 120000 litre par jour de ses produits, La période de production s'étale sur 12 mois par an et varie substantiellement selon les saisons et la situation économique globale.

Parmi ses produits: Lait composé, Lait entier de vache, Lait demi-beurré de vache en sachet et lait de vache en conserve en dosettes, Lait de chèvre en sachets et flacons, Lait nature Rayeb dosettes et Yaourt nature au lait de vache Sachets, Crème naturelle, Fromage naturel pour enrobage, Camembert Vache et chèvres, Beurre de vache et peinture naturelle chèvres vaches et sachets et bouteilles de sorbet.

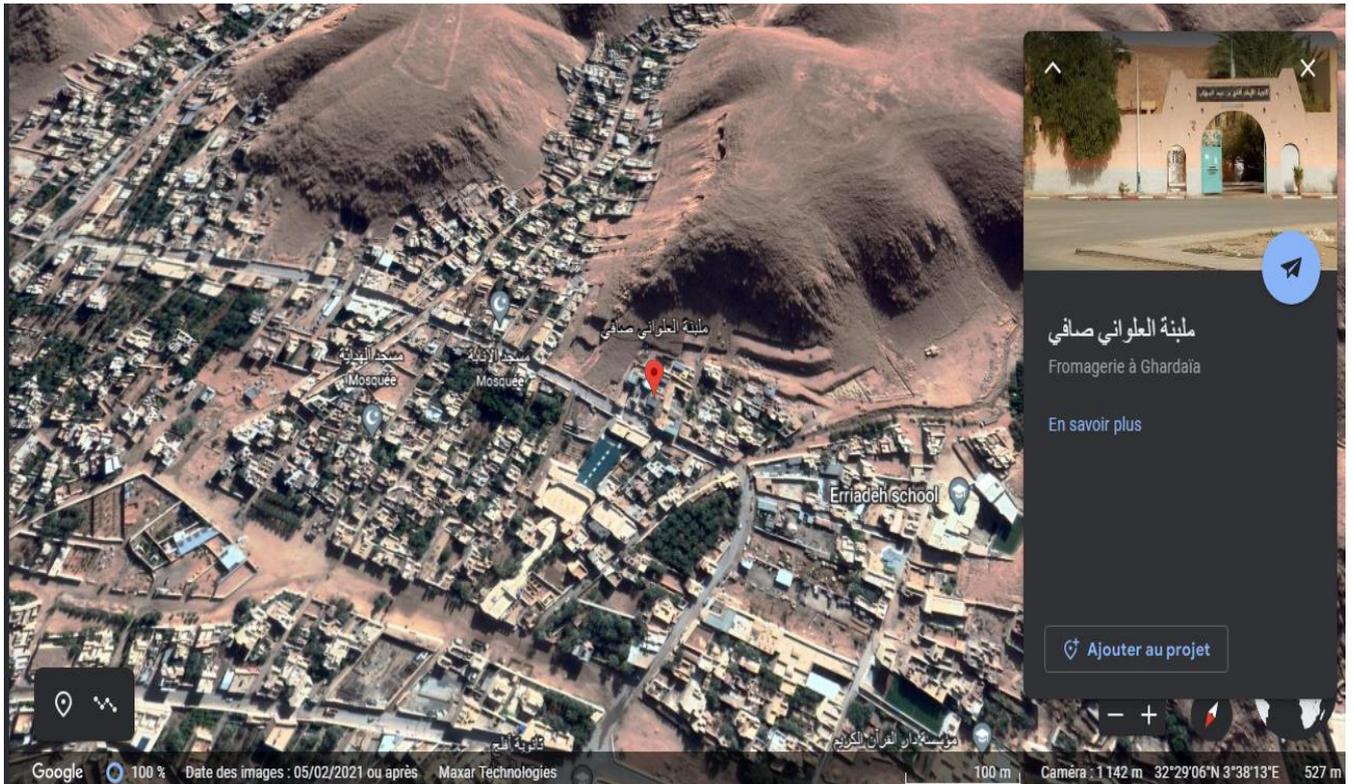


Figure3: localisation du laiterie Alouani Saïd

## 2. Echantillonnage

Des échantillons de lactosérum sont prélevés au niveau d'une laiterie (Alouani) de la région de Belghanem ( $32^{\circ} 29' 06''$  N  $3^{\circ} 38' 13''$  E) dans la wilaya de Ghardaïa. Les échantillons sont introduits dans des bidons (20 L) en polypropylène fumées et, une fois au laboratoire, ils sont stockés à l'obscurité, dans un environnement non oxygéné et à  $4^{\circ}\text{C}$ .



Figure 3: Lactosérums

### 3. Filtration

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange (solide-liquide) à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat). Dans cette étude, les filtres sont quatre tubes en PVC d'un diamètre de 15 cm contenant chacun du sable et du gravier (figure 03) comme suit :

- **Filtre 01:** 10 cm gravier + 100 cm de sable + 10 cm gravier.
- **Filtre 02:** 10 cm gravier + 75 cm sable + 10 cm gravier.
- **Filtre 03:** 10 cm gravier + 50 cm sable + 10 cm gravier
- **Filtre 04:** 10 cm gravier + 25 cm sable + 10 cm gravier.

Le processus de filtration est effectué par le placement de 2 litres dans chaque tube, et nous calculons la durée de descente la première et de la dernière goutte à travers de chaque filtre.

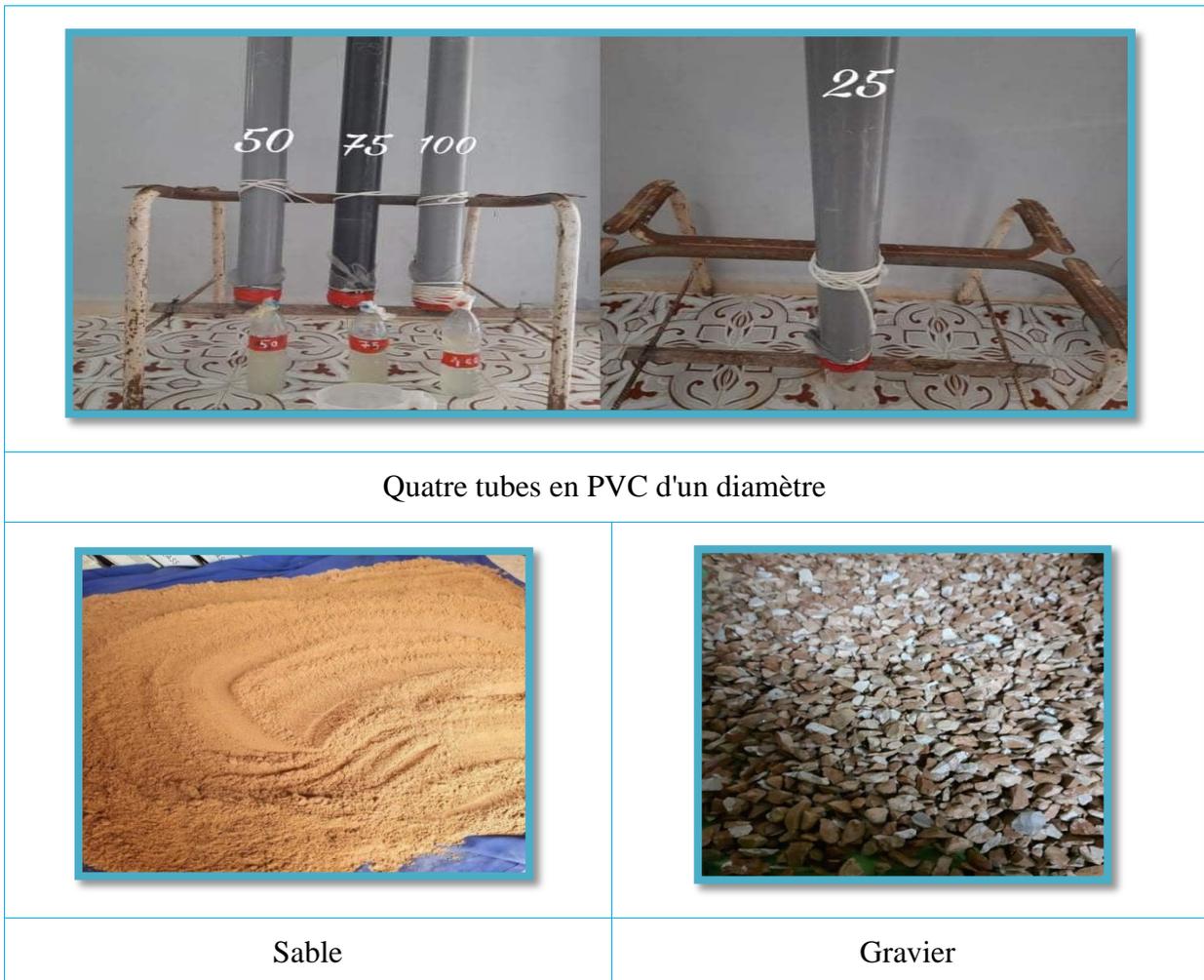


Figure 4: Composants des filtres

## **4. Analyses physico-chimiques**

### **4.1. Température**

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trempée soigneusement dans la prise d'essai. La lecture est faite après stabilisation du thermomètre (Saadi et Lahmar, 2018).

### **4.2. pH (Potentiel Hydrogène)**

Le pH (potentiel hydrogène) est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Le pH donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium ( $H^+$ ) ou d'ions hydroxyde ( $OH^-$ ) contenus dans la substance. Quand les quantités de ces deux ions sont égales, l'eau (ou la substance) est considérée comme neutre, et le pH a une valeur aux alentours de 7. Le pH d'une substance varie entre (1 et 14) Au-dessus de 7 la substance est considérée comme basique et la quantité d'ions  $OH^-$  est supérieure à celle d'ions  $H^+$  Au-dessous de 7, la substance est acide les ions  $H^+$  sont en quantités supérieures. La valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations de traitement de l'eau (C. R., 2007).

Le pH de lactosérum est une indication de leur taux d'acidité. Il a été déterminé par un pH-mètre modèle Aawa AD130.

#### **4.2.1. Principe**

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. Le pH-mètre est un voltmètre un peu particulier qui se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure (C. R., 2007).

#### **4.2.2. Mode opératoire**

- Vérifier les diverses connexions: secteur, électrodes, etc.
- Dégager l'électrode de son support.
- Oter le chapeau protecteur de l'électrode double, le déposer en lieu sûr.
- Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec l'eau distillée.
- Essuyer l'extrémité de l'électrode.

- Replacer l'électrode sur son support.
- Rincer le vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec l'eau distillée puis Avec l'échantillon.
- Remplir le vase de mesure avec l'échantillon.
- Immerger l'électrode avec précaution habituelles et agiter.
- Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée(Saadi etLahmar., 2018).

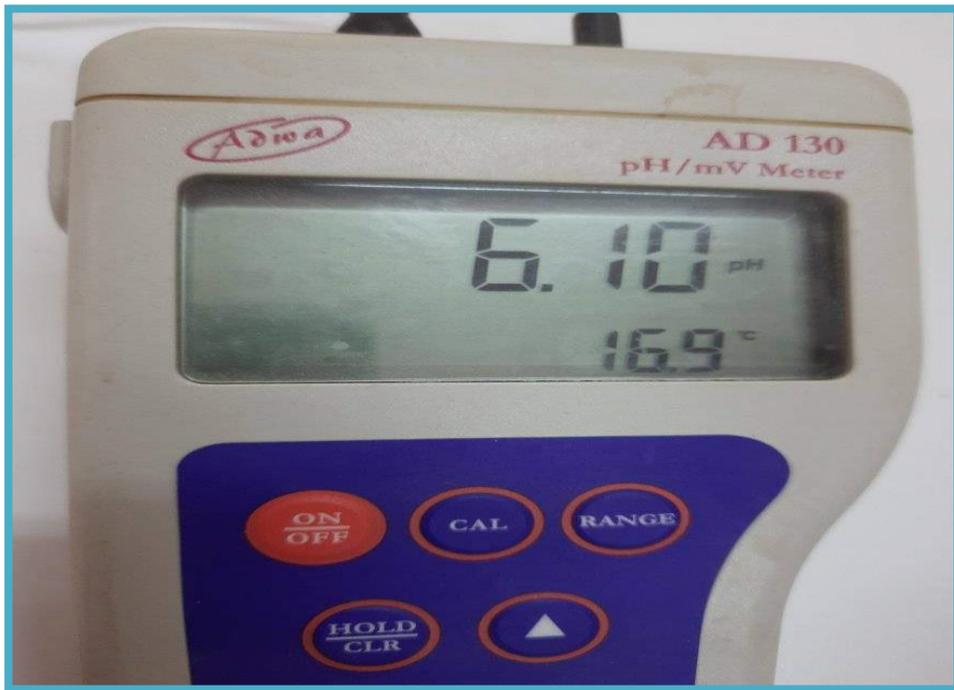


Figure6: pH mètrede type Aawa AD130

### 4.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau ( $\gamma$ ) est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique ( $\rho$ ).

$$\gamma = 1/\rho = (1/R). (L/S)$$

- $\gamma$  : conductivité (en  $\Omega^{-1}.m^{-1}$  ou S. m<sup>-1</sup>).
- $\rho$ : résistivité (en  $\Omega. m$ ).
- R : résistance (en  $\Omega$ ).
- L : distance entre les deux électrodes (en m).
- S : surface de chaque électrode (en m<sup>2</sup>) (Rodier et *al.*, 2009).

### **1.1.1. Principe**

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. A cet effet on utilise un conductivimètre qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. La conductivité est fonction de la température. Toute mesure de conductivité doit donc se faire à température connue et stabilisée. En général les résultats sont mesurés à 20°C (Saadi et Lahmar., 2018)

### **1.1.2. Mode opératoire**

- ✚ L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour prolonger la sonde de conductivité.
- ✚ Vérifier les connexions cellule/ conductivimètre;
- ✚ Rincer et essuyer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement.
- ✚ Immerger la cellule dans l'eau
- ✚ Agiter la sonde légèrement.
- ✚ Lire le résultat.
- ✚ La mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.
- ✚ Après chaque série de mesure, rincer l'électrode à l'eau déminéralisation (Saadi etLahmar., 2018).



**Figure 5:** Conductivimètre de type JENWAY 4520.

## **1.2. Turbidité**

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES), comme les argiles, les limons et les micro-organismes. Une faible turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (Rodier et *al.*, 2009)

### **1.2.1. Mesure**

- ✓ Remplir le tube de mesure avec l'échantillon.
- ✓ Essuyer le tube de mesure.
- ✓ Introduire le tube de mesure dans la chambre.
- ✓ Fermer la chambre.
- ✓ Lire directement le résultat.

### **1.2.2. Mode opératoire:**

- Mettre en marche le turbidimètre en pressant la touche On/Off et attendre l'affichage NTU.
- Introduire l'échantillon dans le flacon propre, remplir au moins jusqu'à la ligne de niveau blanche, refermer le bouchon.
- Introduire le flacon dans le puits de mesure du turbidimètre en faisant coïncider le repère triangulaire blanc  $\Delta$  du flacon avec le repère  $\blacktriangle$  gravé sur le bord du puits.
- Enfoncer le flacon à fond dans le puits.
- Couvrir le puits de mesure avec le capuchon.
- Appuyer sur la touche Read.
- L'afficheur indique NTU et rester durant 8 secondes environ puis le résultat s'affiche en NTU. Noter le résultat (Kradolfer et *al.*, 2013).



Figure 8: Turbidimètre de type AL250T-IR

### 1.3. Oxygène dissous

Le système de mesure de l'oxygène dissout consiste en un instrument de mesure et d'une sonde polar graphique. La sonde constitue la pièce la plus importante et délicate du système. Cette sonde comprend une anode d'argent (Ag) enveloppée d'un fil de platine (Pt) qui agit comme cathode. Ceux-ci sont insérés dans une cartouche remplie d'une solution électrolytique de chlorure de potassium (KCl). L'extrémité de la cartouche comporte une membrane en téflon, matériau perméable au gaz, qui permet uniquement le passage de l'oxygène présent dans la solution. Par l'application de potentiel de 790 mV, l'oxygène présent dans la cellule est réduit en ion d'hydroxyde (OH) dans la cathode, et le chlorure d'argent (AgCl) est déposé sur l'anode. Cette réaction provoque un flux de courant dont l'intensité est proportionnelle à la quantité d'oxygène. Convertit le courant en concentration, correspondant à la teneur d'oxygène dissous (Mersel et Kherraz., 2017)

#### 1.3.1. Principe

La sonde de mesure est constituée d'un couple d'électrodes métalliques plongé dans une solution électrolytique enfermée dans une cellule protégée par une membrane imperméable à l'eau mais perméable aux gaz dissous. L'oxygène passant au travers de la membrane est réduit à la cathode. Le courant mesuré est proportionnel à la pression partielle en oxygène.

### 1.3.2. Mode opératoire

- Des quantités égales ont été pesées (505 g) de chaque échantillon (5 échantillons), après cette étapes, à l'aide d'une Centrifugeuses fonctionnant à 3500 tour pendant 10 minutes, la caséine est séparée du lactosérum.
- Et après tout ça la quantité de d'oxygène soluté a été mesurée.
- Appuyer sur la touche <On/Off>. L'indication de la valeur de mesure s'affiche. L'appareil se trouve en mode de fonctionnement de mesure.



**Figure 6:** Oxymètre de type inoLabOxi 7310

### 1.4. Matière sèche

La matière sèche ou l'extrait sec total est quantité de matières (exprimée en poids sec) contenues dans un support, mesurées après évaporation et séchage à une température spécifiée. Elle est indiquée en fraction massique.

#### 1.4.1. Principe

La matière sèche du lactosérum (extrait sec) est obtenue par évaporation et dessiccation de 5 ml de l'échantillon 105 C° pendant 48h.

#### 1.4.2. Mode opératoire

5 ml de chaque échantillon sont placés dans une creusée de séchage, où il est placé dans une étuve à 105 degrés pendant 48 heures. Après évaporation de toute l'eau, la creusée est pesée avec le résidu.

## Expression des résultats:

MS : Matière sèche

X : Poids de l'échantillon en gramme après évaporation

y : Poids de l'échantillon en gramme avant évaporation

$$MS = (\text{poids X} - \text{poids Y})$$



Figure10: creusées Figure7: Etuve

### 1.5. Matière organique et minérale

La matière organique a été déduite en faisant la différence entre la matière sèche obtenue, par évaporation à 105°C et les résidus de cendres. La matière minérale correspond au résidu issu de la calcination à 550°C pendant 5 heures dans un four à moufle.



Figure 12: Dessiccateur



Figure8: Four a moufle

## **2. Analyse statistique**

Les données sont traitées par une analyse de la variance à un seul facteur (effet de filtre) par le logiciel statistique STATISTICA version 10. Les moyennes sont classées selon la classification de Test de Newman-Keuls ( $\alpha = 5\%$ ).

*RÉSULTATS*

*ET*

*DISCUSSION*

## Résultats et discussion

Dans ce chapitre, nous allons présenter tous les résultats obtenus avec leur analyse et discussion.

### 1. Durée de filtration de lactosérum

Les résultats de la différence de temps de filtration du lactosérum pour chaque tube sont présentés dans le tableau 4.

**Tableau 04** : Variation de durée de filtration

	25 cm	50 cm	75cm	100 cm
T1	3min	10min	23min	36min
T2	1h48min9s	1h35min52s	2h22min55s	2h17min37s

- T1 représente la durée de la première goutte passant à travers le filtre
- T2 représente la durée totale de passage de tout l'échantillon (2 litres) à travers le filtre.

En ce qui concerne la durée de la première goutte passant à travers le filtre, le premier filtre (25 centimètre) a enregistré la période la plus courte (03 minutes), tandis que le quatrième filtre (100centimètre) a enregistré la période la plus longue (36minutes). Alors que les filtres 2 (50centimètre) a enregistré 10 minutes et le filtre 3(75 centimètre) a enregistré 23 minutes. On remarque que plus la quantité de sable n'est élevée, plus le temps de passage de la première goutte à travers le filtre n'est long.

En ce qui concerne la durée de filtrage totale, le filtre 2 a également enregistré la durée le plus court, tandis que le filtre 3 a enregistré la durée le plus long. On remarque que les filtres 1 et 2 ont enregistré des temps quasi identiques, et la même chose en ce qui concerne les filtres 3 et 4. Mais généralement, il n'y a pas beaucoup de différence dans la durée de filtrage des échantillons sur tous les filtres.

D'après ce que nous avons obtenu, les meilleurs filtres selon le critère de durée de filtrage sont les filtres 1 et 2. Qui sont les résultats que nous attendions d'obtenir à cause de la différence de quantité de sable.

## **2. Effet de filtration sur la couleur de lactosérum**

Le tableau 5 et la figure 14 montrent les changements de couleurs de lactosérum brut par les différents filtres. Il est facile d'observer la couleur vert-jaune du lactosérum pur. Cette couleur perd son intensité lorsque la quantité de sable dans le filtre augmente, et donc le filtre 4 selon ce critère considéré comme le meilleur filtre.

**Tableau 05** : Changement de couleurs

	25 cm	50 cm	75cm	100 cm
Couleurs	Blanche	jaune pâle	jaunâtre	transparent



**Figure 14:** Couleurs de lactosérum après la filtration

### 3. Effet de filtration sur les paramètres physico-chimiques de lactosérum

Tous les résultats obtenus à partir de l'étude des caractéristiques physico-chimique du lactosérum avant et après filtrage sont présentés dans le tableau 06.

**Tableau 06** : Propriétés physico-chimique de lactosérum avant et après la filtration

filtre (Cm)	0	25	50	75	100	SEM
<b>pH</b>	4.57 <sup>c</sup>	4.94 <sup>b</sup>	4.86 <sup>b</sup>	4.74 <sup>bc</sup>	6.07 <sup>a</sup>	0.192
<b>CE (ms)</b>	11.2 <sup>d</sup>	12.9 <sup>a</sup>	12.6 <sup>b</sup>	12.2 <sup>c</sup>	12.5 <sup>b</sup>	0.009
<b>Turbidité(NTU)</b>	1585,0 <sup>a</sup>	1159 <sup>b</sup>	465.3 <sup>c</sup>	95.7 <sup>d</sup>	104.8 <sup>d</sup>	295
<b>Oxygène dissous(mg/l)</b>	3.40 <sup>a</sup>	1.83 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.68 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.952
<b>MS</b>	84.0 <sup>a</sup>	59.0 <sup>b</sup>	56.8 <sup>b</sup>	56.7 <sup>b</sup>	56.0 <sup>b</sup>	7.12
<b>MM</b>	8.72 <sup>b</sup>	9.79 <sup>ab</sup>	10.6 <sup>a</sup>	9.47 <sup>ab</sup>	10.2 <sup>ab</sup>	0.561
<b>MO</b>	75.3 <sup>a</sup>	49.2 <sup>b</sup>	47.2 <sup>b</sup>	47.2 <sup>b</sup>	45.8 <sup>b</sup>	7.17
<b>T°C</b>	17.6 <sup>a</sup>	16.5 <sup>b</sup>	15.9 <sup>b</sup>	16.4 <sup>b</sup>	16.6 <sup>b</sup>	0.114

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. (P < 0.05)

### 3.1. pH (potentiel Hydrogène )

La figure 16 et le tableau 07, présentent les valeurs du pH de lactosérum avant et après la filtration. Le lactosérum est un liquide acide avec a pH de 4.6. Les résultats que nous avons obtenus concordent avec les résultats de Baghbagha et babker (2013), dont le résultat était de 4.6, alors qu'ils sont inférieurs à ceux trouvés par Taibi et zaoui (2019) et Benaissa, (2018), leurs résultats sont 6.8 et 6.3 respectivement.

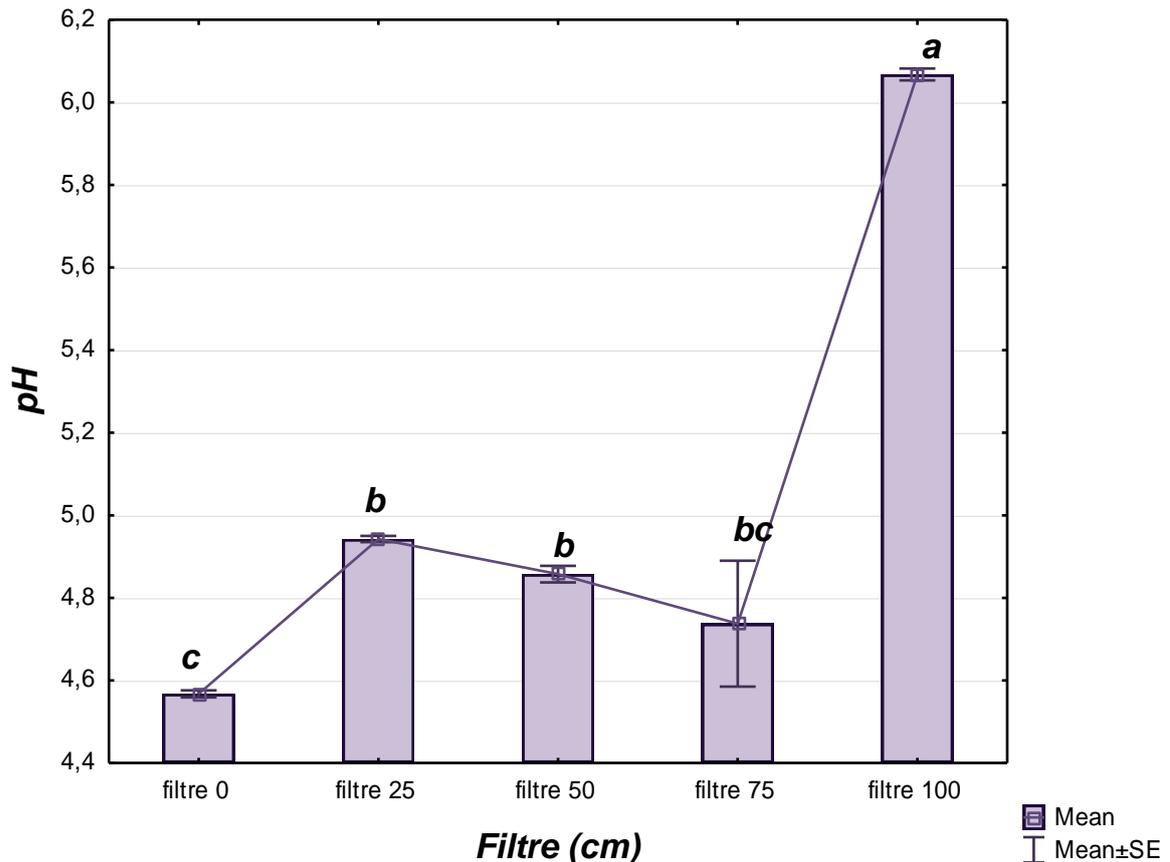


Figure 15 : pH de lactosérum avant et après la filtration

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. (P < 0.05)

La valeur la plus élevée est enregistrée par le lactosérum brut avec une valeur de 4.6 et la valeur la plus faible est obtenue par le lactosérum filtré par le filtre 4 (100 cm) avec 6.07. L'étude statistique montre que les filtres 1, 2 et 3 exercent une légère augmentation des valeurs de pH du lactosérum, tandis que le filtre 4 provoque une très forte augmentation du pH du lactosérum jusqu'à 30 %, ce qui signifie que l'acidité augmente après le traitement du lactosérum par filtration sur sable.

Les valeurs de pH obtenues restent acceptables par rapport aux valeurs limites maximales de teneur en substances nocives dans les eaux usées non domestiques au moment

de leur rejet ou dans une station d'épuration, où la valeur de pH doit être comprise entre 5.5 et 8.5 (Décret exécutif N° 09-209 du 11 juin 2009).

### 3.2. Conductivité électrique

Les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la conductivité électrique de lactosérum sont présentés dans la figure 15. Les valeurs de la conductivité électrique (CE) obtenues mettent en évidence la minéralisation très importante de lactosérum, avec la valeur la plus élevée de 11,8 ms. Cette valeur est supérieure à la valeur déclarée par Baghbagha et babker., (2013) qui ont trouvé 6,2.

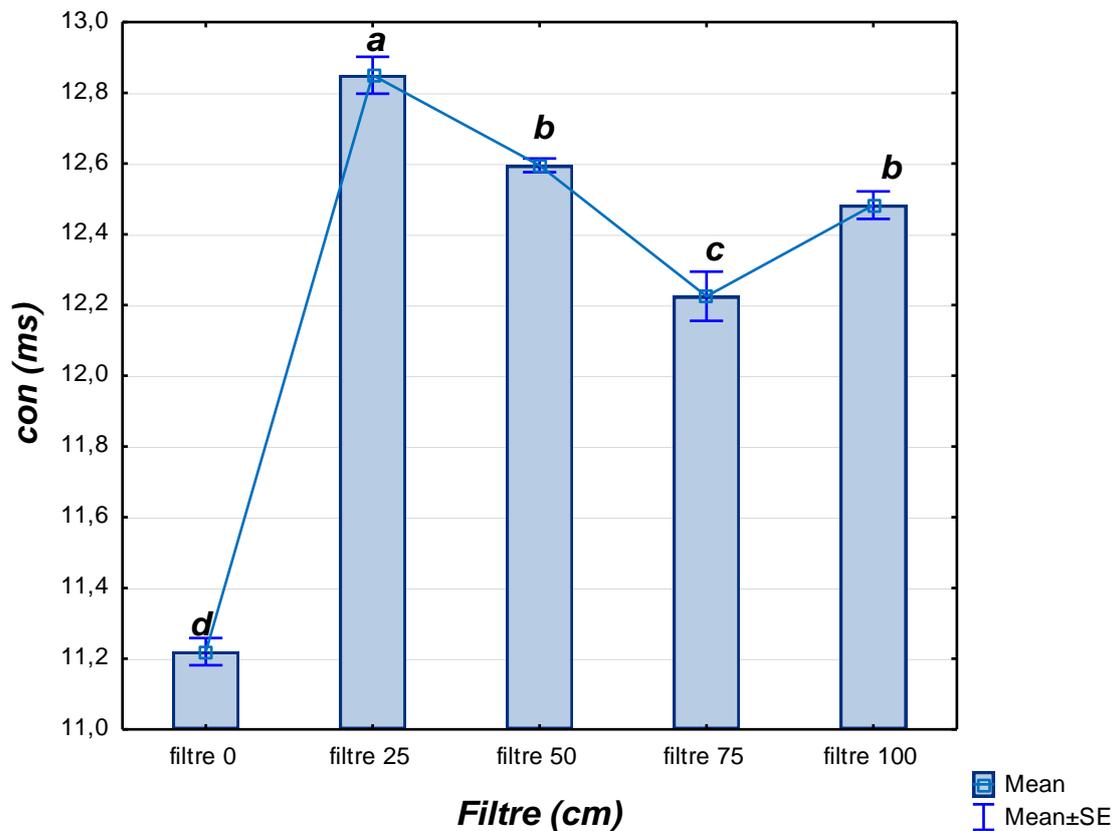


Figure 17: Conductivité électrique de lactosérum avant et après la filtration

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. ( $P < 0.05$ )

L'étude statistique montre qu'il y a un effet de filtration du lactosérum sur la valeur de conductivité électrique. Le processus de filtration provoque une légère augmentation de 15, 12.5, 9.0 et 11.6 % pour les filtres 1, 2, 3 et 4, respectivement. Cette augmentation est liée au lessivage des minéraux du sable et à la minéralisation de la matière organique. Cette augmentation a été annoncée par Kherrou et Maamar (2015), alors qu'ils travaillaient sur le

traitement des eaux industrielles issues des moulins à huile d'olive à l'aide de la technologie de filtration sur sable.

### 3.3. Turbidité

Les résultats des échantillons étudiés concernant l'effet des différents filtres sur la valeur de turbidité de lactosérum sont présentés dans la figure 17. Elle ressort que les échantillons étudiés présentent des teneurs en turbidité significativement différentes. Les résultats indiquent que les valeurs de turbidité du lactosérum après le processus de filtration diminuent de manière linéaire, où l'effet le plus important a été enregistré pour les filtres 3 et 4 avec une diminution de plus de 93 %. Même chose pour les filtres 1 et 2, qui ont enregistré une diminution très importante allant jusqu'à 26 et 70 %, respectivement.

La turbidité de lactosérum est causée par la présence de substances non dissoutes particules dans la suspension telles que les matières organiques et autres... L'estimation de l'abondance de ces particules mesure le degré de leur turbidité. Le processus de réduction des valeurs de ce facteur reflète grandement l'efficacité du filtre à sable.

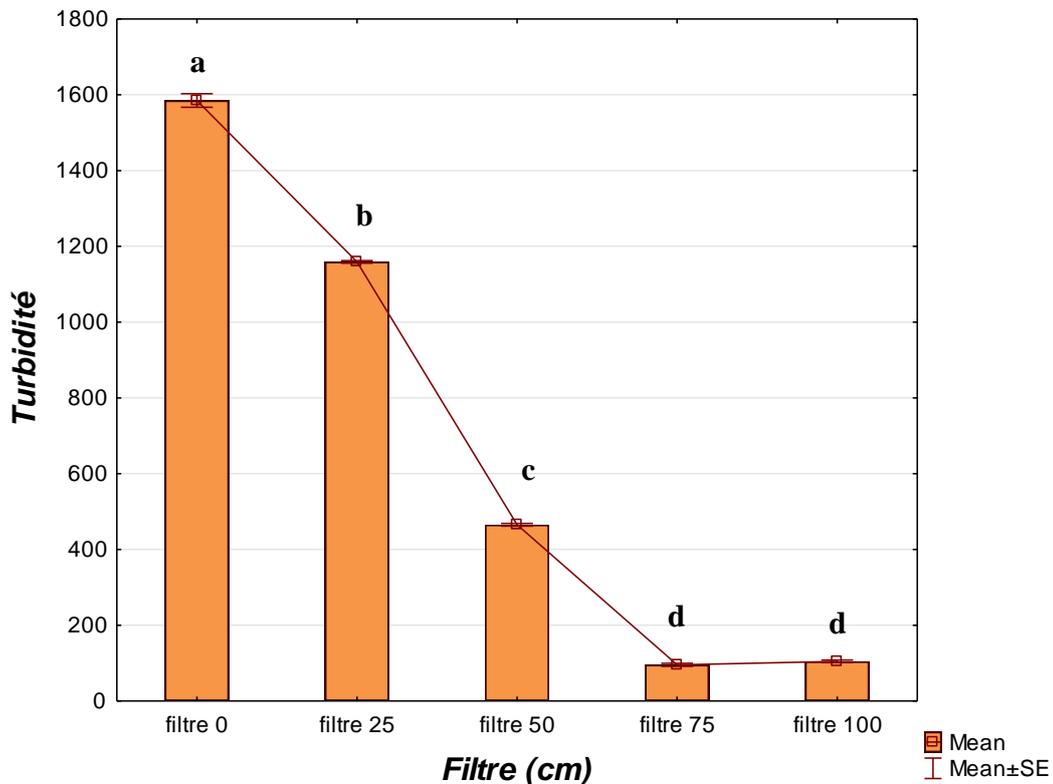


Figure 17: Turbidité de lactosérum avant et après la filtration

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. ( $P < 0.05$ )

### 3.4. L'oxygène dissous

La variation des valeurs de l'oxygène dissous de lactosérum (brut et filtrées) a été donnée par la figure 18. La valeur la plus élevée est enregistré pour le lactosérum brut (3.4 mg/l) et le plus faible est observé pour le lactosérum filtré par le filtre 04 (0.3 mg/l). L'ordre décroissant des valeurs de l'oxygène dissous de lactosérum est le suivant : 3.40, 1.83, 0.68, 0.59 et 0.29 mg/l respectivement pour le lactosérum brut suivi par le lactosérum filtré par les filtres 1, 3, 2 et 4.

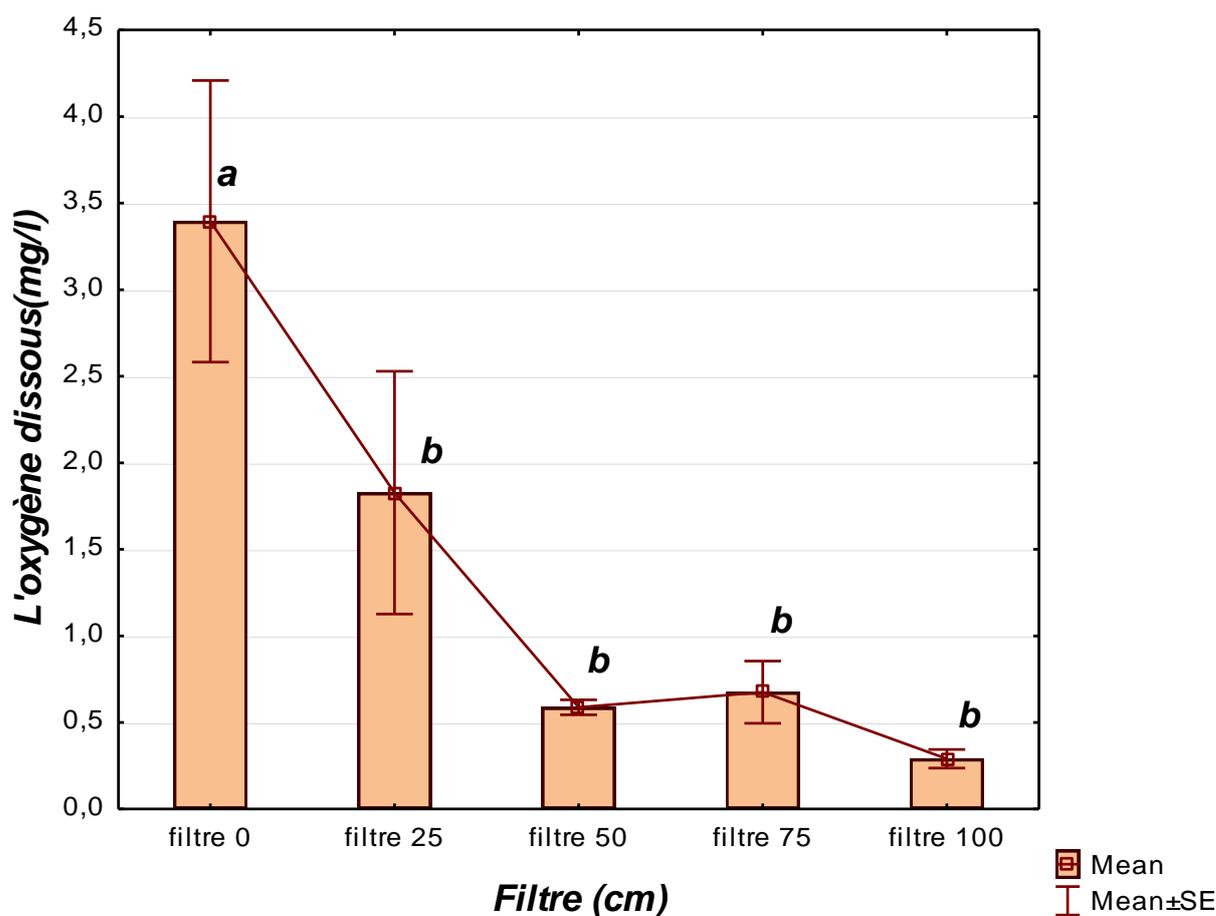


Figure 18 : L'oxygène dissous de lactosérum avant et après la filtration

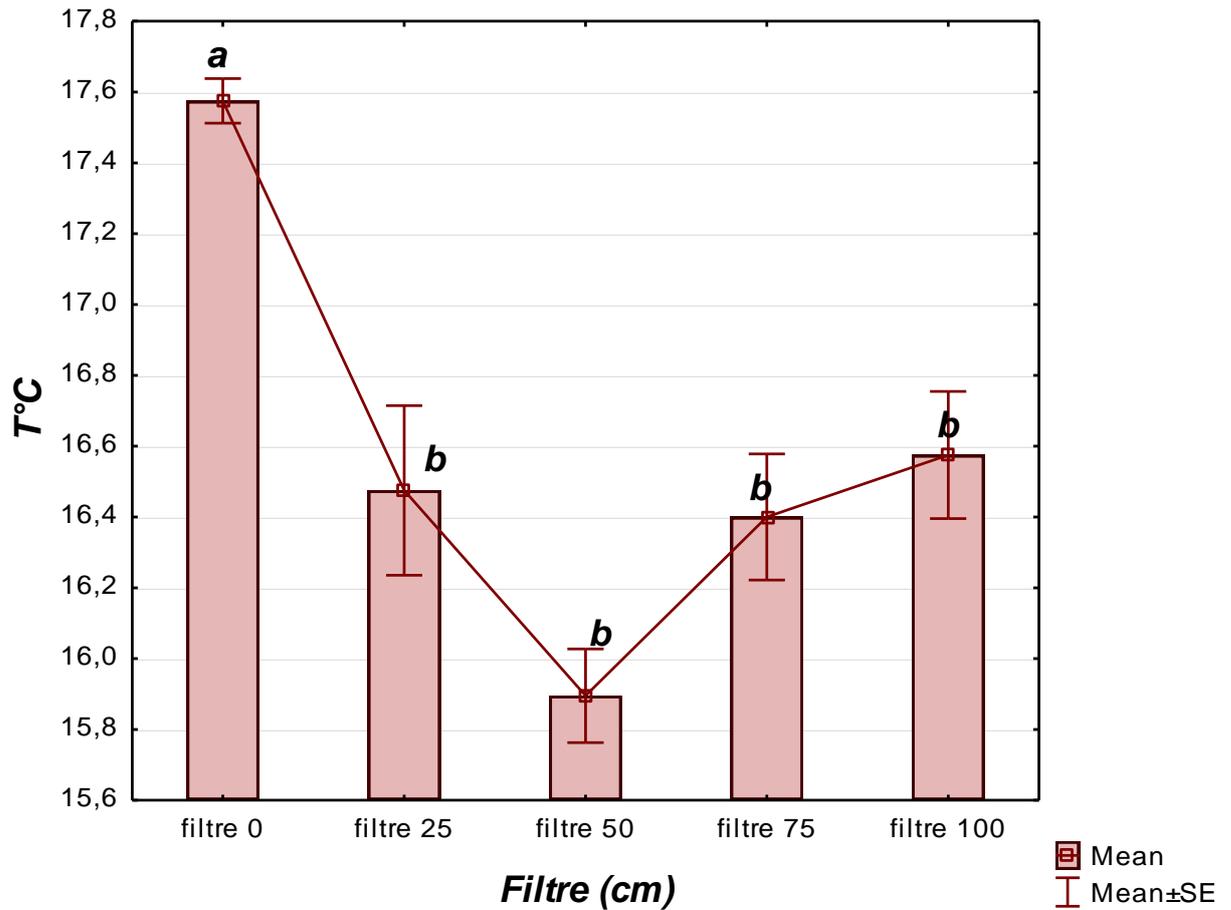
a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. ( $P < 0.05$ )

L'étude statistique montre qu'il y a un effet des différents filtres sur les valeurs de l'oxygène dissous. Il apparaît également que l'oxygène dissous diminue de façon linéaire. La diminution des valeurs d'oxygène après traitement est due à la réduction de la matière organique dans le lactosérum.

Les résultats obtenus pour l'oxygène dissous sont très proches des résultats obtenus par Este ban., (2017) qui a trouvé (2 mg/L).

### 3.5. Température

La variation de la température de lactosérum (brut et filtrées) a été donnée par la figure 19. La valeur la plus élevée pour la température a été enregistrée au filtre brut (17.6 C°), tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée au filtre 2 (15.6 C°). La température des autres filtres sont 16.4, 16.5 et 16.6C° pour les filtres 3, 1 et 4 respectivement.



**Figure 19:**Température de lactosérum avant et après la filtration

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. ( $P < 0.05$ )

L'étude statistique a montré que tous les filtres ont un effet sur la température du lactosérum, car ils causent une légère diminution de sa température. La diminution de la température est due à l'augmentation de la conductivité du lactosérum, car ils ont une corrélation directe.

Les valeurs obtenues pour la température restent inférieures aux valeurs limites maximales pour la teneur en substances nocives dans les eaux usées non domestiques au

moment de leur rejet ou dans une station d'épuration où la valeur maximale de la température doit être inférieure de 30°(Décret exécutif N° 09-209 du 11 juin 2009).

### 3.6. Matière sèche

Les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la teneur de la matière sèche de lactosérum sont présentés dans la figure 20.

La matière sèche du lactosérum est de 84,0 g/l, ce qui est très proche du résultat de Benissa (2017), qui a trouvé la valeur de 88.2 (g/l). Elle est supérieure à la valeur de Cheikh et Abdel Aziz (2001) où ils ont trouvé 66,6 g/l.

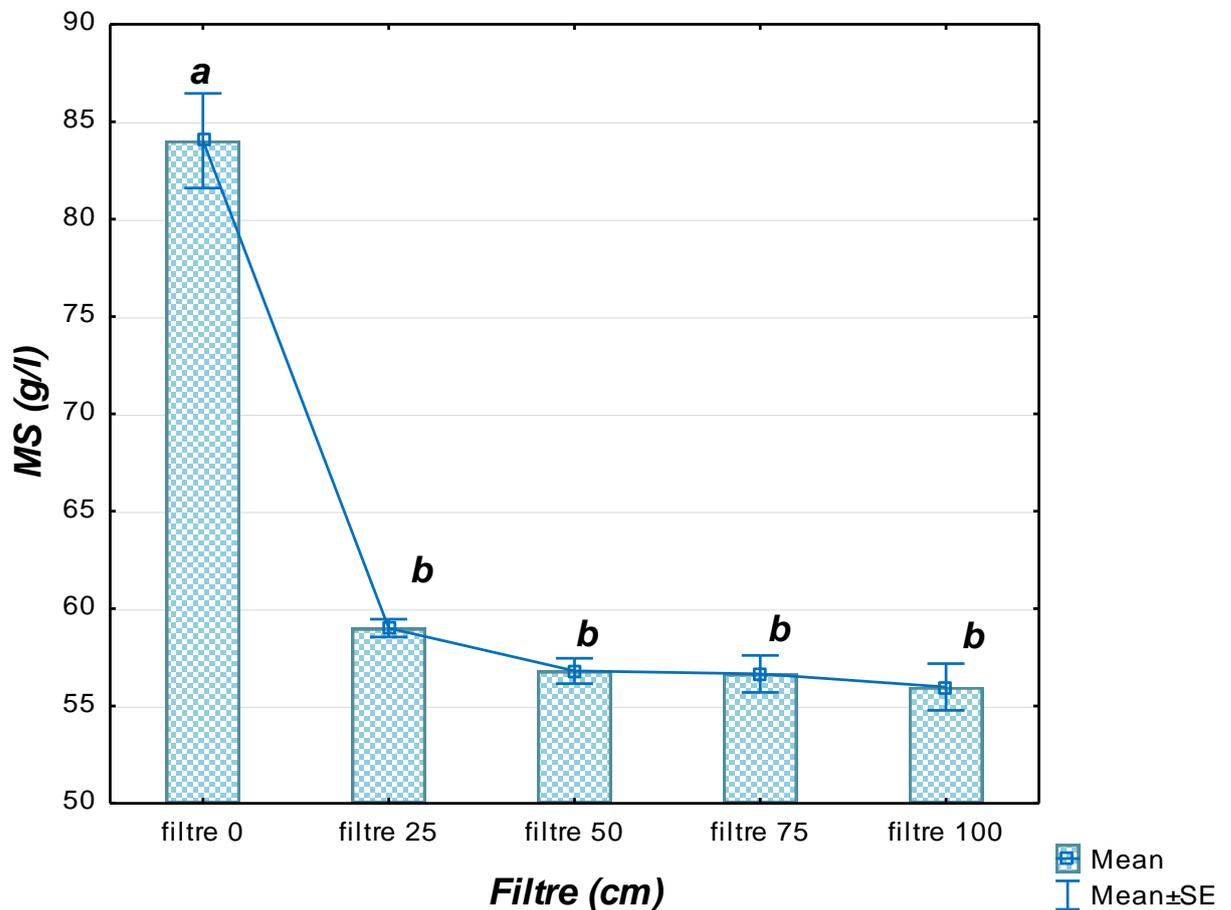


Figure 12: Matière sèche de lactosérum avant et après la filtration

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. (P < 0.05)

L'étude statistique a montré qu'il existe un effet des différents filtres sur la teneur en matière sèche de lactosérum. Il réduit de plus de 33% la matière sèche du lactosérum, ce qui indique l'efficacité des filtres à réduire les polluants présents dans lactosérum.

La diminution des valeurs de la matière sèche après le traitement est due à la réduction de substances non dissoutes particules dans la suspension telles que les matières organiques et autres...dans le lactosérum.

### 3.7. Matière Organique

Les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la teneur de la matière organique de lactosérum sont présentés dans la figure 21.

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres sur la teneur en matière organique, ils réduisent la teneur de la matière organique du lactosérum de plus de 35, 37, 37 et 40% respectivement pour les filtres 1, 2, 3 et 4. Ce qui indique l'efficacité des filtres à réduire les polluants présents dans le lactosérum, qui est constituée principalement par : lactose, protéines, acide lactique et matières grasses.

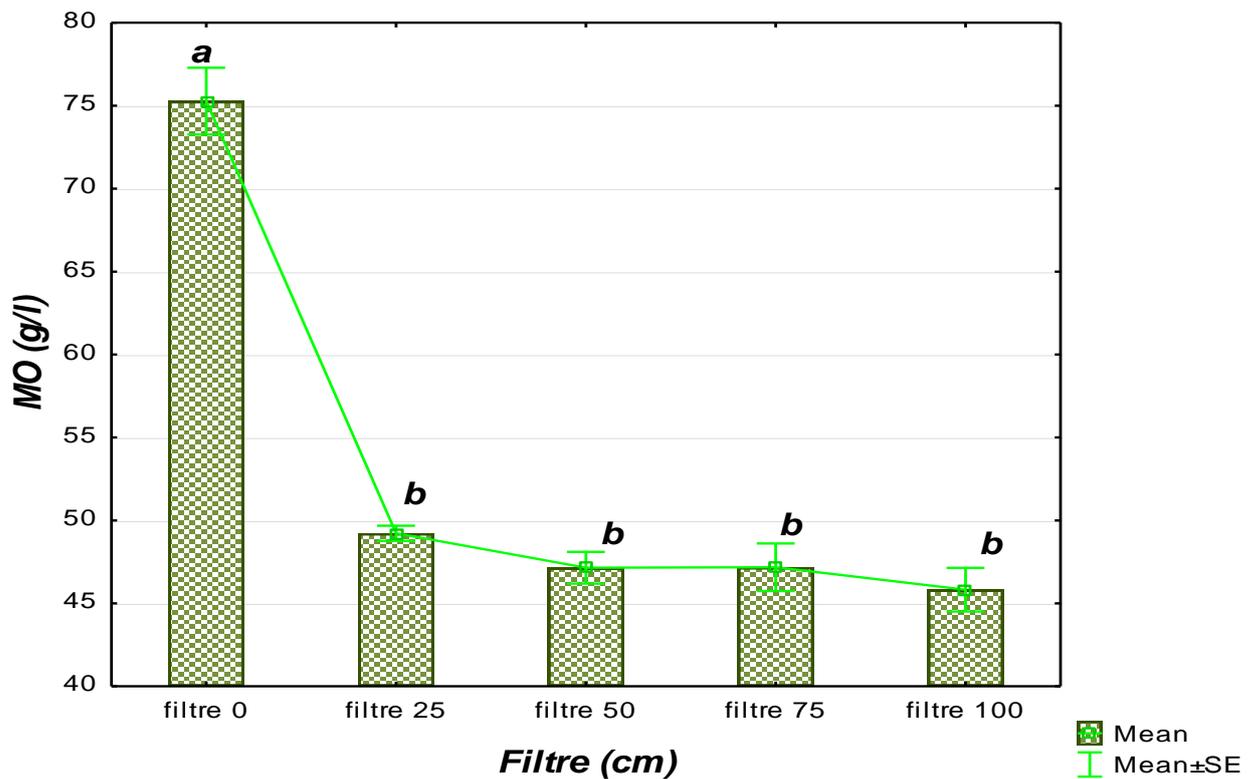


Figure 21 : Matière Organique de lactosérum avant et après la filtration

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. (P < 0.05)

### 3.8. Matière minérale

La variation de teneurs en matière minérale de lactosérum (brut et filtrées) a été donnée par la figure 22. La valeur la plus élevée est enregistrée pour le lactosérum filtré par le filtre

02 (10.6 mg/l) et le plus faible est observé pour le lactosérum brut (8.72 mg/l). L'ordre décroissant des teneurs en matière minérale de lactosérum est le suivant : 10.6, 10.2, 9.79, 9.74 et 8.72 mg/l, respectivement pour le lactosérum filtré par les filtres 2, 4, 1 et 3 suivi par le lactosérum brut.

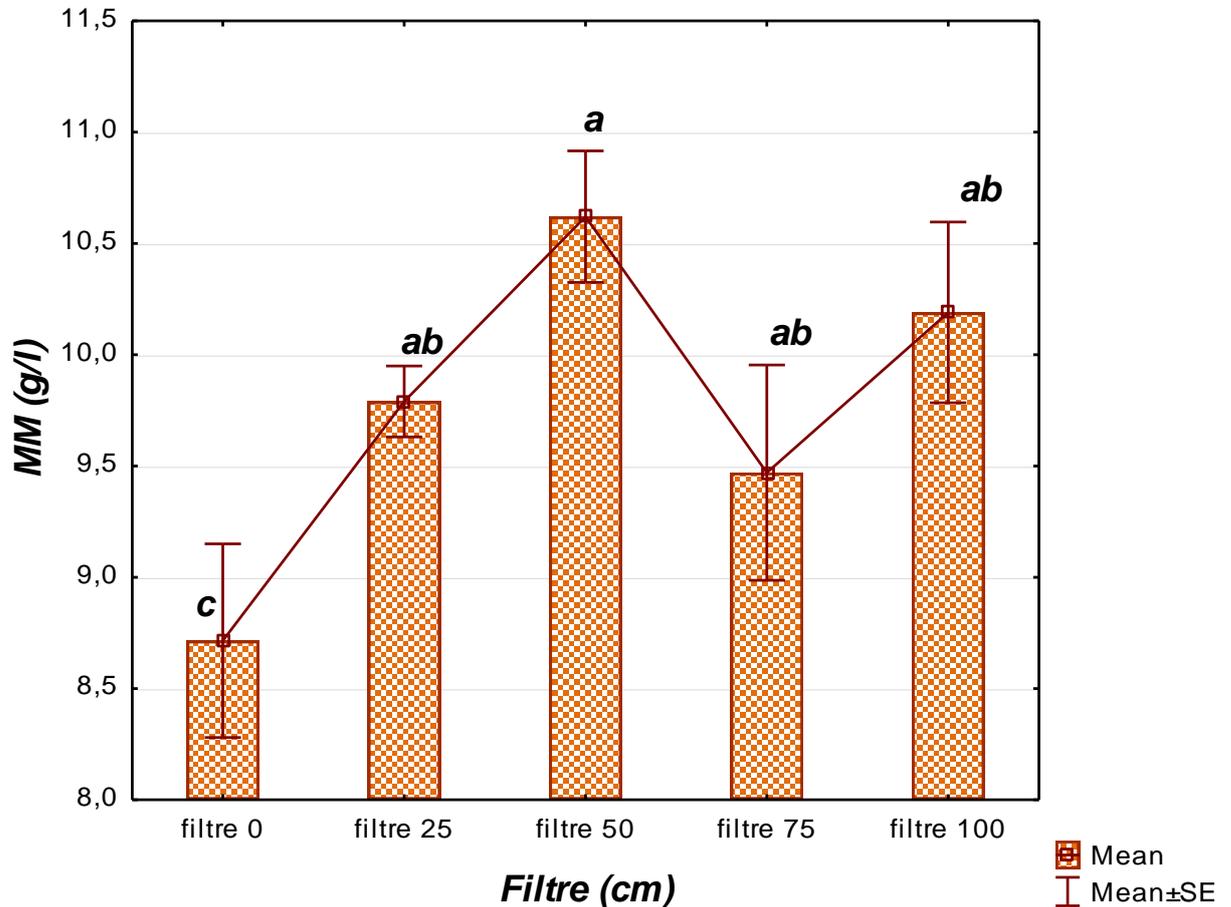


Figure 22 : Matière minérale de lactosérum avant et après la filtration

a, b, c, et d : les lettres différentes dans une colonne sont significativement différentes. ( $P < 0.05$ )

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres sur la teneur en matière organique, ils provoquent une légère augmentation. Cette augmentation est liée au lessivage des minéraux du sable et à la minéralisation de la matière organique.

***CONCLUSION***

## **Conclusion**

L'industrie laitière pose de sérieux problèmes environnementaux. Les effluents laitiers ne subissent aucun traitement et sont souvent évacués dans les égouts, stockés dans des bassins d'évaporation ou épandus directement sur le sol. Il en résulte un impact négatif sur l'environnement, qui se traduit par un colmatage des sols, une pollution des eaux de surface et souterraines et l'émission d'odeurs désagréables. Ces problèmes environnementaux sont attribués à la richesse des effluents en matière organique.

Le but de notre travail est de filtrer le lactosérum à l'aide de filtre à sable pour réduire leur effet sur l'environnement. A cet effet notre étude consiste à connaître les effets de quatre filtres (25, 50, 75 et 100) sur les propriétés physiques et chimiques, à savoir : la Température, le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité, La turbidité, L'oxygène dissous, la matière sèche, la matière minérale et la matière organique.

A travers les résultats obtenus, nous constatons que:

- Les meilleurs filtres selon le critère de durée de filtrage sont les filtres 1 et 2.
- Il y a une amélioration progressive des couleurs du lactosérum. Plus la quantité de sable dans le filtre est importante, plus la couleur s'améliore jusqu'à ce qu'elle atteigne le transparent dans le filtre 4.
- Une légère augmentation du pH pour les filtres 1, 2 et 3, avec une augmentation significative pour le filtre 4, atteignant 6,07.
- Les différents filtres provoquent une légère augmentation de la fraction minérale du lactosérum, ce que nous avons trouvé dans les résultats de la matière minérale et la conductivité électrique.
- Tandis que les différents filtres provoquent une réduction de la matière organique jusqu'à 40%. Cela a été exprimé par les résultats de turbidité, l'oxygène dissous, la matière sèche et de la matière organique.

Enfin, à travers tout cela, notamment selon les critères de temps de filtration et de réduction de la matière organique, le filtre 2 (50 cm) est considéré comme le filtre idéal pour la filtration du lactosérum. Et il reste à mener une étude appliquée au niveau d'une fromagerie dans laquelle on travaille à tester ces filtres et à connaître leur efficacité

*RÉFÉRENCES*  
*BIBLIOGRAPHES*

## Référence Bibliographique

1- **Abdel., (2022).**Traitement physico-chimique des eaux usées de l'industrie laitière consulté le Mai 2022, URL: <https://sfivegroupe.com/2022/04/20/bourillon-auto/>

2- **Agence De L'eau Loire-Bretagne (A.E.L.B), (2010).**Ratios polluants en industrie dans le bassin Loire Bretagne,

3-**Agence De L'eau Seine-Normandie (A.E.S.N). (2003).**Rapport de VILLEY, S. : Bilan de l'industrie laitière et évolution de 1991 à 2001 sur le bassin Seine-Normandie.,

4-**Aouadi, A.,(2020).**valorisation nutritionnelle et environnementale d'un sous produit décaféiné via la réduction de la méthanogène ruminale, Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences, Université L'Arbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi,p :1-13

4-**Baghbagha, Y., Babker, A., (2012).**Etude analytique des propriétés physico-chimique et biochimique du lactosérum avant et après un traitement chimique.

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de Licence, Université de Ghardaïa.1p

5-**Bardy, S., Bentz, M., Bussiere, T., Chatras, J., Fontaine, L., Gaugler, M., Lechat, A., Lefranc, A et Lengronne, O.,(2016).**valorisation du lactosérum rapport projet. université de lorraine, p :1-7

6-**Benaïssa, M.,( 2018).**Valorisation du lactosérum par les bactéries lactique. thèse De doctorat Université D'Oran Ahmed Ben Bella, Université D'Oran Ahmed Ben Bella .

7-**Benslama, A.,(2015).**Le lait et Le lactosérum.Université Mohamed Khider-Biskra p1-11

8-**Berry, D., (2000).**What is halal? Dairy Foods101, 36.

9-**Bontoux, J.,(1993).**Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles eaux usées de boisson ; qualité et santé 2ème Edition : Lavoisier Technique et documentation. Paris. pp : 161.

10-**Centre Régional Pour L'eau Potable Et L'assainissement À Faible Coût**Centre collaborant de l'OMS,Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées, PROTOCOLE DE

DETERMINATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES, Janvier 2007, pp :2-3-4-5-9-10-11-18-21-22) « Réalisation Technique / Impression : - Texte et Photos : CREPA - Secrétariat de Rédaction / Maquette : Siée Offi SOME - Réalisation technique et Impression : Studio YIPIN Créations : +226 50 31 23 20 Ouagadougou - Burkina Faso »

**11-Cheftel, J. and D. Lorient., (1982).**"Les propriétés fonctionnelles des protéines laitières et leur amélioration." *Le lait* 62(617-620): 435-483

**12-Chikh M. Abdelaziz,Y.,(2001).**Contribution a l'étude et a la Valorisation du lactosérum, En vue de l'obtention du diplôme d'étude supérieur en biologie moléculaire et cellulaire, Centre universitaire Abdelhak Ben Hamouda - jijel –p :1-46

**13-COMMISSION EUROPÉENNE.,(2006).** Document de référence sur les meilleures techniques disponibles Industries agro-alimentaires et laitières 1-94p

**14-Damodaran, S., (1997).** Protein-stabilized foams and emulsions. *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER-*, 57-110.

**15- De la Fuente, M., (2002).** Effects of antioxidants on immune system ageing.*European Journal of Clinical Nutrition*56, S5-S8.

**16-DSA de Ghardaïa., (2016).**La filière lait à Ghardaïa est devenue une référence Grâce un développement exponentiel de la production. consulté le Mai 2022, URL: <https://www.djazairess.com/fr/latribune/123178>

**17-EstebanMarínUribe., (2017).**Traitement des effluents de fromageries fermières par biofiltration, Université LAVAL.

**18-FAO.,(2013).** Etat de l'insécurité alimentaire dans le monde, Rome, 4p. Document accessible en ligne sur : <http://www.fao.org/docrep/018/i3458f/i3458f.pdf>

**19-Hamdani A., Assobhei O., Mountadar M.,(2001).**Caractérisation et essais de dénitrification biologique d'un effluent de laiterie située dans la ville d'El Jadida (Maroc), *Eau Ind. Nuisances* 242, pp : 50–54

- 20-JP. Kradolfer, M. Deront, N. Adler., (2013).**METHODES ANALYTIQUES POUR INFLUENTS / EFFLUENTS DE BIOREACTEURS OU DE STATIONS D'EPURATION, Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne, 19-févr-LabNotes.doc, pp : 93.
- 21-Kacimi El Hassani, S.,(2013).**La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution ? Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER Publishing, October, 4 (11), pp.152-157.
- 22-Lairini, S., Beqqali, N., Bouslamti, R., Belkhou, R., Zerrouq, F., (2014).** Isolement des bactéries lactiques à partir des produits laitiers traditionnels Marocains et formulation d'un lait fermenté proche du Kéfir. Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie10, 267-277.
- 23-Linden, G., Lorient-Biochimie agro-industrielle, D. (1994).**Valorisation alimentaire de la production agricole (MASSON Paris Milan Barcelone).
- 24-Macwan, S. R., B. K. Dabhi, et al. (2016).**"Whey and its utilization." International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 5(8): 134-155
- 25-Mario, B., Lolita, L., Nicola, D., Lucia, T., Claudia, B., & Giancarlo, R. (2004).** Improved combined chemical and biological treatments of olive oil mill wastewaters. J Agric Food Chem, 52, 1228–1233.
- 26-Mersel ,M., Kherraz,Ch.,(2017).**Analyse physico-chimique des effluents de la laiterie Candia, En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie. Université A. MIRA – Bejaia.p:1-31
- 27-Moletta, R. (2002).**Procédés biologiques anaérobies (Lavoisier Tec et Doc).
- 28-Moletta, R.,(2002).**Gestion des problèmes environnementaux dans les IAA. Paris : Tech et Doc ;
- 29-MolletaRéne, Michel Torrijos.,(1999).**Traitement des effluents de la filière laitière, Procédés applicables au traitement des effluents de l'industrie laitière,
- 30-Moletta R., Torrijos M.,(1999).** Impact environnemental des effluents de la filière laitière, Tech. Ing. F-1500, , pp : 1–9

- 31-Morr, C.V., Ha, E., (1993).**Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*33, 431-476.
- 32- Olivier ,T.,(1995).**Métrieologie des eaux résiduaires. TEC et DOC. Pp :7-57
- 33- PartricienWilden.,(2008).**Lesdéchets dans l'environnement, nettoynons laterre, 1.
- 34- Resjeck, F.,(2002).**Analyse des eaux, aspect règlementaire et technique. Edition : Scèrène.. Pp : 166-195.
- 35- Rodier,J.,(1984).**L'Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition : Bordas, Paris,. pp365
- 36- Rodier J., Legube b., Merlet n. et coll (2009).** L'analyse de l'eau, 9e édition, Paris (France), Dunod,p1-78
- 37- Rodriguez Susa, M. S., : (2005).**Étude d'un bioréacteur anaérobie à membranes immergées pour le traitement des eaux résiduaires : Génie des procédés et de l'environnement : Toulouse.
- 38- Rollema, H., McKellar, R., Sorhaug, T., Suhren, G., Zadow, J., (1989).**Comparison of different methods for the detection of bacterial proteolytic enzymes in milk. *Milchwissenschaft*44, 491-496.
- 39- Saadi, M., Lahmar, F.,(2018).** Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de guelma( N-EST ALGERIE ) mémoire de master en Sciences et Technique. Université badjimokhtar-annaba.p :1-53
- 40- SamahIkram.,(2018).**Détermination et identification, des bactéries lactiques dans le lactosérum issu du processus de fabrication du fromage (Camembert) à base de laits de vaches Master productions et transformations laiterie .Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem ,p :1-9
- 41- Soraya Castillo de CAMPINS.,(2005).** étude d'un procédé compact de traitement biologique aérobie d'effluents laitiers,; à Toulouse « France » N° d'ordre :818, soutenance en 14/12/2005, pp :10-15-17-18.
- 42- Sottiez P. (1990).** - Produits Dérivés Des Fabrications Fromagères In : Lait Et Produits Laitiers ;Vache, Brebis, Chèvre, Ed Lavoisier, Paris, 633p.600p

- 43- Taddei, C., Aimar, P., Daufin, G., Sanchez, V., (1986).**Etude du transfert de matière lors de l'ultrafiltration de lactosérum doux sur membrane minérale. *Le lait*66, 371-390
- 44- Taibi, M. Zaoui ,R.,(2019).**Valorisation du lactosérum et recherche de l'activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées à partir du lactosérum, Master en Sciences biologique . Université Djilali Bounaâma de Khemis-Miliana.p1-77
- 45- Urinos.I., (2005).**Techniques d'épuration des eaux usées. Techniques et dimensionnement, , pp : 11
- 46- Veisseyre, R.,(1975).** Technologie du lait: constitution, récolte, traitement et transformation du lait 3.
- 47- Violleau, D.,(1999).** Intérêt du fractionnement et de l'extraction des matières organiques naturelles d'eaux de surface pour l'étude de leurs propriétés structurales et de leur pouvoir complexant vis-à-vis du cuivre. Poitiers,
- 48- Vrignaud, Y., (1983).**"VALORISATION DU LACTOSERUM. UNE LONGUE HISTOIRE."
- 49- Zeev W., (2009).**Desert Olive Oil Cultivation. Advanced Biotechnologies- Academic Press. 398p.