

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des
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 : Ecologie

Par : REMMA Zineb

FROUHAT Amina

Thème

**Traitement des effluents laiteries (eaux blanche)
par la technique d'infiltration-percolation sur
sable cas laiterie d'El- Menia**

**Soutenu publiquement le:
11/06/2023 Devant le jury:**

**M^{me}MEBAREK OUDINA
Asmahane**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

President

M. AOUADI Abdelhafid

Maître de conférences B

Univ. Ghardaïa

Encadreur

M^{lle} BENHEDID Hadjira

Maître de conférences B

Univ. Ghardaïa

Examinateur

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir accordé le courage, la patience et les moyens de mener à bien ce travail.

*Nous tenons à remercier Monsieur **AOUADI Abdelhafid** d'avoir accepté de nous encadrer sur ce sujet car il nous a judicieusement guidé et guidé durant ce travail.*

*Nous tenons également à remercier Mme **MEBAREK OUDINA Asmahane** D'avoir accepté de présider le jury.*

*Nous remercions Melle **BENHEDID Hadjira**. Qui nous a honorés pour examiner notre travail.*

*Nos remerciements vont également à toute l'équipe du Laboratoire des sols à la faculté des Sciences naturelles et de la vie de l'Université de Ghardaia, et un merci spécial à Monsieur "**Bachir**" qui nous a aidés à travailler.*

Nous tenons à remercier la laiterie de nous avoir fourni les effluents liquides nécessaires à notre travail jusqu'au bout.

Et aussi tous nos remerciements à nos familles pour leurs encouragements, leur aide et leur soutien continu qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons également à remercier nos professeurs du début à la fin de nos études. Nous saluons également nos camarades de classe.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont aidé ou contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace



*Tout d'abord, je veux remercier Dieu
Pour m'avoir donné le courage et la patience de faire cet humble
travail.*

Je voudrais dédier cet humble travail à :

*A ma merveilleuse **mère** et mon cher **père***

À mes sœurs :

Rehab, Fatima Zahra** et mon frère : **Younes

A ma grande famille

Remma & Kherneg

A mes amis :

Laila, Sarah** et ma cousine **Aisha

*A ma binôme : **Amina***

Et à tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

Zineb

Dédicace



Je dédie ce modeste travail à :

*Ma **mère** et mon **père** 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 "**Hanane**", "**Sabah**" et "**Soumia**". Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de bonheur et de succès.*

*A mes très chères frères "**Abdeslam**" et "**Houcine**". Que Dieu les gardes pour moi, je lui souhaite santé et succès dans sa prochaine vie.*

*Un merci spécial à la famille « **FROUHAT** » et « **DJOUIBER** ».*

*A mes amis (**Selma**, **Nessrine**, **Khaoula**), et les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travail*

*À ma binôme "**Zineb**"*

Amina

ملخص

يتوسع قطاع الألبان بسبب زيادة استهلاك منتجات الألبان في العالم، حيث تعد صناعة الألبان المصدر الرئيسي لتجهيز الأغذية، والتي تستهلك أكبر كميات من المياه في جميع عمليات الإنتاج. ونتيجة لذلك، زادت أيضًا كمية المياه العادمة التي يتم تصريفها مما يشكل تهديدًا على البيئة عند التخلص منها دون معالجة.

الغرض من هذه الدراسة هو إثبات فعالية طريقة الترشيح الرملي لفلتره مخلفات الألبان (المياه البيضاء) في ولاية المنية. قمنا بتركيب أربعة أنابيب فلتر (قطرها 15 سم) تحتوي على كميات مختلفة من الرمل 25 و 50 و 75 و 100 سم.

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها وجدنا أن: أفضل المرشحات حسب معيار مدة الفلتر هي المرشحات 1 (25 سم) و 2 (50 سم) وهناك تحسن تدريجي في لون الماء الأبيض من خلال المرشحات، أ. زيادة ملحوظة في قيمة الرقم الهيدروجيني حتى 5.3. تسبب الفلاتر المختلفة زيادة طفيفة في الجزء المعدني من الماء الأبيض. في حين أنها تسبب انخفاض في المواد العضوية تصل إلى 76%.

أخيرًا، من خلال كل هذا، خاصةً وفقًا لمعايير وقت الترشيح وتقليل المادة العضوية، يعتبر الفلتر 1 (25 سم) هو المرشح المثالي لترشيح المياه البيضاء.

الكلمات المفتاحية: المرشحات الرملية، الماء الأبيض، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، المعالجة، النفايات السائلة، المنية.

Résumé

Le secteur laitier est en pleine expansion en raison de l'augmentation de la consommation de produits laitiers dans le monde, car l'industrie laitière est la principale source de transformation des aliments, qui consomme les plus grandes quantités d'eau dans tous les processus de production. En conséquence, la quantité d'eaux usées rejetées a également augmenté. Ce qui constitue une menace pour l'environnement lors de son élimination sans traitement.

Le but de cette étude est de prouver l'efficacité de la méthode de filtration sur sable pour filtrer les déchets laitiers (eaux blanches) dans l'état d'El-Menia. Nous avons installé quatre tubes filtrants (15cm de diamètre) contenant différentes quantités de sable 25, 50, 75 et 100 cm.

A travers les résultats obtenus, nous avons trouvé que : Les meilleurs filtres selon le critère de durée de filtrage sont les filtres 1(25 cm) et 2(50cm). Il y a une amélioration progressive à la couleur de l'eau blanche à travers les filtres, et une augmentation significative de la valeur du pH jusqu'à 5,3. Les différents filtres provoquent une légère augmentation de la partie minérale de l'eau blanche. Tandis qu'ils provoquent une réduction de la matière organique jusqu'à 76%.

Enfin, à travers tout cela, notamment selon les critères de temps de filtration et de réduction de la matière organique, le filtre 1(25 cm) est considéré comme le filtre idéal pour la filtration de l'eau blanche.

Mots-clés: filtres à sable, eaux blanches, propriétés physico-chimiques, traitement, effluent, el- Menia.

Abstract

The dairy sector is expanding due to the increasing consumption of dairy products in the world, as the dairy industry is the main source of food processing, which consumes the largest amounts of water in all processes. of production. As a result, the amount of discharged wastewater has also increased which poses a threat to the environment when disposed of without treatment.

The purpose of this study is to prove the effectiveness of sand filtration method to filter dairy waste (white water) in EL-Menia state. We installed four filter tubes (15cm in diameter) containing different amounts of sand 25, 50, 75 and 100 cm.

Through the results obtained, we found that: The best filters according to the criterion of filter duration are filters 1 (25 cm) and 2 (50 cm). There is a gradual improvement in the color of white water at through the filters, a significant increase in the pH value up to 5.3. The various filters cause a slight increase in the mineral part of the white water. While they cause a reduction of organic matter up to 76%.

Finally, through all this, especially according to the criteria of filtration time and reduction of organic matter, filter 1(25cm) is considered to be the ideal filter for the filtration of white water.

Keywords: sand filters, white water, physic-chemical properties, treatment, effluent, El-Menia

LISTE DE TABLEAUX

N ⁰	TITRE	PAGE
01	Propriétés physico-chimique de sable avant et après la filtration	27
02	variation de durée de filtration de lait/leben	28
03	variation de durée de filtration de beurre	29
04	Changement de couleur de l'eau blanche de de lait\ leben	31
05	Changement de couleur de l'eau blanche de beurre	34

LISTE DE FIGURES

N ⁰	TITRE	PAGE
01	Production mondiale du lait	04
02	Méthodologie global de travail	15
03	localisation du laiterie VIEUX-KASR	16
04	lait\ leben	17
05	Beurre	17
06	Composants des filtres	18
07	pH mètre de type (Aawa AD130)	19
08	Conductivité mètre de type JENWAY 4520	20
09	Turbidimètre de type AL250T-IR	21
10	Oxymètre (inoLab-oxi7310)	22
11	Etuve	23
12	Creusées	23
13	Echantillon de sable	24
14	La solution eau /sol	24
15	Protocole d'analyse de la matière organique	25
16	Couleurs de l'eau blanche (lait\leben) après la filtration	31
17	Couleurs de l'eau blanche (beurre) après la filtration	32
18	Température de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	34
19	pH de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	35
20	Conductivité de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	36

21	Turbidité de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	37
22	Oxygène dissous de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	38
23	Matière sèche de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	39
24	Matière minérale de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	40
25	Matière organique de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	41
26	Humidité de de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration	42
27	Température de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	43
28	pH de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	44
29	Conductivité électrique de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	45
30	Turbidité de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	46
31	L'oxygène dissous de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	47
32	Matière sèche de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	48
33	Matière minérale de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	49
34	Matière organique de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	50
35	Humidité de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration	51

Liste des sigles et abréviations

DBO	Demande Biologique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
EL	Effluents de lait
EB	Effluents de beurre
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
MM	Matière Minérale
MO	Matière Organique
MS	Matière Sèche
NTU	Néphélobimétrie Turbide Unit
Ox	Oxygène dissous
CE	Conductivité électrique
PH	Potentiel d'hydrogène
T	Température

Table des Matières

Liste des Tableaux
Liste des Figures
Liste des abréviations
Tableau de matière
Introduction générale
Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Production de l'industrie laiteries	04
1.1. Production mondial	04
1.2. Production nationale	04
1.3 production locale (Ghardaïa)	05
2. Différents types des produits de l'industrie laiteries	05
2.1. Fromage	05
2.2. Beurre	05
2.3. Yaourt	06
3. Différents types des effluents liquides de l'industrie laiteries	07
3.1. Lactocérums	07
3.2. Eaux usée domestique (verts et brunes)	07
3.3. Eaux Blanches	07
4. Caractéristiques physico-chimique des effluents des industries laiteries	08
4.1. Température	08
4.2. pH (Potentiel Hydrogène)	08
4.3 . Conductivité électrique (CE)	08

4.4. Oxygène dissous	08
4.5. Turbidité	09
5. Effets des effluents laiteries	09
5.1. Influence sur l`environnement	09
5.2. Influences sur la santé	10
5.3. Influence économiques	10
6. Traitements des effluents laiteries	11
6.1. Procédés physico-chimiques	11
6.2. Procédés Biologique	11
Procédés biologiques aérobies	11
Procédés biologiques anaérobies	11
6.3. Procédés combines	12
7. Technique d'infiltration sur filtre à sable	12
7.1. Définition	12
7.2. Histoire de l`application	12
Chapitre II: Matériels et Méthodes	
1. Méthodologie générale de l`étude	15
2. Présentation de laiterie VIEUX KSAR (El-Menia)	16
3. Echantillonnage	17
4. Filtration	17
5. Analyses physico-chimiques des effluents	19
5.1. Détermination du pH et de température	19

5.2. Conductivité électrique	19
5.3. Turbidité	20
5.4. Oxygène dissous	21
5.5. Matière sèche	22
5.6. Matière minérale	23
5.7. Matière organique	23
6. Analyse physico-chimiques de sable	24
6.1. Détermination de pH de sable	24
6.2. Conductivité électrique	24
6.3. Matière organique de sable	24
6.4. Granulométrie de sol	25
7. Analyse statistique	25

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Effet de filtration sur les paramètres physico-chimiques de sable	27
1.1. pH	27
1.2. Conductivité électrique	27
1.3. Matière organique	28
1.4. Granulométrie	28
1.5. Température	28
2. Durée de filtration	28
2.1. Durée de filtration de l'eau blanche de lait /Leben	28

2.2. Durée de filtration de l'eau blanche de beurre	29
3. Effet de filtration sur la couleur	30
3.1. Effet de filtration sur la couleur de l'eau blanche de lait\ leben	30
3.2. Effet de filtration sur la couleur de l'eau blanche de beurre	32
4. Effet de filtration sur les paramètres physico-chimique de l'eau blanche	33
4.1. Effet de filtration sur l'eau blanche de Lait\ Leben	33
4.1.1. Température	33
4.1.2. pH	34
4.1.3. Conductivité électrique	35
4.1.4. Turbidité	36
4.1.5. Oxygène dissous	37
4.1.6. Matière sèche	38
4.1.7. Matière minérale	39
4.1.8. Matière organique	40
4.1.9. Humidité	41
4.2. Effet de filtration sur l'eau blanche de beurre	42
4.2.1. Température	42
4.2.2. pH	43
4.2.3. Conductivité électrique	44
4.2.4.. Turbidité	45
4.2.5. Oxygène dissous	46
4.2.6. Matière sèche	47
4.2.7. Matière minérale	48
4.2.8..Matière organique	49

4.2.9.Humidité	50
5. Comparaison des résultats	52
Conclusion	
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction générale

La croissance du secteur laitier mondial est due à l'augmentation de consommation de lait et produits laitier, Environ 820 Mt de lait sont produits dans le monde chaque année, avec une croissance annuelle comprise entre 1 et 2 %. Plus de 80% du lait consommé provient des vaches laitières, 10 à 15 % de la bufflonne, moins de 4% des petits ruminants (brebis et chèvres), et moins de 1% de la chamelle. et 118 millions de fermes laitières dans le monde. 70 millions sont en Inde. La taille moyenne des fermes laitières en France et en Allemagne est de 65 vaches ; elle est de 94 aux Pays-Bas et 274 en Australie. Aux Etats-Unis, plus de la moitié des vaches laitières sont élevées dans des « méga fermes » de plus de 1 000 vaches. En 20 ans, la production laitière a augmenté de 60 % en Asie, de 45 % en Afrique et de 40 % en Amérique latine. Depuis 20 ans, la consommation de lait a quasiment stagné dans les pays développés ; elle a augmenté de 100 % en Afrique et de 110 % en Asie. Moins de 10 % de la production mondiale fait l'objet d'échanges internationaux : poudres de lait, fromages et beurre (Cirad, 2023).

A l'Etat de Ghardaïa, le secteur laitier a connu un grand développement ces dernières années grâce à l'application de divers moyens et mesures d'accompagnement et l'importation de bonnes races de vaches laitières avec la modernisation du système d'élevage et l'autoréalisation, étant satisfait de l'approvisionnement en fourrage en encourageant la culture du fourrage dans les grandes zones agricoles du sud de l'Etat, ainsi qu'à travers la mise en place d'un système de collecte de lait cru (DSA Ghardaïa, 2016).

Les industries laitières transforment les matières premières en un groupe de produits différents tels que le yaourt, le fromage, le beurre, etc. La réalisation de toutes ces transformations et industries nécessite une grande quantité d'eau. L'augmentation de la productivité de ces usines entraîne une augmentation de la quantité de déchets liquides rejetés, ce qui constitue un problème environnemental lorsqu'ils sont éliminés sans traitement. Les déchets liquides issus de la transformation laitière se caractérisent par de fortes charges en matière organique. En effet, les effluents laitiers contiennent principalement de l'eau et des résidus de lait ou de produits laitiers dilués. Les produits de nettoyage peuvent également être la cause de niveaux élevés de phosphore. De plus, la qualité des effluents dépend des produits finaux fabriqués sur place (Bourbon, 2018).

Naturellement, avec l'augmentation de la productivité de ce secteur, les quantités d'effluents de l'activité laitière augmentaient et, rejetés sans traitement, ils seraient nocifs et dangereux pour l'environnement en particulier et pour l'homme en général (Hamdani et al, 2001).

Notre travail est basé sur l'étude du traitement des effluents laitiers (eau blanche) des laiteries situées à El Menia (Laiterie VIEUX KASAR) en utilisant la technique d'infiltration sur filtre à sable pour réduire sa matière organique et réduire son impact sur l'environnement. Pour cela nous avons installé quatre filtres qui sont des tubes en PVC d'un diamètre de 15 cm et 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 la filtration : température, potentiel hydrogène (pH), conductivité électrique (CE), turbidité, oxygène dissous, matière sèche, matière minérale et organique.

Notre étude est présentée en 3 chapitres comme suit : Nous avons présenté dans le premier chapitre une synthèse bibliographique sur l'industrie laitière, ses caractéristiques et ses méthodes traite-le. Le deuxième chapitre dans lequel nous présentons la méthodologie générale du travail et les méthodes utilisées. Dans le troisième chapitre, les résultats et la discussion. Et enfin nous terminons le travail avec une conclusion générale.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

1. Production de l'industrie laitières

1.1. Production mondiale

En 1961, la production mondiale de lait s'élevait à 344 millions de tonnes, alors qu'en 2019 elle était de 883 millions de tonnes, soit une augmentation de 157 % **Figure 01**. (Verlior, 2021).

Depuis les années 1970, la production laitière se développe principalement en Asie du Sud et est le principal moteur de la croissance de la production laitière dans le monde. En Afrique, la production laitière croît plus lentement que dans d'autres régions en raison de la pauvreté et des conditions climatiques dans certains pays qui ne sont pas favorables. Les pays ayant le surplus de lait le plus élevé sont la Nouvelle-Zélande, les États-Unis, les États-Unis d'Amérique, l'Allemagne, la France, l'Australie et l'Irlande. Les pays les plus déficitaires en lait sont la Chine, l'Italie, la Fédération de Russie, le Mexique, l'Algérie et l'Indonésie. (FAO, 2019).

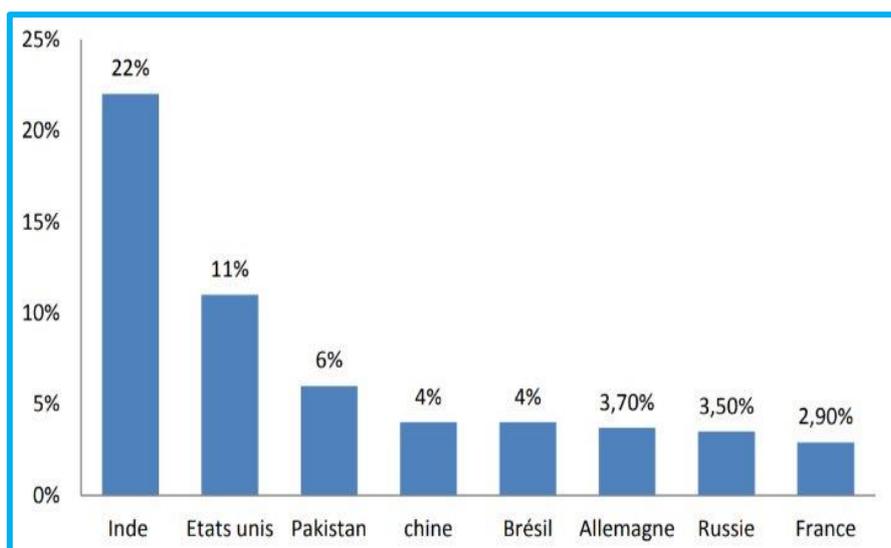


Figure 01 : Production mondiale du lait (Verleur, 2021)

1.1 Production nationale

La production de lait en Algérie a connu un développement important entre 2005 et 2015, avec une augmentation significative estimée à 2 744 653 000 litres à 3 722 557 000 litres en 2015, soit une croissance de 37%, car cette augmentation est principalement due à l'importation de vaches laitières et au changement massif de la structure des exploitations bien gérées, compte plus de 10 000 exploitations d'une capacité de litres 12 Vaches. La production laitière collectée a également augmenté significativement entre 2010 et 2015,

passant de 414 610 000 litres, soit 15% de la production laitière totale à 929 560 000 litres en 2015, une augmentation de 10 % par rapport à 2010 (Samah, 2018).

1.2. production locale (Ghardaïa)

Selon les déclarations faites par le responsable de la filière laitière à la Direction du service agricole (DSA) auprès de l'APS, la production mensuelle de lait dans la wilaya de Ghardaïa a atteint 1,2 million de litres de lait frais. L'investissement privé a permis d'établir environ neuf 9 laiteries réparties dans tout l'État, avec une capacité de production quotidienne de 135 000 litres. Il existe 3 produits laitiers dans la vallée du Mezab, avec une production journalière de 105 000 litres, et 3 autres à Gurara, avec une production totale de 20 000 litres/jour, un à Zelfana d'une capacité de 6 000 litres/jour, et un à Metlilil d'une capacité de 3 500 litres/jour, et également à El-Menia d'une capacité de 3 500 litres/jour (DK news, 2017). Pour notre étude, nous avons choisi la laiterie Vieux KSAR, située à Menia, et créée le 1er mai 2016 par l'investisseur agricole Hajjaj Mahmoud. Il est situé dans le quartier d'Al-Abbas à l'entrée du gouvernorat d'El-Menia.

2. Différents types des produits de l'industrie laiteries

Les produits laitiers ont une place importante dans la structure des importations algériennes de 13 à 14% (Kassimi, 2013), parmi lesquels les produits sont : le fromage, le beurre et le lait.

2.1. Fromage

Les fromages sont obtenus par coagulation des protéines du lait (caséine), séparées du lactosérum. Il existe des centaines de variétés de fromages, et beaucoup d'entre elles sont caractéristiques d'une région particulière du globe. Cependant, la plupart des fromages sont produits dans les pays développés. Le fromage peut être affiné ou non affiné et de consistance dure, semi-dure, molle. Les différentes caractéristiques du fromage découlent des différences dans les compositions et les types de lait, les procédés appliqués et les micro-organismes utilisés (FAO 2023).

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 (CE, 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 ultra filtré, 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 (CE. 2006).

3. Différents types des effluents liquides de l'industrie laiteries

Les eaux usées du secteur laitier sont extrêmement nocives pour l'environnement extérieur lorsqu'elles sont évacuées de l'usine sans prétraitement (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 résiduelles 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 : lactosérums, eaux usée domestique (verts brunes) et eau blanches.

3.1 Lactosérums

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).

3.2 Eaux usée domestique (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 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 et produits présent dans les canalisations des installations avant le nettoyage de ces dernières (Soraya, 2005).

4. Caractéristiques physico-chimique des effluents des industries laitières

Les effluents laitiers est caractérisé par :

4.1. 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).

4.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre l'acide et le 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).

4.3. Conductivité électrique (CE)

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).

4.4. 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).

4.5. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de déterminer 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 (Bontonx, 1993).

5. Effets des effluents laiteries

5.1. Influence sur l'environnement

L'élimination des déchets non traités entraîne une pollution de l'air, de l'eau et du sol. Les déchets organiques et animaux qui ne sont pas éliminés judicieusement peuvent polluer les cours d'eau entraînant une pollution de l'eau potable, des efflorescences algales et des dommages à la faune et à la flore (Partricien Wilden., 2008).

➤ pollution de l'air

Produit des émissions de gaz d'échappement (dioxyde de carbone, oxydes azote et monoxyde de carbone) dans le secteur de la transformation laitière provenant de la combustion de gaz, fioul ou gazole dans les turbines, chaudières, compresseurs et autres moteurs utilisés dans le but de produire de l'énergie et de la chaleur, ce qui a un impact sur le réchauffement climatique ou l'effet de serre (IFC, 2007) et production d'odeurs nauséabondes (fermentation).

➤ pollution de l'eau

Les effluents laitiers présentent un risque de contamination lorsqu'ils sont rejetés sans traitement et il est chargé des matériaux suivants : azote, phosphore, graisses, huiles et graisses COD, BOD. Ce qui se traduit par une augmentation de la biomasse microbienne, une diminution de la teneur en oxygène dissous, la propagation de champignons et d'algues, des dépôts de boue...etc. En d'autres termes, il produit le phénomène d'eutrophisation du milieu (Moletta. R & Torrijos .M, 1999).

➤ **pollution du sol**

Effets résultant du déversement des effluents laitiers non traités qui apparaissent à proximité des sites d'épandage, le sol devient acide et a de mauvaises propriétés mécaniques ; Les sols peuvent également contenir des produits toxiques ou des microbes pathogènes extraits des déchets : perte de biodiversité, érosion, diminution de la stabilité des sols, tout cela représente une pollution importante des sols. (FAO 2018).

5. 2 Influence sur la santé

La détérioration des conditions environnementales est une cause majeure de problèmes de santé et de détérioration de la qualité de vie. Les déchets organiques qui sont déversés sur le sol et laissés pourrir dans les rues constituent une grave menace pour la santé car ils attirent les rats et autres vecteurs de maladies. Les cours d'eau pollués rendent les communautés vulnérables aux maladies d'origine hydrique. La pollution du sol peut réduire son aptitude à la production alimentaire. Les substances toxiques émises dans l'atmosphère contribuent à la pollution de l'air et à l'augmentation de l'incidence des maladies respiratoires chez les personnes, en particulier dans les zones urbaines. De plus, des objets comme le verre peuvent présenter un danger pour la sécurité des personnes et des animaux (PartricienWilden., 2008).

5. 3 Influence 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 laitières

6.1 Procédés physico-chimiques

Les eaux usées du secteur laitier sont principalement constituées de substances carbono-organiques solubles (concentrations élevées en lactose, acides aminés, petits peptides, etc.). Par conséquent, le traitement de ce type d'eaux usées est centré 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).

➤ Procédés biologiques aérobies

Les procédés biologiques aérobies sont basés sur l'élimination de matières organiques biodégradables dans des conditions aérobies. Les processus aérobies sont efficaces pour réduire la DCO et la DBO et sont les plus répandus dans les sites de transformation laitière. Ce sont des opérations maîtrisées et rentables.

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

➤ **Procédés biologiques anaérobies**

Les processus biologiques anaérobies correspondent à la transformation d'une partie de la matière organique biodégradable en biogaz (méthane et dioxyde de carbone). Ces technologies, moins efficaces que les procédés aérobies d'extraction de la matière organique des eaux usées, ont l'avantage de produire moins de boues et de fournir une source de biogaz valorisable en énergie, (Rodriguez 2005). L'effluent peut également être traité en bassin d'anoxie. La matière organique est alors biodégradée en l'absence totale d'oxygène, et cette technologie permet notamment de l'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 sélectionnée a été utilisée pour dégrader les composés organiques volatils et non volatils résiduels en CO₂ 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 combinée des effluents des moulins à huile et des eaux usées domestiques (Zeev, 2009).

7. Technique d'infiltration sur filtre à sable

7.1 Définition

L'infiltration-percolation ou infiltration rapide est une technique d'épuration des eaux usées qui consiste à faire passer l'effluent à traiter à travers un sol hautement perméable (10 à 30 cm/jour). Elle est en général réalisée au moyen de bassins d'infiltration remplis de sable, inondés à raison de quelques centaines de litres par m² et par jour, pendant plusieurs jours ou plusieurs semaines . Les charges appliquées vont de 50 m à 150 m par an et sont

fonction des caractéristiques de l'effluent et du sol, ainsi que des conditions climatiques (Sayah K. Yehya H, 2021).

7.2. Histoire de l'application

Au XVIII^e siècle, l'épuration de l'eau se généralise : en France, La Hire propose à chaque foyer de disposer d'une citerne d'eau de pluie et d'un filtre à sable. Au siècle suivant, la première usine de purification d'eau a été établie dans la ville de Paisley - Écosse en 1904. Cette station utilisait des filtres à sable et à gravier pour purifier l'eau. Dans le monde de 1827, un ingénieur civil du nom de Robert Thom a inventé ce qu'on appelle les filtres à sable lents en Écosse. Deux ans plus tard, un ingénieur urbain connu sous le nom de James Simpson a développé un filtre similaire qui a été utilisé dans le monde entier. Au 19^e siècle, le scientifique britannique John Snow a découvert que les personnes qui buvaient de l'eau filtrée ou traitée étaient moins sensibles au choléra qui affligeait le pays, de sorte que les stations d'eau ont établi le Capital Water Act de 1852 exigeant le filtrage de toute l'eau entrant pour la ville de Londres. Dans les années 1940, ils ont mis en place les normes de consommation auxquelles nous sommes habitués aujourd'hui. Dans les années 1970, la Federal Water Pollution Control Act a été promulguée aux États-Unis d'Amérique. Aujourd'hui encore, la filtration reste une étape essentielle de la chaîne de traitement de l'eau potable à l'exception des eaux souterraines captées dans des puits ou des sources, jugées d'assez bonne qualité pour s'en passer (Kinetico, 2021).

Chapitre II:

Matériels et Méthodes

1. Méthodologie générale de l'étude

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). A cet effet, l'objectif principal de notre étude est de faire un prétraitement des effluents laitier (Eau blanche) à travers des filtres à sable afin de réduire leurs matières organiques et les matières en suspension, qui représentent la principale cause de pollution du milieu extérieur.

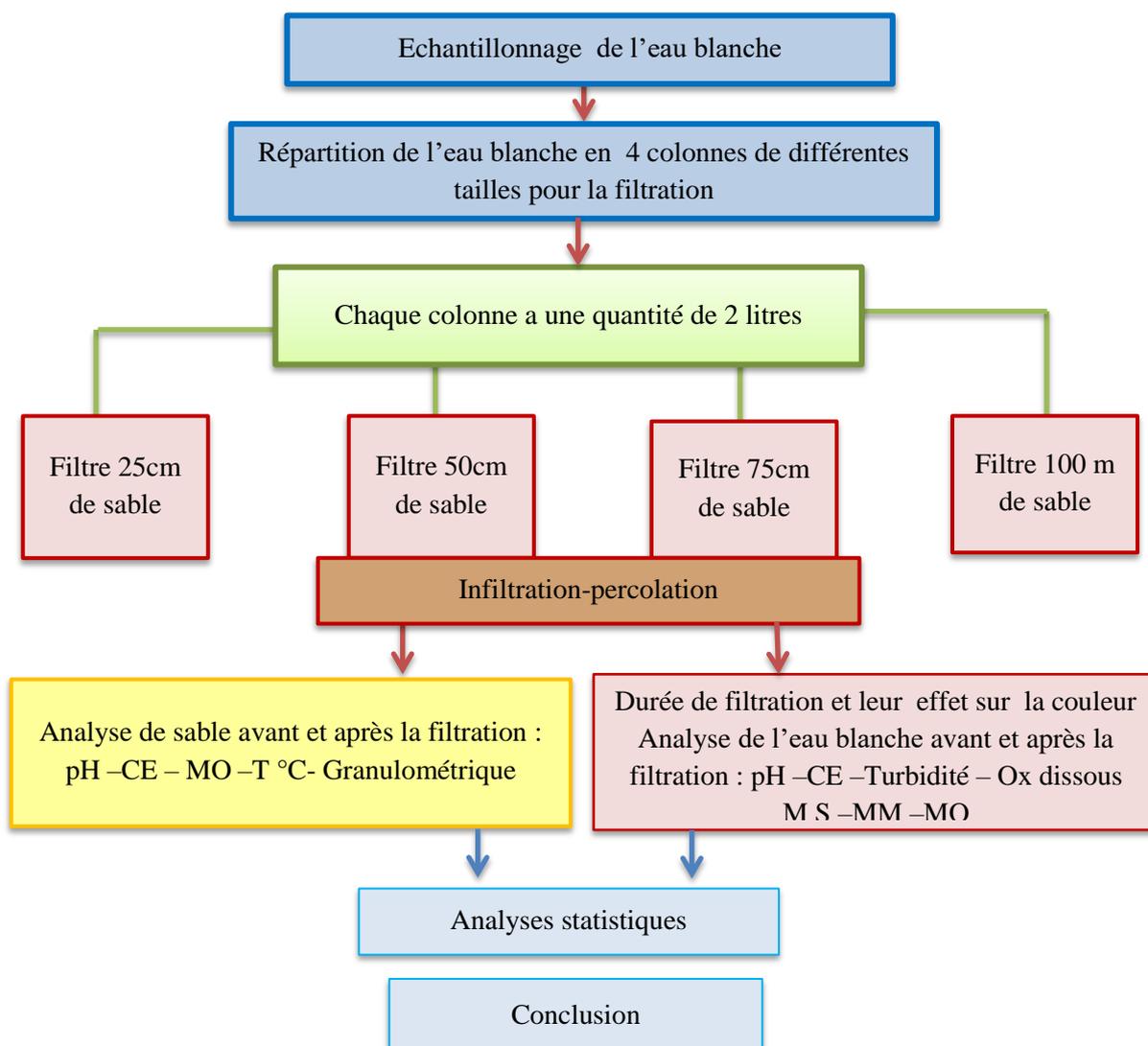


Figure 02: Méthodologie global de travail

Pour cela, nous procéderons à faire des analyses en laboratoire pour les effluents laitier (Eau blanche) avant et après la filtration, pour connaître l'influence des différents filtres sur les paramètres physico-chimiques suivants : Température, le potentiel d'hydrogène (pH), conductivité électrique, turbidité, l'oxygène dissous, matière sèche, matière minérale et la matière organique figure02. Nous avons réalisées toutes les analyses dans les laboratoires de la Faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université de Ghardaïa.

2. Présentation de laiterie VIEUX KSAR (El-Menia)

La laiterie Vieux Ksar elle situés dans l'entrée de la Wilaya de El-Menia ($30^{\circ}35'43.5''N2^{\circ}52'42.3''E$) sur une superficie de 1000m², ce qui crée à 2016. Elle se limite à la production de lait et de certains de ses dérivés uniquement, elle produit presque 3500 litres par jour de ses produits, et cela varie selon les saisons et la situation économique globale. Parmi ses produits : lait pasteurisé, Leben, beurre et sachets de sorbet.

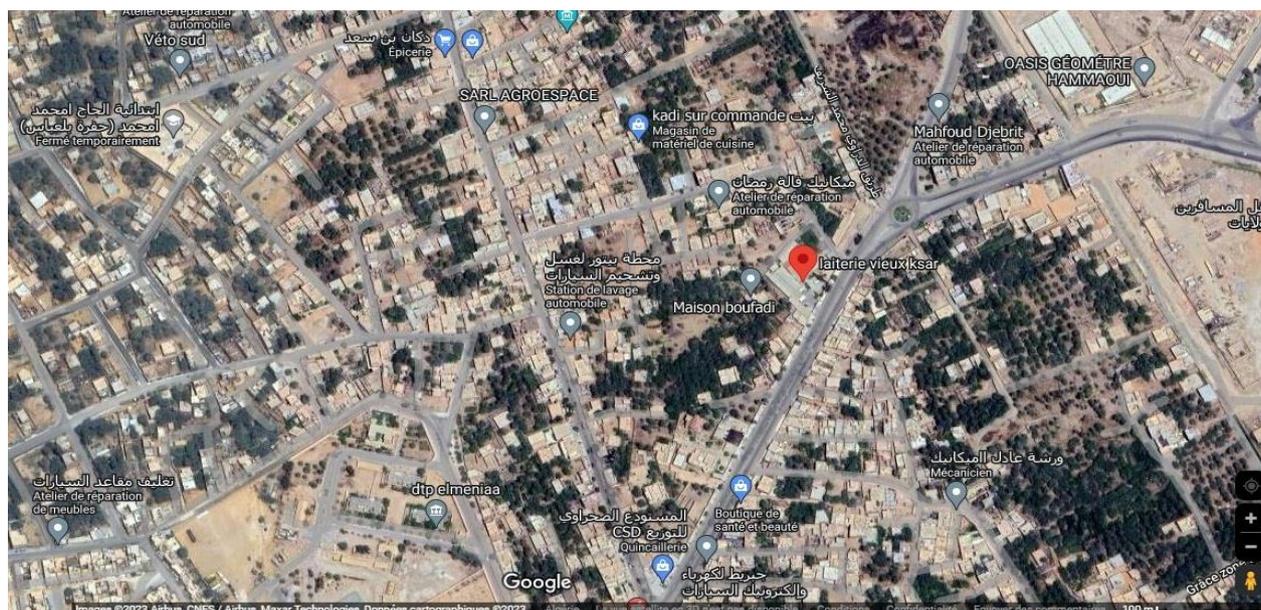


Figure 03: localisation de la laiterie VIEUX-KSAR

3. Echantillonnage

Des échantillons (lait, leben et beurre) d'effluents laitier sont prélevés le 13 Mars 2023, au niveau d'une laiterie (Vieux ksar) de la région de El-Menia ($30^{\circ}35'43.5''N2^{\circ}52'42.3''E$) dans la wilaya de El-Menia. Pour les effluents laitiers (lait\ leben) il a été prélevé du canal

de drainage dédié pour les effluents (lait\leben) Et les déchets liquides de beurre il a été prélevé du canal de drainage dédié aux déchets de beurre.

Les échantillons sont introduits dans des bidons (20 L), ils sont stockés à l'obscurité, dans un environnement non oxygéné et à 2°C.

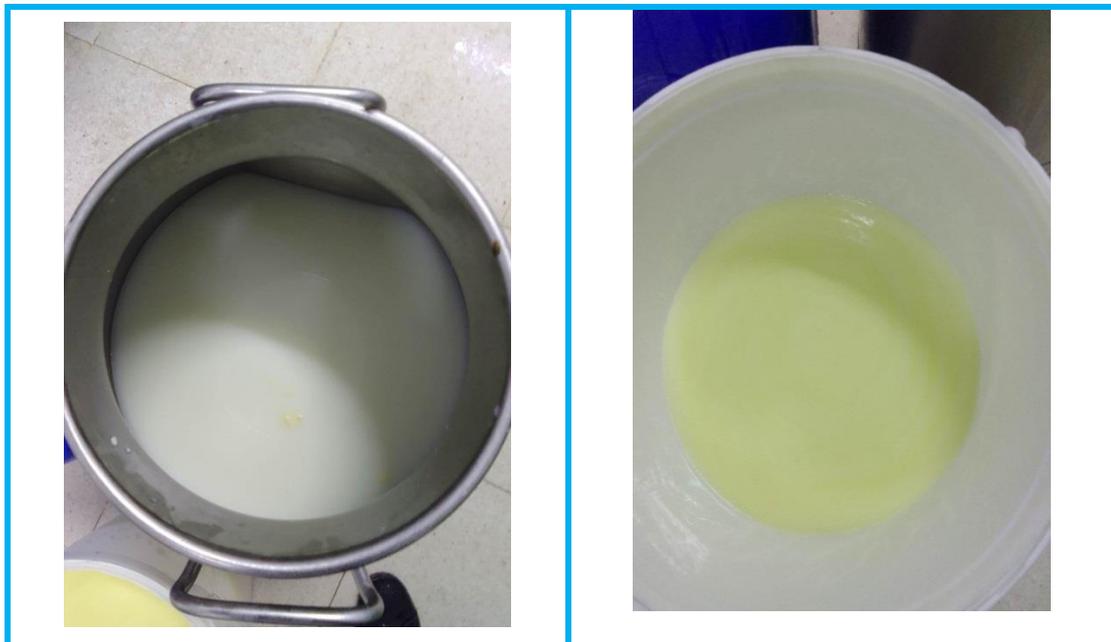


Figure 04: lait\leben

Figure 05: beurre

4. 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 huit tubes en PVC d'un diamètre de 15 cm contenant chacun du sable et du gravier (figure 05) comme suit :

- 1- (02) Filtres :** 10 cm gravier + 100 cm de sable + 10 cm gravier.
- 2- (02) Filtres :** 10 cm gravier + 75 cm de sable + 10 cm gravier.
- 3- (02) Filtres :** 10 cm gravier + 50 cm de sable + 10 cm gravier.
- 4- (02) Filtres :** 10 cm gravier + 25 cm de 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.



Gravier



Sable



Huit tubes en PVC d'un diamètre

Figure 06: Composants des filtres

5. Analyses physico-chimiques des effluents

5.1. Détermination du pH et de température

Le pH des eaux usées est une indication de leur taux d'acidité, Il a été déterminé par un pH-mètre (figure 07) et la température a été mesuré à l'aide d'un pH mètre (Rodier *et al*, 2009).

Expression des résultants :

La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil.

Mode opératoire

Avant d'effectuer une mesure, on règle la température du pH mètre, rincer la sonde à l'aide d'eau distillée, puis l'essuyer. On prend 100 ml des effluents brute à analyser dans un erlenmeyer, on plonge la sonde dans la solution et on lit le pH. Nous répétons le processus quatre fois dans chaque solution.



Figure 07: pH mètre de type Aawa AD130

5.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau (γ) est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (ρ).

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

- γ : conductivité (en $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$ ou S. m⁻¹).
- ρ : résistivité (en $\Omega \cdot m$).
- R : résistance (en Ω).
- L : distance entre les deux électrodes (en m).
- S : surface de chaque électrode (en m²) (Rodier et al, 2009).

Principe

Le but de ce test la détermination des espèces ionisantes (Rodier J. 1984)

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/ conductimètre.
- ❖ 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 et Lahmar., 2018).

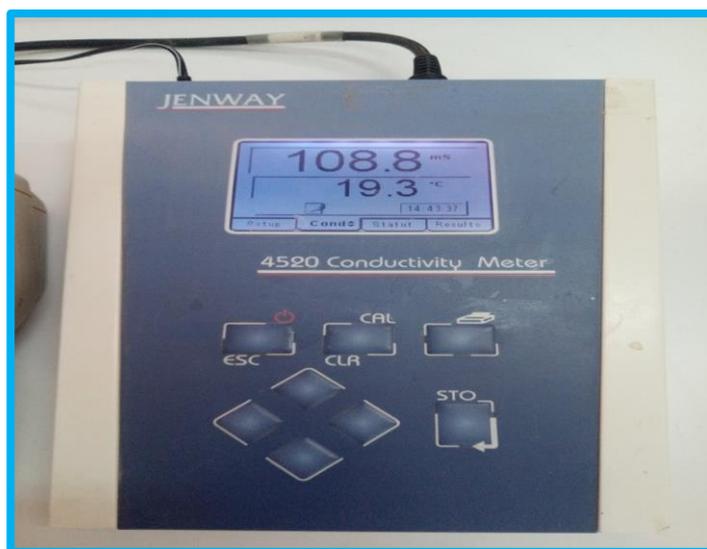


Figure 08: Conductimètre de type JENWAY 4520.

5.3. 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)

-Mode Opérateur

- 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 Δ 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 09 : Turbidimètre de type AL250T-IR

5.4. Oxygène dissous

Est la quantité d'oxygène gazeux O₂ dissous dans l'eau, pénètre par l'absorption directe de l'atmosphère, L'O₂ varie avec la température.

(AquaPortail<https://www.aquaportail.com>).

On peut exprimer la teneur en oxygène dans l'eau soit en concentration ou pourcentage de saturation ce dernier donne donc une indication sur le degré d'équilibre entre l'air et l'eau.

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.



Figure 10 : Oxymètre (inoLab-oxi7310)

5.5. Matière sèche

La matière sèche a été déterminée par dessiccation dans une étuve ventilée jusqu'à poids constant. 5 ml des eaux usées ont été introduit dans un cristalliseur préalablement taré. Ce dernier a été placé dans une étuve à 105°C pendant 48 heures (jusqu'à poids constant). La différence de poids correspond à la perte d'humidité et le résidu caractérise la teneur en matière sèche de l'échantillon (Rodier *et al*, 2009).

Expression des résultats

- ❖ MS : Matière sèche
- ❖ X : Poids de l'échantillon en gramme après évaporation
- ❖ y : Poids de l'échantillon en gramme avant évaporation

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



Figure 11 : Etuve



Figure 12 : Crusées

5.6. Matière minérale

La matière minérale correspond au résidu issu de la calcination à 550°C pendant 5 heures dans un four à moufle. (Rodier et al, 2009).

On calculé la teneur de la matière minérale d'après l'expression :

$$Mm (mg) = P_2 (mg) - P_0 (mg)$$

Mm : matière minérale

P₂ : Poids de creusées après le 4h le four à moufle en (mg)

P₀ : Poids de creusées vide en (mg).

5.7. Matière organique

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) issues de la calcination à 550°C pendant 5 heures dans un four à moufle (Rodier *et al*, 2009).

On calculé la teneur de la matière organique d'après l'expression :

$$Mo (mg) = MS (mg) - Mm (mg)$$

Mo : Matière organique

Ms : matière sèche

Mm : matière minérale.

6. Analyse physico-chimiques de sable

6.1. Détermination de pH de sable

La valeur du pH de sable est déterminée par l'analyse de la concentration en ions H^+ à l'état dissocié, dans le liquide surnageant de la solution (terre/eau) (1/5) par un pH-mètre (Mathieu et al, 2003).

Mode opératoire

- Peser 20g de terre (<2mm) séchée à 40C° dans un bécher.
- Ajouter 50ml de solution d'eau déminéralisée et Agiter durant 2 h par l'agitateur rotatif.
- Laisser reposer 2 h. plonger l'électrode dans le liquide surnageant et effectuer le mesurer. Laisser la lecture se stabiliser durant plusieurs seconds.



Figure 13 : Echantillon de sable

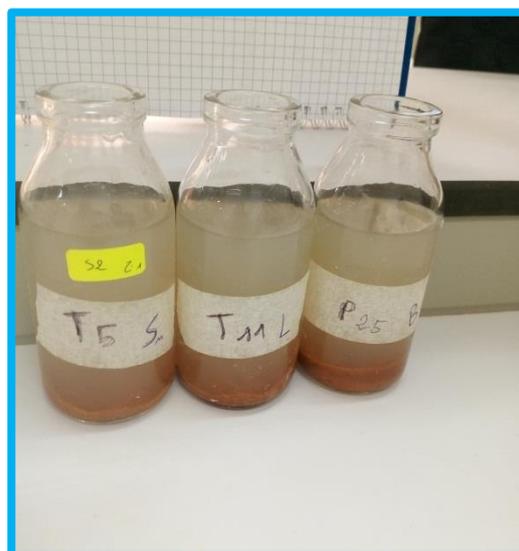


Figure 14 : La solution eau /terre

6.1 Conductivité électrique

Pour mesurer la CE, un conductimètre de type (JEBWAY 3540) a été utilisé dans un l'extrait aqueux (terre/eau) (1/5) (Mathieu et al, 2003).

6.2 Matière organique de sable

Le dosage de la matière organique est réalisé selon la méthode de Walkley et Black modifiée. Le taux de matière organique est calculé par l'équation ci-dessous, après avoir estimé le carbone organique (C.O.) à 58% de la M.O (Mathieu et al, 2003).

$$MO (\%) = \% C \times 1,724$$

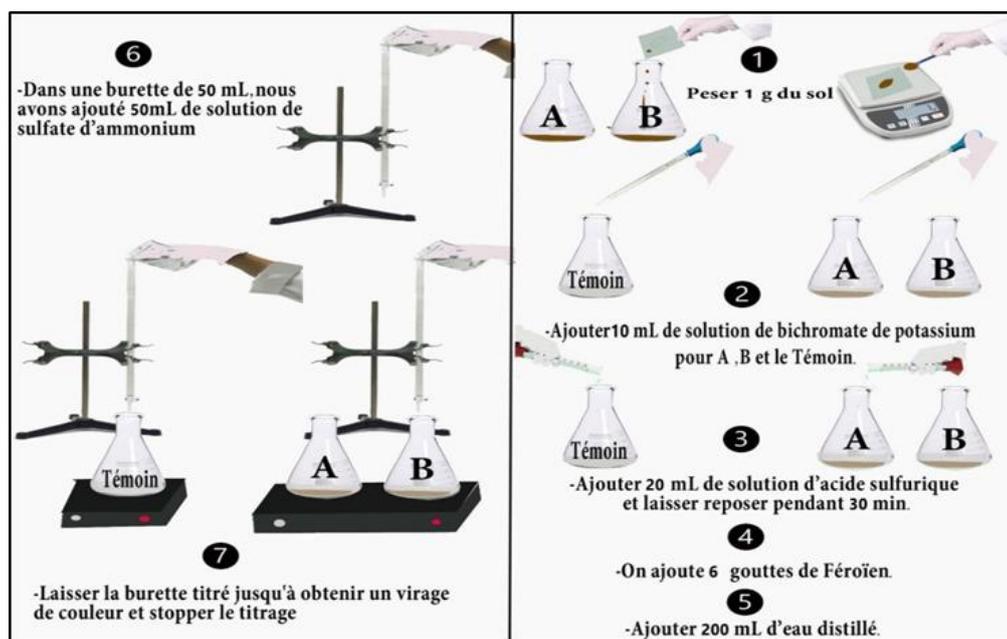


Figure 15 : Protocole d'analyse de la matière organique (Chenini et Elgueroui, 2019).

6.3 Granulométrie de sol

Granulométrie d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. Il n'existe pas de méthode parfaite pour déterminer la granulométrie; l'exactitude de la méthode dépend de la nature du sol et, plus précisément, de la forme géométrique des particules et du pourcentage des matières organiques qu'elles renferment.

L'étude granulométrique des particules permet de déterminer la surface spécifique (m^2/g) du sol, ce qui permet d'estimer sa capacité d'adsorption des métaux et des substances organiques. Elle permet aussi d'estimer la quantité de matières en suspension et la quantité de matières sédimentées lorsque des travaux de dragage sont effectués (QUÉBEC.2015).

7. 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 ($\alpha = 5\%$).

Chapitre III :

Résultats et discussion

A travers ce chapitre, nous présenterons tous les résultats obtenus avec explication, interprétation et discussion.

1. Effet de filtration sur les paramètres physico-chimiques de sable

Tableau 1 : Propriétés physico-chimique de sable avant et après la filtration

	Sable normal	Sable de filtre de lait	Sable de filtre de beurre
pH	9.28	8.88	8.83
CE μS	371	337	265
MO %	1.0394	0.96	0.68
Granulométrie	Sable	Sable Limoneux	Sable
T °C	20	20	20

En ce qui concerne les résultats devant nous, nous notons que toutes les valeurs ont diminué après filtration, car nous remarquons une légère diminution du pH et une diminution significative en termes de conductivité, ainsi qu'une légère diminution de la matière organique.

Et nous en concluons que l'eau blanche a affecté la texture du sol dans le filtre à lait et a affecté la conductivité et la matière organique dans le filtre à beurre.

1.1 pH

Nous notons que la valeur du pH avant filtration était de 9.28 et a diminué dans les deux filtres, puisqu'elle a été estimée à 8.88 dans le filtre pour le (lait\ leben) et a été estimée à 8.83 dans le filtre pour le beurre.

Cela est dû à la nature des effluents qui y sont dissous, car cela affecte un petit pourcentage et réduit le pH en raison de la dissolution des matériaux présents dans les effluents.

1.2 Conductivité électrique

Nous notons que la valeur de conductivité électrique du sable avant filtration était de 371 (μ S/cm), et elle a diminué dans les deux filtres, de sorte qu'il y a eu une légère diminution dans le filtre pour le (lait\ leben) dans la valeur de conductivité estimée à 337(μ S/cm), et dans le filtre à beurre nous a remarqué une diminution importante, estimée à 265(μ S/cm).

Cela est dû à la nature de l'effluent laitier où elle a affecté le sable, ce qui a entraîné une diminution de la valeur de sa conductivité électrique.

1.3 Matière organique

Nous notons que la valeur de la matière organique avant filtration était de 1.04% et a diminué dans les deux filtres, puisqu'elle a été estimée à 1.00% dans le filtre pour le (lait\leben) et a été estimée à 0.7 % dans le filtre pour le beurre.

Cela est dû à la dissolution des effluents laitiers, qui ont entraîné une diminution de la valeur de la matière organique dans le sable.

1.4 Granulométrie

On remarque que la texture de sol était sable 100% avant filtration, et après filtration, on remarque que dans le filtre à (lait\leben), la texture de sol est devenue sable par 99% et limon par 1%, et cela est dû à l'effet des effluents sur celui-ci. Et pour le filtre de beurre, on constate que la texture de sol est restée la même 100% sable.

Cela nous pouvons dire que les effluents laitiers et la filtration n'affectent pas la texture du sol, sauf par un petit pourcentage.

1.5 Température :

La température du sable avant et après filtration est restée constante à 20°C, et cela est dû au fait que les effluents laitiers n'affectent pas la température du sable.

2. Durée de filtration

2.1 Durée de filtration de l'eau blanche de lait /Leben

Les résultats de la différence de temps de filtration de l'eau blanche pour chaque tube sont

Tableau 2 : variation de durée de filtration de lait/leben

	25cm	50cm	75cm	100cm
T1	13 min	16 min	20 min	27 min
T2	50 min	1 h 5 min	1 h 20 min	1 h 50 min

présentés dans les tableaux

- 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 litre) à travers le filtre

Les résultats obtenus concernant la durée de la première goutte passant à travers le filtre ont montré que le premier filtre (25 cm) enregistrait la période la plus courte (13 minutes), tandis que le quatrième filtre (100 cm) enregistrait la période la plus long (27 minutes). Le filtre 2 (50 cm) ont enregistré (16 minutes) et le filtre 3 (75 cm) a enregistré (20 minutes). On remarque que plus la quantité de sable n'est élevée, plus la première goutte passera longtemps à travers le filtre.

Concernant la durée de filtrage totale, le filtre 1 a également enregistré la durée le plus court, tandis que le filtre 4 a enregistré la durée le plus long, mais les filtres 2 et 3 ont enregistré des durées moyennes, Alors que les filtres 1 et 2 ont enregistré des durées presque similaires. La durée de filtration enregistrée pour le filtre 04 représente presque deux fois de la durée enregistrée pour filtres 1 et 2. Ce qui devait être obtenu, en raison de la différence de quantité de sable.

Nous notons que nos résultats ont estimé la période la plus longue à 1 heure et 50 minutes, et les résultats obtenus à (BEN HAF AF, 2021) ont estimé la période la plus longue à 2 heures, 17 minutes et 37 secondes Par conséquent, nous concluons que la période d'obtention de nos résultats était inférieure à la période obtenue à partir de l'étude précédente (BEN HAF AF, 2021).

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

2.2 Durée de filtration de l'eau blanche de beurre

Tableau 3 : variation de durée de filtration de beurre

	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm
T1	12 h 5 min	12 h 20 min	22 h 05 min	37 h 20 min
T2	25 h 48 min	27 H 5 min	29 h	44 h 15 min

- 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 litre) 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 (12h 05 minutes), tandis que le

quatrième filtre (100 centimètre) a enregistré la période la plus longue (37 h 20 minutes). Alors que les filtres 2 (50 centimètre) a enregistré (12 h 20 minutes) et le filtre 3 (75 centimètre) a enregistré (22 h 05 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 1 a également enregistré la durée le plus court, tandis que le filtre 4 a enregistré la durée le plus long. On remarque que les filtres 1 et 2 ont enregistré des temps quasi identiques. Mais généralement, il n'y a pas beaucoup de différence dans la durée de filtrage des échantillons sur tous les filtres.

Nous notons que nos résultats ont estimé la période la plus longue de 44 heures et 15 minutes Et des résultats obtenus à (BEN HAFAF 2021), la période la plus longue a été estimée à 2 heures et 17 minutes.

Par conséquent, nous concluons que la période d'obtention de nos résultats était plus longue que la période obtenue à partir de l'étude précédente (BEN HAFAF2021).

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.

4. Effet de filtration sur la couleur

3.1 Effet de filtration sur la couleur de l'eau blanche de lait\ leben

Les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la couleur de l'eau blanche (lait\ leben) sont présentés dans le tableau 4 et le figure 16

Tableau 4 : Changement de couleur de l'eau blanche de de lait\ leben

	25 cm	50 cm	75cm	100 cm
Couleurs	blanche	blanche jaunâtre	blanche jaunâtre	transparent

La figure 16 et le tableau 4 montre que les filtre 4 est considérée comme les meilleurs filtres en raison de leur capacité à changer la couleur des effluents laitier (lait/leben) du blanche au transparent par rapport aux autres filtres, Alors qu'il est constaté que le filtre 1 est incapable d'améliorer la couleur de l'effluent laitier (lait/leben) par rapport au reste des filtres.



Figure 16 : Couleurs de l'eau blanche (lait\leben) après la filtration

Dans nos résultats, nous notons que le filtre 4 est le meilleur filtre en raison de sa capacité à convertir la couleur de les effluents laitiers (lait/leben) en transparent, et nous notons que les résultats obtenus à (BEN HAFAF 2021) étaient que le filtre 4 est l'un des

meilleurs filtres en raison à sa capacité à convertir la couleur du lactosérum en transparent. Nous notons que les résultats obtenus à (BEN ACHO2021) Le filtre 4 était l'un des meilleurs filtres en raison de sa capacité à transformer la couleur des eaux usées en une couleur transparente.

3.2 Effet de filtration sur la couleur de l'eau blanche de beurre

Les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la couleur de beurre est présentés dans le tableau 5 et le figure 17 suivants

Tableau 5: Changement de couleur de l'eau blanche de beurre

	25 cm	50 cm	75cm	100 cm
Couleurs	Jaune pâle	jaunâtre	blanche	transparent

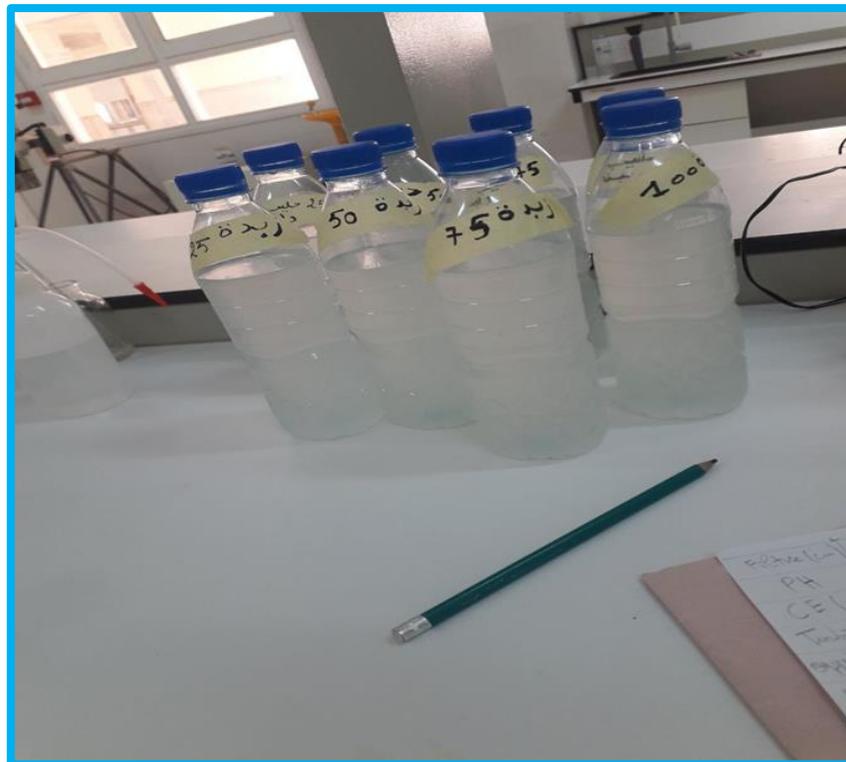


Figure 17 : Couleurs de l'eau blanche (beurre) après la filtration

La figure 17 et le tableau 5 montre que le filtre 4 est considéré comme les meilleurs filtres en raison de leur capacité à changer la couleur des effluents laitier (beurre) du Jaune pâle au transparent par rapport aux autres filtres, Alors qu'il est constaté que le filtre 1 est incapable d'améliorer la couleur de l'effluent laitier (beurre) par rapport au reste des filtres. Dans nos résultats, nous notons que le filtre 4 est le meilleur filtre en raison de sa capacité à convertir la couleur de les effluents laitiers (beurre) en transparent, et nous notons que les résultats obtenus à (BEN HAFAF 2021) étaient que le filtre 4 est l'un des meilleurs filtres en raison à sa capacité à convertir la couleur du lactosérum en transparent. Nous notons que les résultats obtenus à (BEN ACHO2021) Le filtre 4 était l'un des meilleurs filtres en raison de sa capacité à transformer la couleur des eaux usées en une couleur transparente.

4. Effet de filtration sur les paramètres physico-chimique de l'eau blanche

4.1. Effet de filtration sur l'eau blanche de Lait\ Leben

4.1.1. Température

La variation de température de l'eau blanche de Lait (brut et filtrées) a été donnée par la figure 18. La valeur la plus élevée a été enregistrée pour les échantillons issus de filtre 2 (50cm) et le filtre 4 (100cm) avec 20.8 C°, tandis que la valeur la plus faible a été enregistrée pour l'échantillon brut avec 20.3 C°. La température des autres échantillons sont 20.5 et 20.7 pour les filtres: 1(25cm) et 3(75cm) respectivement

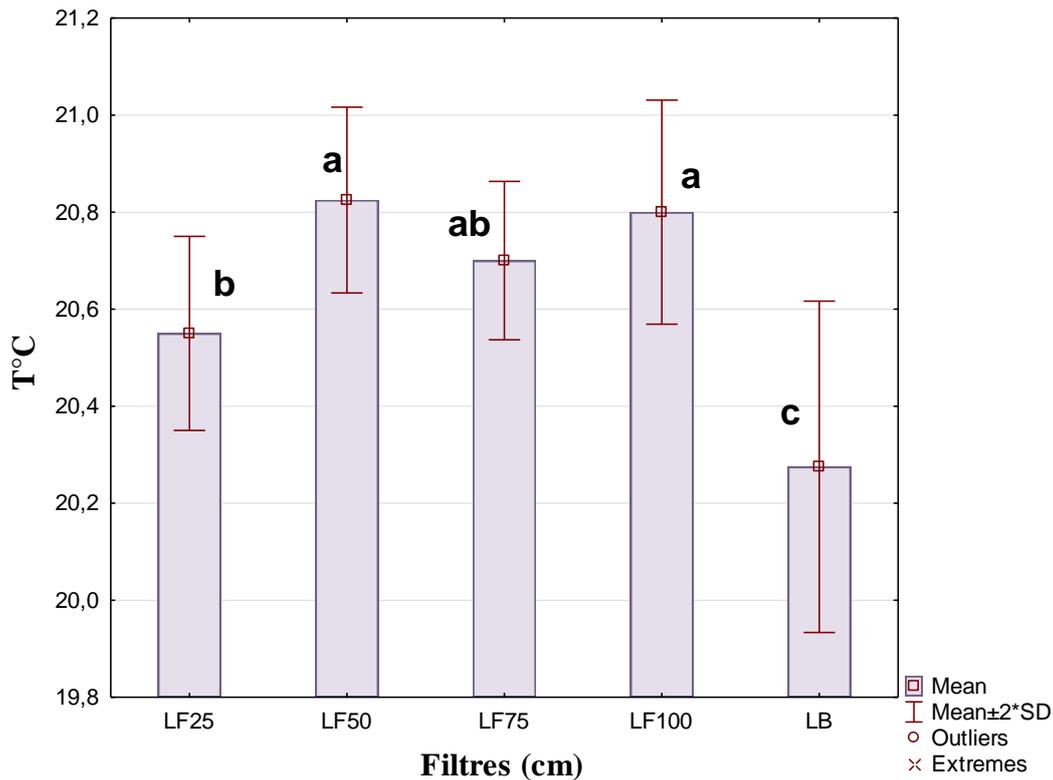


Figure 18: Température de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait \ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

Les valeurs obtenues pour la température restent acceptables aux valeurs limites pour la teneur en substances nocives dans les eaux usées non domestiques au moment de leur rejet ou dans la station d'épuration où la valeur maximale de la température doit être inférieure de 30° (Décret exécutif N° 09-209 du 11 juin 2009).

L'étude statistique a montré que tous les filtres ont un effet différentiel sur la température de l'eau blanche de lait (Figure 18). Par conséquent, nous constatons une légère augmentation de la température, en raison de son association avec des valeurs de conductivité électrique élevées.

4.1.2 pH (potentiel Hydrogène)

La figure 19 présente les valeurs du pH de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration. La valeur la plus élevée est enregistrée pour l'échantillon obtenu à partir du filtre 3 (75cm) avec 5.3 et la valeur la plus faible est obtenue par l'eau blanche brute avec 4.1, les valeurs 5.0, 5.2 et 4.9 sont enregistrées pour les échantillons issus par les filtres : 1(25cm), 2 (50cm) et 4(100cm). Les résultats obtenus sont inférieurs par rapports aux résultats de Babou, (2017) il est trouvé 7.4 et Dengou il est trouvé 7.

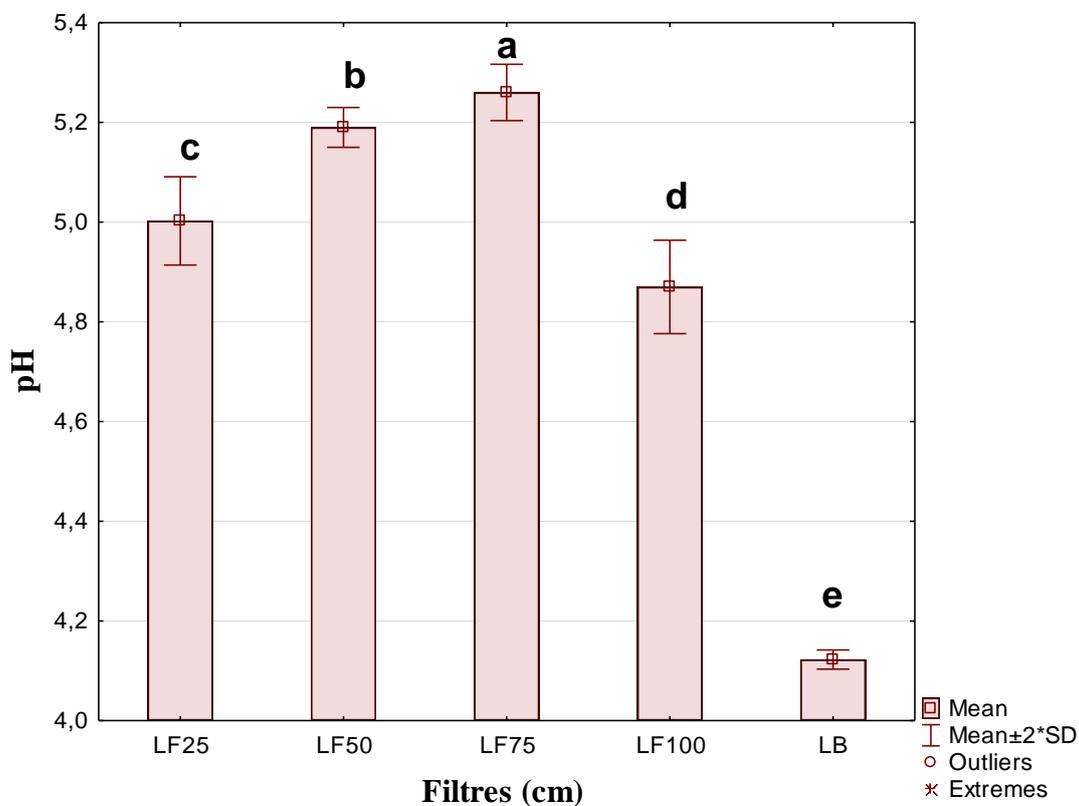


Figure 19: pH de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait \ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

Les valeurs de pH obtenues restent inférieures aux valeurs acceptables par rapport à la valeur limite minimales 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).

L'étude statistique a montré que tous les filtres entraînent une augmentation significative des valeurs de pH de l'eau blanche, ce qui signifie que l'acidité augmente après le traitement avec des filtres à sable.

4.1.3. Conductivité électrique (CE)

Les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la conductivité électrique sont présentés dans la figure 20. Les résultats ont montré que la valeur la plus élevée a été enregistrée au niveau l'échantillon obtenu à partir du filtre 4 avec 8.2ms et la valeur la plus basse a été enregistrée pour l'eau blanche brute avec 4.0ms, les valeurs 5.3, 6.5 et 7.5ms pour les filtres : 1, 2 et 3 respectivement. Ces résultats sont très proche par rapport les résultats de Dengou, (2017) il est trouvée 5.7 ms.

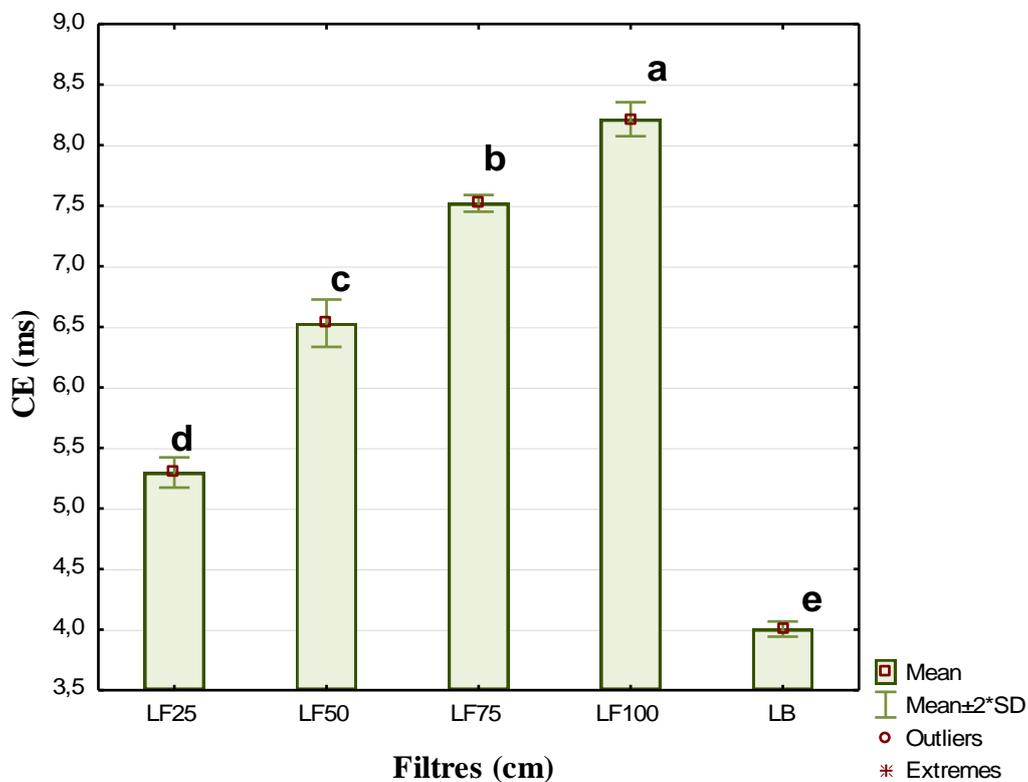


Figure 20 : Conductivité de l'eau blanche de lait \ leben avant et après la filtration

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

LF(Filtre de l'eau blanche de lait \ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

L'étude statistique a montré que la valeur de la conductivité augmente linéairement avec l'augmentation de la longueur du filtre, c'est-à-dire que plus la quantité de sable dans chaque filtre n'est grande, plus la valeur de la conductivité augmentée avec elle, car elle est

liée à la lixiviation des minéraux du sable et la minéralisation des matières organiques (Kherrouet, 2015)

4.1.4. Turbidité

La figure 21, donnée les résultats des valeurs de la turbidité pour l'eau blanche (brute et filtrée) de lait\ leben, la valeur la plus élevée a été enregistrée dans l'échantillon brut, et diminue progressivement en raison de l'effet des filtres, atteignant plus de 80 %. Ces résultats sont inférieurs par rapports les résultats dengou, (2017) il est trouvé 200 (NTU).

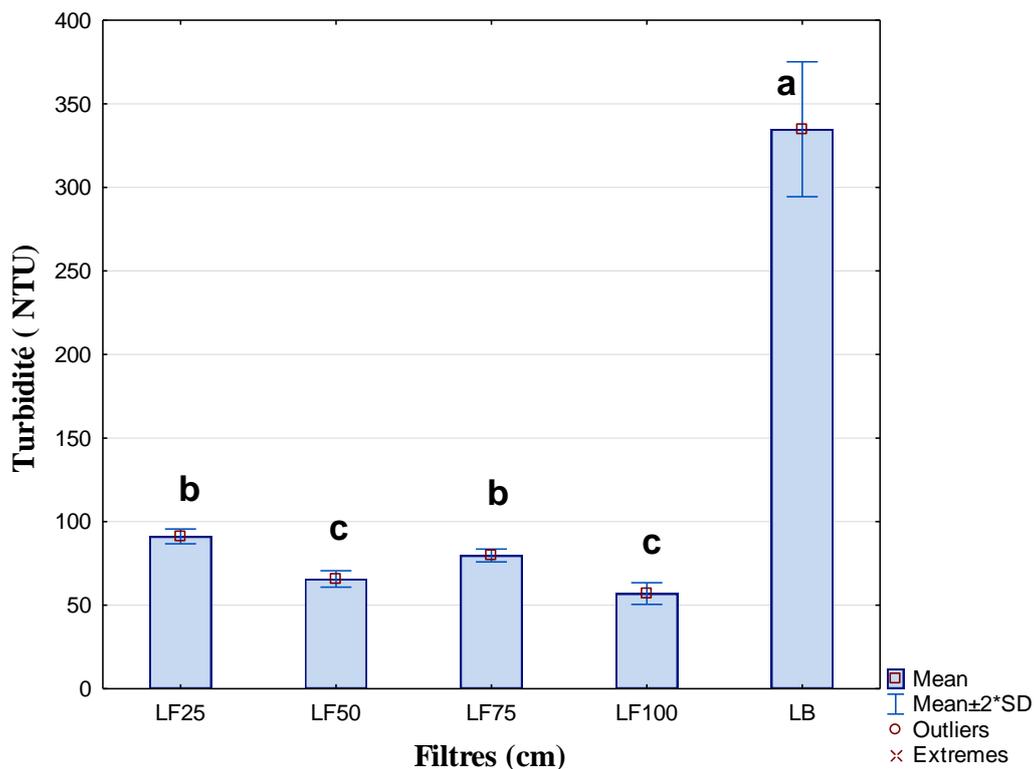


Figure 21 : Turbidité de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait\ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

La turbidité de l'eau est causée par la présence de matières en suspension ou de matières présentes dans la solution telles que des matières minérales et organiques ou d'autres matières microscopiques (Rodier et al, 2005).

L'étude statistique a prouvé l'efficacité des filtres à réduire les polluants non dissous, car les valeurs de ce facteur reflètent largement l'efficacité du filtre à sable.

4.1.5. L'oxygène dissous

La figure 22 donne les résultats des valeurs d'oxygène dissous pour l'eau blanche de lait (brute et filtrée). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées pour l'échantillon brut avec une valeur de 2,59 mg et l'échantillon obtenu à partir du filtre 4 avec 2,54 mg, mais la plus petite valeur a été enregistrée pour l'échantillon généré à partir du filtre 3 avec une valeur de 1,09 mg, tandis que les échantillons issus des filtres 1 et 2 ont enregistré une valeur de 1,24 mg. Ces résultats sont supérieurs que les résultats obtenue par Bounaoua, (2016) il est trouvé 0.5 (mg/l).

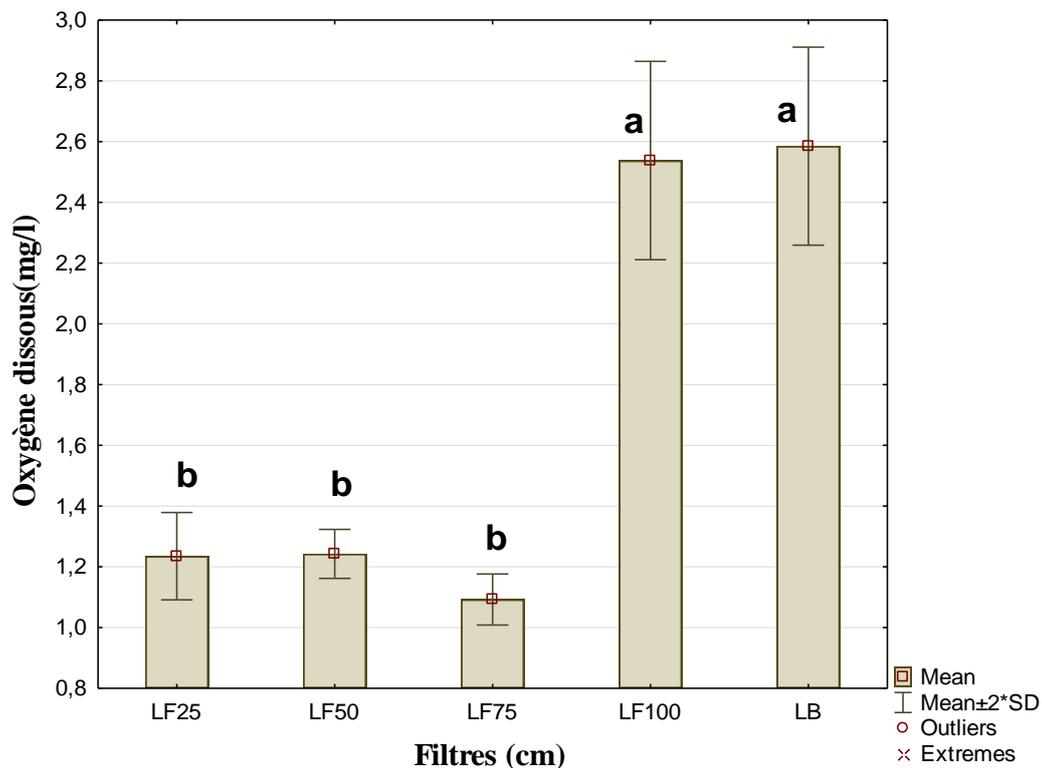


Figure 22 : Oxygène dissous de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait \ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres 1, 2, 3 sur les valeurs d'oxygène dissous, car l'oxygène dissous diminue dans ces filtres, et cette diminution des valeurs d'oxygène après traitement est due à la réduction de la matière organique dans l'eau blanche de lait. pour le filtre 4, une augmentation significative du pourcentage d'oxygène

dissous, et cela est dû au fait que la fuite sur le sable a permis à l'effluent de s'oxyder, et cette augmentation est due à la pourcentage de sable dans le filtre (Kharrouet, 2015).

4.1.6. Matière sèche

La figure 23 présenté les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la teneur de la matière sèche de l'eau blanche de lait. La valeur la plus élevée est enregistrée pour l'échantillon brute avec 14,4 g/l et la valeur la plus faible est pour le filtre 1 avec 4,40 g/l avec, les valeurs 4.70, 5.26 et 6,33 sont enregistrés pour les échantillons issus par les filtres : 2(50cm), 3 (75cm) et 4(100cm).

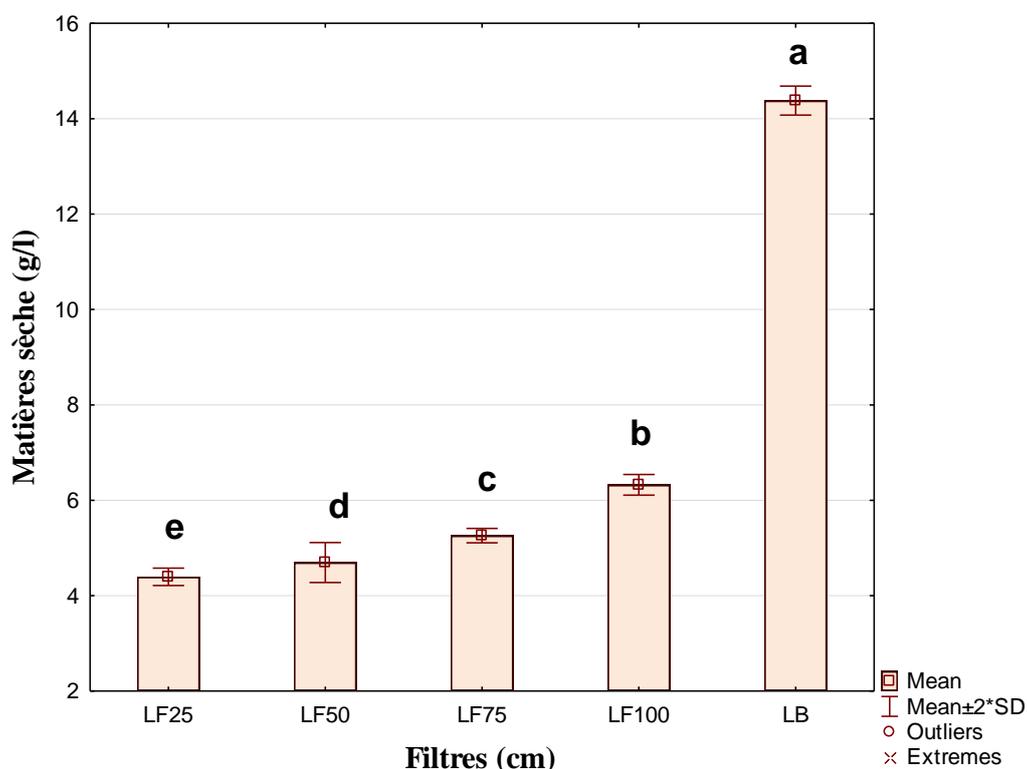


Figure 23 : Matière sèche de l'eau blanche de lait \ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait \ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

L'étude statistique montre qu'il y a un effet des différents filtres sur le contenu de matière sèche dans l'eau blanche. La matière sèche est réduite d'un pourcentage plus de 65%, ce qui indique l'efficacité des filtres à réduire les polluants présents dans les échantillons. La diminution des teneurs de matière sèche après le traitement est due à la diminution des particules de substances insolubles, telles que les matières organiques et autres...

4.1.7. Matière minérale

La variation de teneurs en matière minérale de l'eau blanche (brut et filtrées) a été donnée par la figure 24. La valeur la plus élevée est enregistré pour l'échantillon obtenu à partir du filtre 4 avec 1.99 g/l, et le plus faible pour l'échantillon obtenu à partir du filtre 1 et l'échantillon brut avec 0.94 et 1.12 g/l respectivement. Les autres valeurs sont : 1.60, 1.77 g/l pour les échantillons issus par les filtres 2 et 3 respectivement.

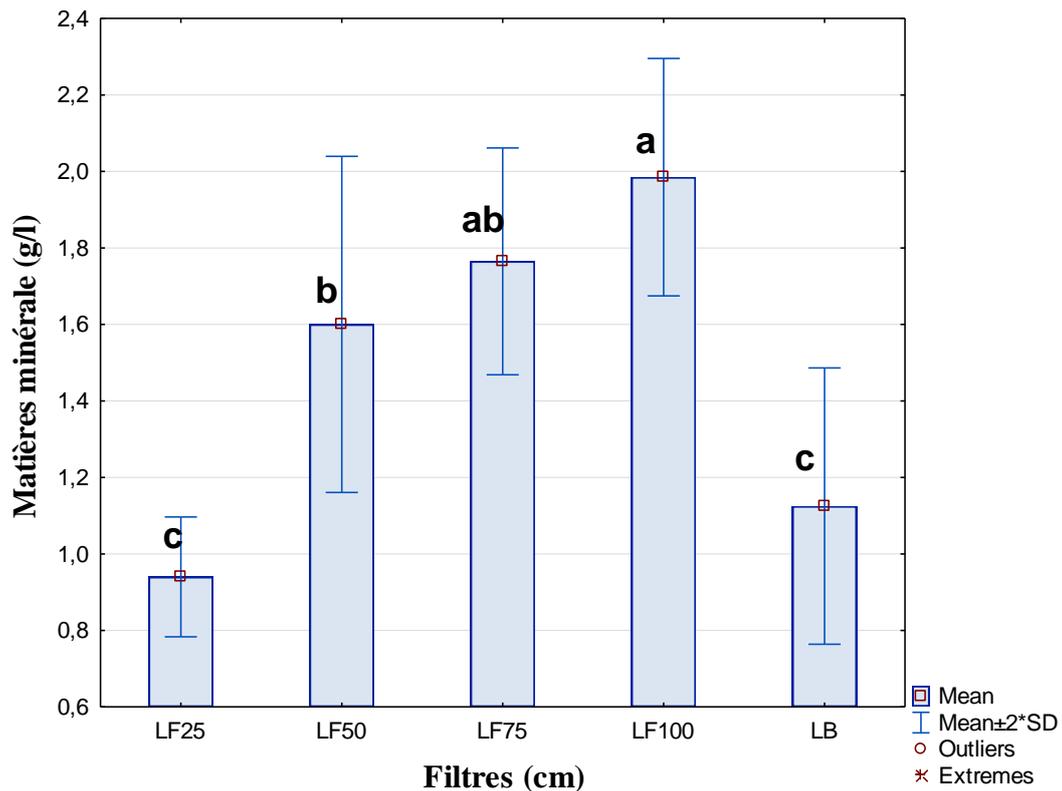


Figure 24 : Matière minérale de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait \ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres (2, 3 et 4) sur la teneur en matière minérale, car elles provoquent une légère augmentation. Cette augmentation est due au lessivage des minéraux du sable et à la minéralisation de la matière organique (Kherrouet, 2015).

4.1.8. Matière Organique

La figure 25 présente les résultats de matière organique avant et après la filtration de l'eau blanche. La valeur la plus élevée est enregistrée pour l'échantillon brut avec 13.3 g/l, et la plus faible pour l'échantillon obtenu à partir du filtre 2 avec 3.10 g/l et les valeurs 3.46, 3.50 et 4.34 g/l pour les échantillons issus par les filtres 1, 3 et 4 respectivement.

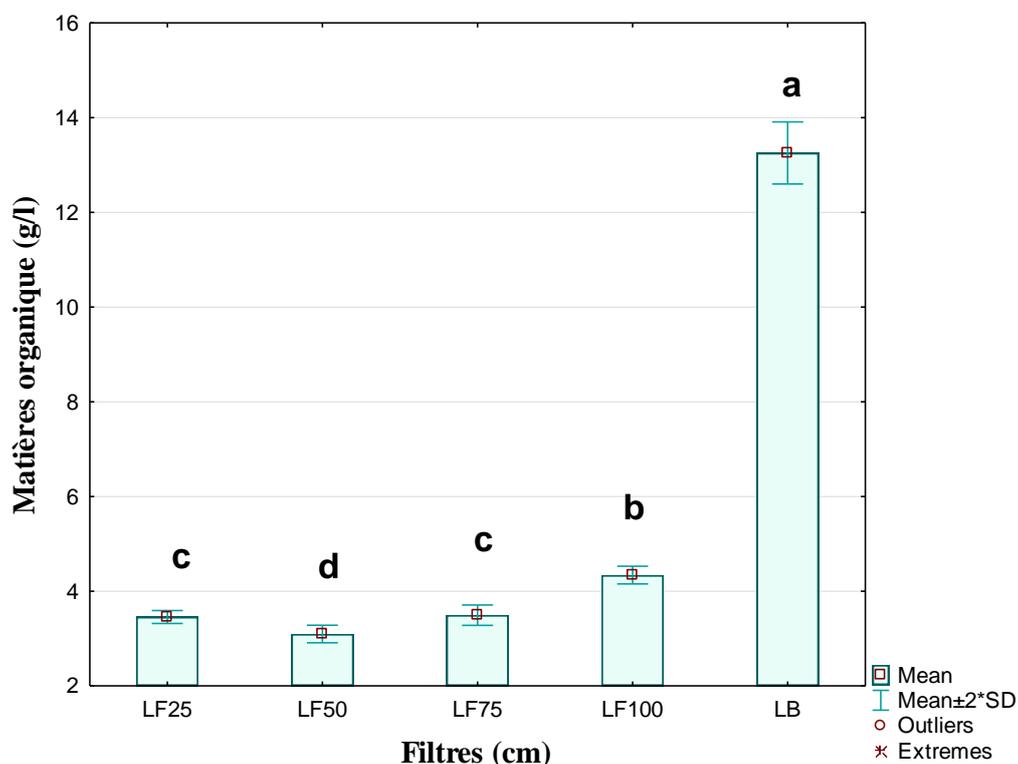


Figure 25 : Matière organique de l'eau blanche de lait \ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait \ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait \ leben)

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres sur le contenu de matière organique, leur teneur diminuait progressivement avec l'augmentation de la longueur du filtre, le pourcentage de réduction variait de 67 % à 76 %, ce qui indique l'efficacité des filtres à réduire les polluants organiques présents dans l'eau blanche de lait.

4.1.9. Humidité

La figure 26 montre les résultats d'humidité de l'eau blanche avant et après filtration, où les résultats étaient proches et complètement stables, ce qui indique que les différents filtres n'ont aucun effet sur l'humidité de l'eau blanche produite à partir du processus de production de lait\ leben.

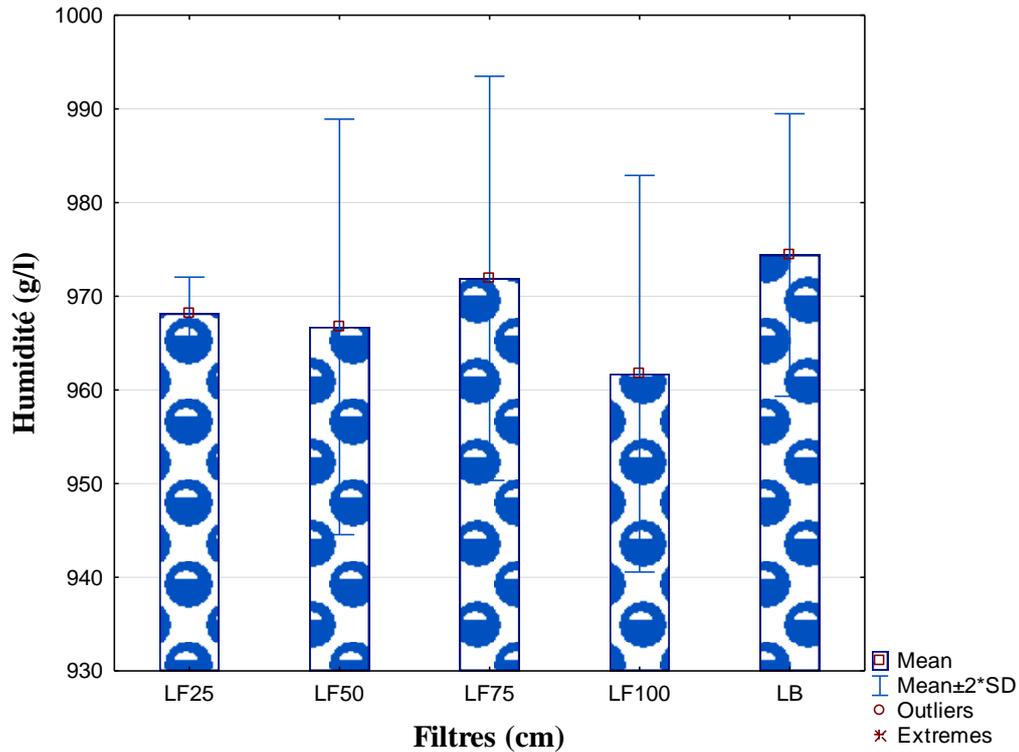


Figure 26 : Humidité de de l'eau blanche de lait\ leben avant et après la filtration

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

LF (Filtre de l'eau blanche de lait\ leben) et LB (l'eau blanche brute de lait\ leben)

4.2. Effet de filtration sur l'eau blanche de beurre

4.2.1. Température

La variation de température de l'eau blanche de beurre (brut et filtrées) a été donnée par la figure 27. La valeur la plus élevée a été enregistrée pour l'eau blanche issu de filtre 2 (20.8 C°), tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée pour l'eau blanche issu de filtre 1 (20.1 C°). La température des autres filtres sont 20.4, 20.7 et 20.3C° pour les filtres: 3, 4 et brut respectivement.

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

L'étude statistique a montré que tous les filtres n'ont aucun effet sur la température de l'eau blanche.

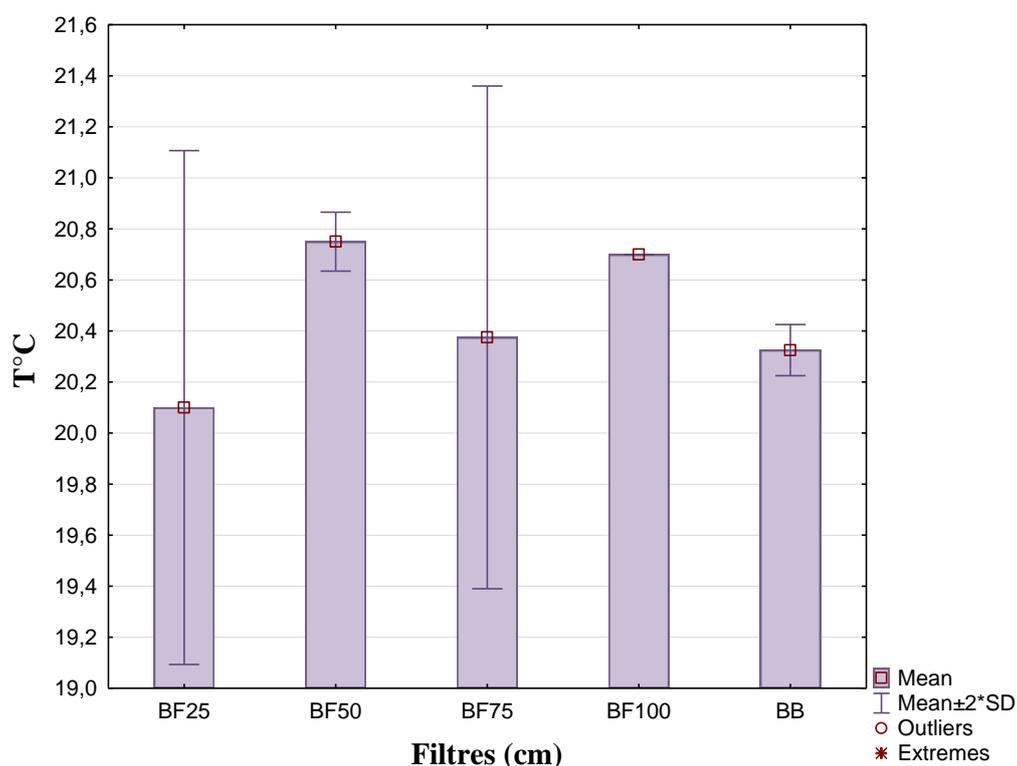


Figure 27 : Température de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

4.2.2. pH (potentiel Hydrogène)

Les résultats obtenus de l'effet de différents filtres sur la valeur pH de l'eau blanche de beurre sont représentées dans la figure 28. La valeur la plus élevée est enregistrée pour l'eau blanche obtenue par le filtre 1 (25cm) avec une valeur de 5.25 et la valeur la plus faible est enregistrée pour l'eau blanche brute avec 4.17. Les valeurs 5.07, 5.14 et 5.17 sont enregistrés pour les échantillons issus par les filtres 2, 3 et 4 respectivement. Les résultats sont inférieurs par rapports aux résultats de Babou, (2017) il est trouvé 7.4 et Dengou il est trouvé 7.0.

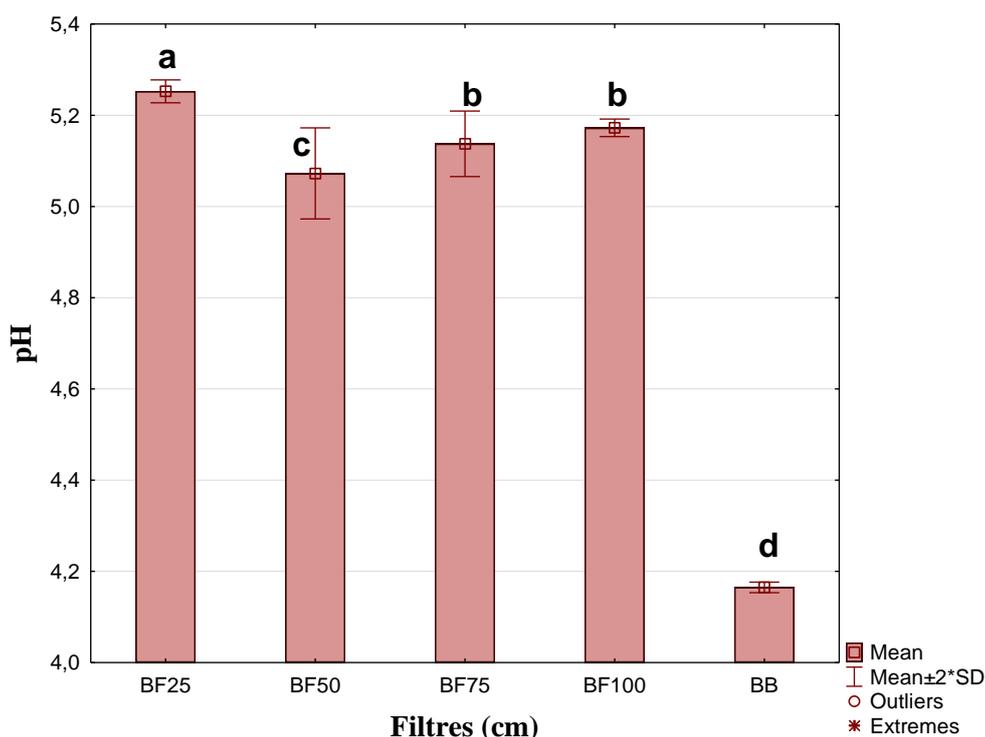


Figure 28 : pH de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

Les valeurs de pH sont toujours inférieure au minimum autorisé selon la loi 1222/09. L'étude statistique a montré que tous les filtres entraînent une augmentation significative des valeurs de pH de l'eau blanche ce qui signifie que l'acidité augmente après le traitement avec la filtration en raison de la nature du sable. Mais sa valeur est toujours inférieure à la valeur minimale (5.5 -8.5) autorisée par le Décret exécutif N° 09-209 du 11 juin 2009.

4.2.3. Conductivité électrique (CE)

Les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la conductivité électrique sont présentés dans la figure 29. Où les résultats ont montré que la valeur la plus élevée a été enregistrée au niveau de l'eau blanche obtenue par le filtre (3) avec 10,38 ms et la valeur la plus basse a été enregistrée dans l'eau blanche brute avec 5,63 ms et les valeurs 9.45, 9.57 et 10.0 ms pour l'eau blanche obtenue par les filtres 1, 2 et 4 respectivement.

L'étude statistique montrée une augmentation de la conductivité après filtration, cette augmentation étant liée au lessivage des minéraux du sable et à la minéralisation des matières organiques. Cette augmentation a été annoncée par Kherrouet (2015), lors de travaux sur le traitement des eaux industrielles des pressoirs à huile d'olive par la technologie de la filtration sur sable.

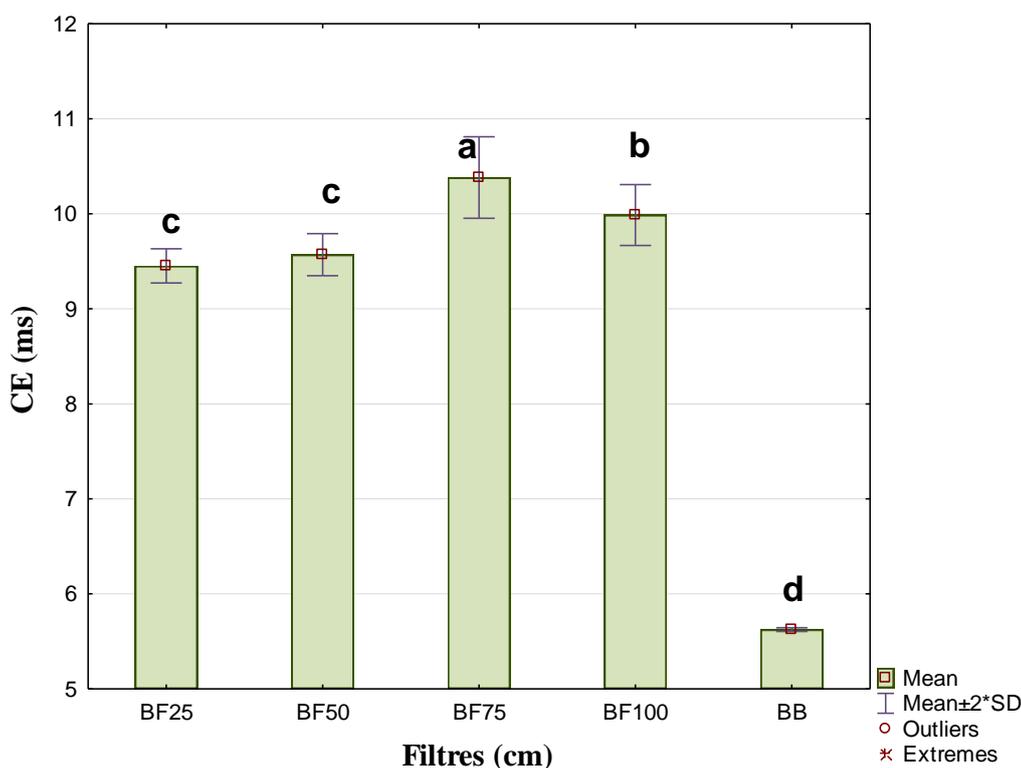


Figure 29 : Conductivité électrique de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

4.2.4. Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble (Rejsek, 2005). La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales, des matières organiques ou d'autres matières microscopiques (Rodier *et al*, 2005).

Les résultats des analyses de la turbidité sont représentés dans la figure 30. Les valeurs enregistrées sont 831(NTU) pour l'eau blanche brute et concernant l'eau blanche filtrée, les valeurs sont comprises entre 107.9 et 166.3 (NTU). Ces résultats sont inférieurs par rapports les résultats dengou, (2017) il est trouvé 200 (NTU).

Il y a un effet de différents filtres sur La turbidité. Les taux de diminutions sont: 80% pour les filtres 3 et 4, 82% pour le filtre 2 et 87% pour le filtre 1. A travers ces résultats, on constate que les différents filtres sont efficaces pour réduire la proportion de matières organiques, en suspension et minérales, et le meilleur d'entre eux est le filtre 1 (0,25 mètre).

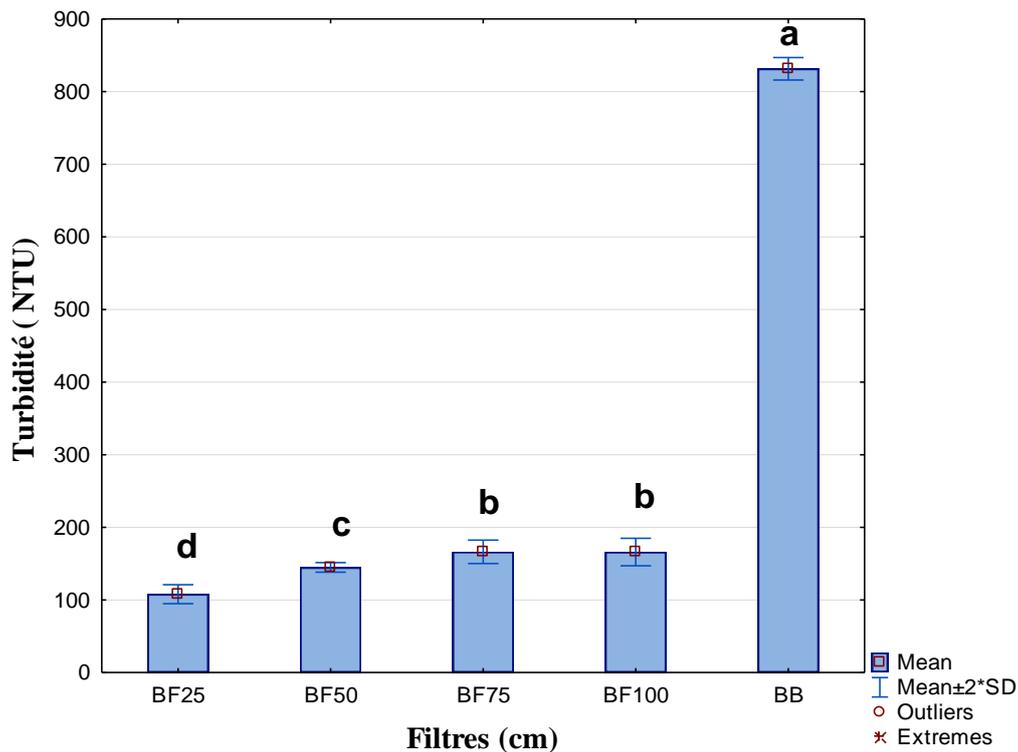


Figure 30 : Turbidité de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF(Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

4.2.5. L'oxygène dissous

Les résultats des valeurs d'oxygène dissous pour l'eau blanche (brute et filtrée) sont représentés dans la figure 31, la valeur la plus élevée a été enregistrée pour l'échantillon brut avec 4,7 mg/l. Aussi, les valeurs diminuent par ordre décroissant après le filtrage, où les valeurs pour les filtres 1, 2, 3 et 4 sont respectivement : 1.47, 2.30, 3.18, et 4.27 mg/l. Ces résultats sont supérieurs que les résultats obtenue par Bounaoua, (2016) il est trouvé 0.5 (mg/l).

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres sur la valeur d'oxygène dissous, car sa valeur diminue significativement, surtout avec le filtre 1, et cette diminution est due à la diminution de la matière organique dans l'eau blanche.

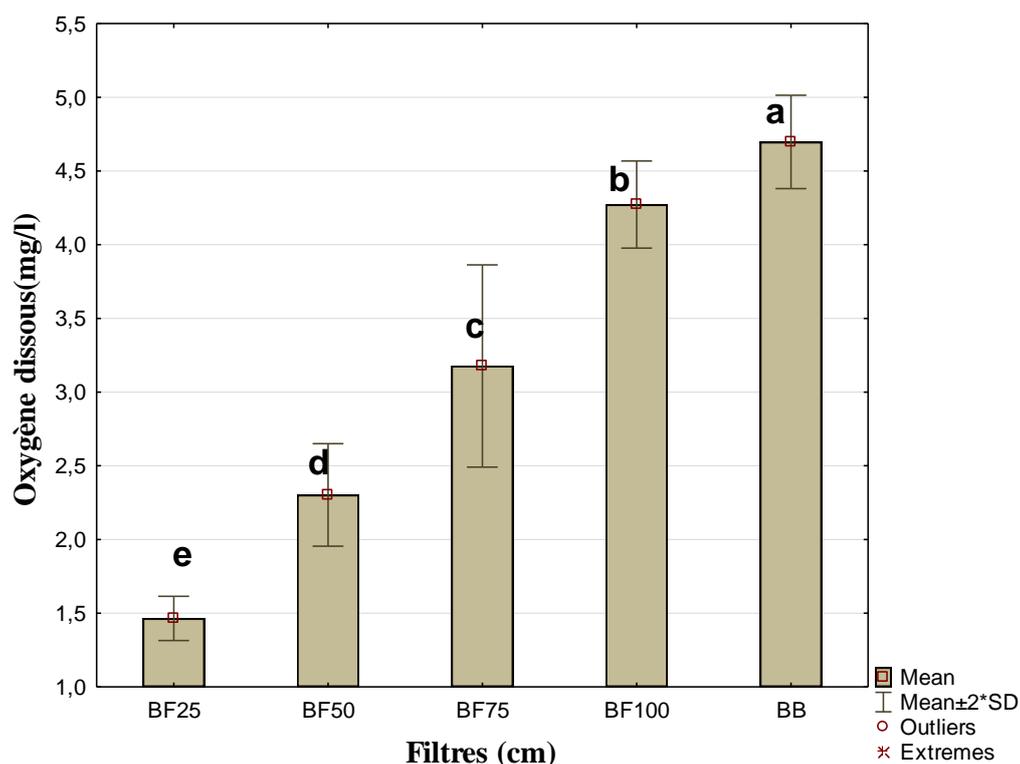


Figure 31 : L'oxygène dissous de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

4.2.6. Matière sèche

La figure 32 présentés les résultats obtenus concernant l'effet des différents filtres sur la teneur de la matière sèche de l'eau blanche de beurre. La valeur la plus élevée est enregistrée pour l'échantillon brute (23.1 g/l) et la valeur la plus faible est dans le filtre 4 (8.10 g/l), les valeurs 8.30, 8.40 et 8.70 g/l sont enregistrés pour les échantillons issus par les filtres : 2, 3 et 1 respectivement.

L'étude statistique montre qu'il y a un effet des différents filtres sur le contenu de matière sèche dans l'eau blanche. La matière sèche est réduite d'un pourcentage significatif allant jusqu'à 62%, ce qui indique l'efficacité des filtres à réduire les polluants présents dans les échantillons. La diminution des valeurs de matière sèche après traitement est due à la diminution des particules de substances insolubles dans l'eau blanche telles que les matières organiques et autres...

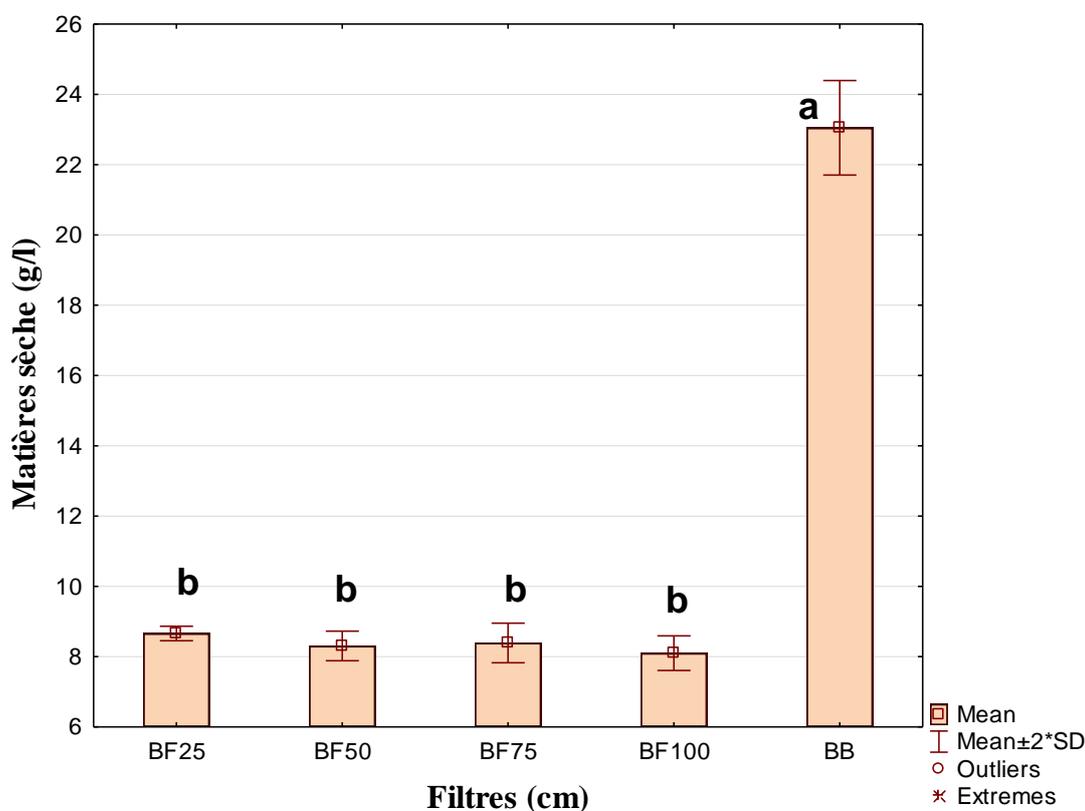


Figure 32 : Matière sèche de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

4.2.7. Matière minérale

La variation de teneurs en matière minérale de l'eau blanche (brute et filtrées) a été donnée par la figure 33. La valeur la plus élevée est enregistré pour l'échantillon issu de filtre 4 avec 2.5 g/l, et la plus faible pour l'échantillon brute avec 0.82 g/l et les autres valeurs 2.37, 2.11 et 1.39 g/l pour les échantillons issu des filtres 1, 3 et 2 respectivement.

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres sur la teneur en matière minérale, car elle provoque une légère augmentation. Cette augmentation est due au lessivage des minéraux du sable et à la minéralisation de la matière organique (Kherrouet, 2015).

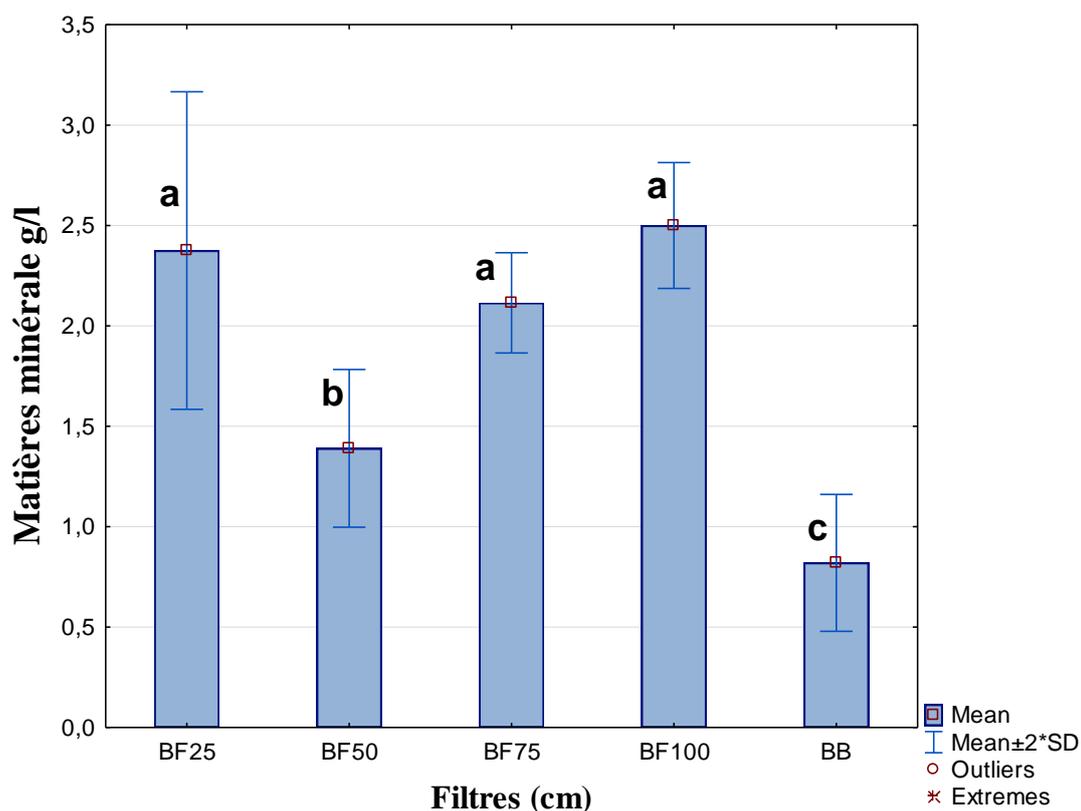


Figure 33 : Matière minérale de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

4.2.8. Matière organique

La figure 34 présente les résultats de matière organique avant et après la filtration de l'eau blanche. La valeur la plus élevée est enregistrée pour l'échantillon brute (22.2 g/l) et la plus faible pour l'échantillon obtenu à partir du filtre 4 (5,60 g/l) et les valeurs 6.28, 6.29 et 6.92 g/l pour les échantillons issus par les filtres 3, 1 et 2 respectivement.

L'étude statistique a montré qu'il y a un effet des différents filtres sur le contenu de matière organique, puisque le processus de filtration a réduit la matière organique de 69% pour le filtre 2, 72% pour les filtres 1 et 3, et 75% pour le filtre 4. Ce qui indique l'efficacité des filtres à réduire les polluants organiques présents dans l'eau blanche, en particulier le filtre 4.

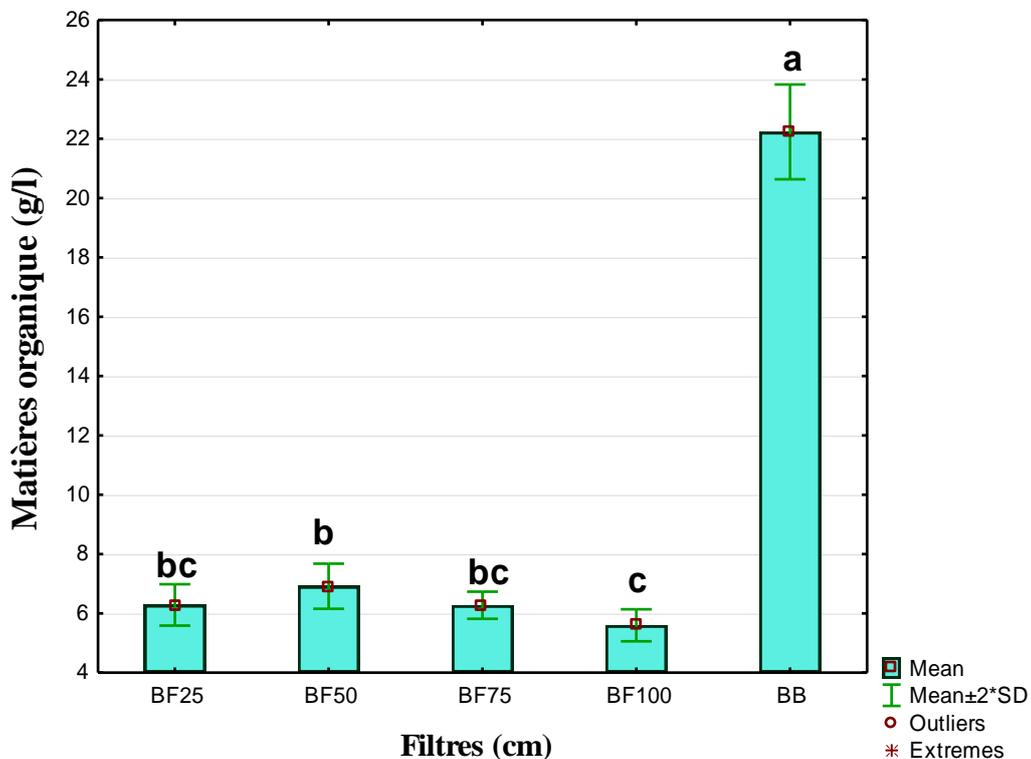


Figure 34 : Matière organique de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

4.2.9. Humidité

La figure 35 montre les résultats d'humidité de l'eau blanche avant et après filtration, où les résultats étaient proches et complètement stables, ce qui indique que les différents filtres n'ont aucun effet sur l'humidité de l'eau blanche produite à partir du processus de production de beurre.

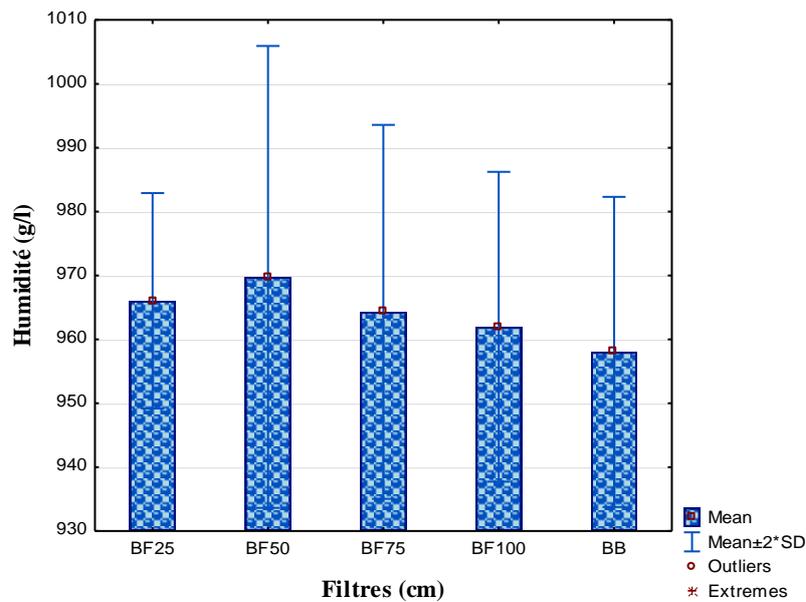


Figure 35 : Humidité de l'eau blanche de beurre avant et après la filtration

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

BF (Filtre de l'eau blanche de beurre) et BB (l'eau blanche brute de beurre)

5. Une comparaison des résultats de l'effet de la filtration sur les effluents de lait et de beurre

A travers les résultats des analyses sur les effluents laitier que nous avons filtrés à travers des filtres à sable, qui sont des effluents de lait et effluents des de beurre, nous avons abordé une comparaison entre les résultats obtenus pour ces déchets.

- La période de filtration la plus rapide concernait les effluents de lait, estimée à 1h et 50 min, tandis que la période la plus longue concernait les effluents de beurre, soit environ deux jours.
- La couleur après filtration différait entre les résultats des deux échantillons, car elle variait entre le blanc et le blanc semi-transparent dans les effluents liquide de lait et le jaune à blanc dans les effluents de beurre.
- Les variables physico-chimiques sont légèrement élevées dans les déchets de beurre en raison de la nature des ingrédients concentrés du beurre.

Conclusion

Conclusion

L'industrie laitière est considérée comme l'une des industries les plus polluantes en termes de taille en raison de sa grande consommation d'eau, en fonction de la nature différente et de la grande diversité des produits laitiers, les polluants issus de la fabrication contiennent une grande quantité de polluants organiques tels que protéines, graisses, substances organiques et chimiques avec une grande diversité dans l'acidité de l'eau, et cela impose un traitement spécial de ces polluants pour réduire leur impact environnemental.

Le but de notre travail est de filtrer les effluents laitiers liquides (eaux blanches) à l'aide d'un filtre à sable afin de réduire leur impact sur l'environnement. Dans ce but, notre étude consiste à étudier les effets de quatre filtres (25, 50, 75 et 100) sur les propriétés physiques et chimiques, à savoir : température, Potentiel hydrogène (pH), conductivité électrique(CE), turbidité, oxygène dissous, matière sèche, matière minérale et 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.
- Amélioration progressive des couleurs de l'eau blanche. Plus il y a de sable dans le filtre, meilleure est la couleur jusqu'à ce qu'elle devienne transparente dans le filtre 4, donc le filtre 4(100 cm) est le meilleur filtre selon son effet sur la couleur de l'eau blanche.
- L'eau blanche brute se caractérise par un pH égal à 4,1. Après filtration, on constate une augmentation significative de la valeur du pH jusqu'à 5,3.
- Différents filtres provoquent une augmentation significative du pourcentage de minéraux dans l'eau blanche, ce que nous avons trouvé dans les résultats des substances minérales et de la conductivité électrique.
- Différents filtres entraînent une réduction significative de la matière organique pouvant atteindre 76 %. Cela était connu d'après les résultats de la turbidité, de l'oxygène dissous, de la matière sèche et de la matière organique.

Enfin, . selon les critères de temps de filtration et de réduction des matières organiques, le filtre 1 (25 cm) est considéré comme le meilleur , Quant au critère d'amélioration de la couleur, le filtre 4(100 cm) est le meilleur , tous ces résultats indiquent l'efficacité de la

méthode de filtration sur sable , Et il reste à mener une étude appliquée au niveau d'une
laiterie.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- **Aouadi, A.,(2020).**valorisation nutritionnelle et environnementale d'un sous-produit déicole margine via la réduction de la méthanogènes ruminale, Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences, Université L'Arbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi,p :1-13
- **Agence De L'eau Loire-Bretagne (A.E.L.B), (2010).**Ratios polluants en industrie dans le bassin Loire Bretagne.
- **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,

B

- **Bourbon, B., (2018).** Gestion des effluents et des boues issus de la transformation laitière, p1-2.
- **Bontonx, J., (1993).**Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles eaux usées de boisson ; qualité et santé 2èmeEdition : Lavoisier Technique et documentation. Paris. pp : 161.
- **Bounaoua C et Meziti K et Salhi R, 2016).** Analyses physicochimique des eaux usées au niveau de la station d'épuration. Université Mohamed El bachirElbrahimi.
- **BENACHOU, N. CHOUIREB, G (2021),** Traitement des eaux usées urbaines, par la technique d'infiltration-percolation sur filtre à sable cas commune de Berriane (Ghardaïa) p23.
- **BENHEFFEF, F. BENDEKKEN, C. (2021),** Traitement des effluents laitiers (lactosérum), par la technique d'infiltration-percolation sur filtre à sable (cas laiterie de Ghardaïa) p 28.

C

- **COMMISSION EUROPÉENNE., (CE ,2006).** Document de référence sur les meilleures techniques disponibles Industries agro-alimentaires et laitières 1-94p.
- **Cirad (2023).** Lait context et enjeux, consulté le Mai 2023, URL : <https://www.cirad.fr/nos-activites-notre-impact/filieres-agricoles-tropicales/lait/contexte-et-enjeux>.
- **C.E.A.E.Q (2015).** Center d'expertise en analyse environnementale du Québec.2015, p11.

D

- **Dengou L, 2017.** Etude d'épuration des eaux usées par l'infiltration – percolation sur le sable des dunes dans la région d'oued souf .Université EchahidHamma Lakhdar –El oued.
- **DK news, (2017).** Ghardaïa: La production laitière mensuelle répond à la demande Publié par DKnews le 28-06-2017, consulté dans URL : <http://www.dknews-dz.com/article/81712-ghardaia-la-production-laitiere-mensuelle-repond-a-la-demande.html>.

F

- **FAO, (2023).** La production laitière et les produits laitiers. consulté dans URL : <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/types-et-caracteristiques/fr/>.
- **FAO, 2019.** The biodiversity that is crucial for our food and agriculture is disappearing by the day. FAO. www.fao.org/news/story/en/item/1180463/icode/
- **FAO, (2018).** Le Colloque International sur la Pollution du Sol du 2 au 4 Mai 2018, /FAO –Rome/ Italie .

I

- **IFC, (2007).** Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour l'eau et l'assainissement.

K

- **Kacimi El Hassani, S., (2013).**La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution ? Méditerranéen Journal of Social Sciences MCSER Publishing, October, 4 (11), pp.152-157.
- **Kherrouf S & Maamar K (2015).** Rapporte de stage de fin d'étude traitement tertiaire des (traitement tertiaire des margines par infiltration percolation, 2014/2015).
- **Kinetic, (2021).** The History Of Clean Water: Filtration Systems Through The Years, consulté le Mai 2023 dans URL: <https://www.kineticcoaz.com/blog/the-history-of-clean-water-filtration-systems-through-the-years/>

M

- **Molleta Réne, Michel Torrijos ., (1999).**Traitement des effluents de la filière laitière, Procédés applicables au traitement des effluents de l'industrie laitière.
- **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.
- **Moletta R., Torrijos M., (1999).** Impact environnemental des effluents de la filière laitière, Tech. Ing. F-1500, pp : 1–9.

O

- **Olivier, T., (1995).**Métriologie des eaux résiduaires. TEC et DOC. Pp : 7-57.

P

- **Partricien Wilden., (2008).** Les déchets dans l'environnement, nettoions laterre, 1.

R

- **Rodier J, Bazin C, Bourtin J, Chambon P, Champsaur H, Rodi L, 2005 :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris.8emeedition, p1383.

- **Resjeck, F., (2002).** Analyse des eaux, aspect réglementaire et technique. Edition : Scèrène. Pp: 166-195

S

- **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.
- **Sayah K. Yehya H, (2021).** Traitement des effluents des huileries (margine) par la technique d'infiltration-percolation sur filtre à sable (cas huilerie moderne de Ghardaïa), p16 -17.
- **Samah Ikram., (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, p1-9.

U

- **Urinos.I, (2005).** Techniques d'épuration des eaux usées. Techniques et dimensionnements, pp : 11.

V

- **Veisseyre, R., (1975).** Technologie du lait: constitution, recolte, traitement et transformation du lait 3.
- **Verleur A., 2021.** Evolution de la production laitière mondiale de 1961 à 2019. PLM (Production Laitière Moderne) magazine. Mars 2021.

W

- **Walkley_Black.2019,** Standard operating procedure for soil organic carbon.

Z

- **Zeev W., (2009).** Desert Olive Oil Cultivation. Advanced Biotechnologies- Academic Press. 398p.

Sites web

<https://www.vetofish.com>

<https://www.aquaportail.com>

