

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOBAKEUR BELKAID - TLEMCEN -
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE
LA TERRE DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Domaine : SNV

Filière: Sciences ALIMENTAIRE

Spécialité : Sécurité alimentaire

Présenté par: Karoun Mohammed Adlene

Valorisation de lactosérum et de babeurre par incorporation Dans les crèmes glacés

- **Soutenu le:** 30/09/ 2023

JURY :

- | | | |
|---------------------------------------|---------|---------------|
| 1- Dr : Mr : TEFIANI Choukri | TLEMCEN | (Rapporteur) |
| 2- Dr : Mr : ZENASNI Mohamed El Amine | TLEMCEN | (Président) |
| 3- Dr : Mr : BENYOUB Nouredine | TLEMCEN | (Examineur) |

Année Universitaire : 2022/2023

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail à

Mon cher père, un homme qui a vécu pour sa famille.

« J'espère mon père que tu es fier de moi »

Ma chère mère, une femme qui a sacrifié sa vie pour ces enfants.

« J'espère ma mère que je serai toujours à la hauteur de tes attentes »

A mes chers frères et sœurs

A tous les étudiants de la spécialité SAAQ

A tous les personnes qui me sont très chères.



Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 01 : la composition typique du lactosérum doux..... | 14 |
| Tableau 02 : : la composition typique du lactosérum acid..... | 15 |
| Tableau 03 : différent type de lactosérum..... | 15 |
| Tableau 04 : composition moyenne du lactosérum doux et acide..... | 16 |
| Tableau 05 : Les différentes protéines de lactosérum, leurs proportions et leurs propriétés..... | 17 |
| Tableau 06 : la composition moyenne du babeurre | 22 |
| Tableau07 : comparaison entre les deux types du babeurre..... | 23 |
| Tableau 08 : : composition typique des crèmes glacées..... | 28 |
| Tableau09 : Les milieux favorables à la croissance des germes recherchés..... | 42 |
| Tableau10 : résultat d'analyses microbiologique des crèmes glacées. | 44 |
| Tableau11 : résultat organoleptique des crèmes glacée..... | 45 |
| Tableau12 : résultat organoleptique des crèmes glacées du babeurre | 47 |

Listes des figures

| | |
|---|----|
| Figure 01 : Schéma général de la fabrication de différents types de fromages (pâtes molles, pressées, fraîches) ;..... | 13 |
| Figure 02 : diagramme de fabrication du babeurre..... | 21 |
| Figure 03 : Structure de la crème glacée | 26 |
| Figure 04 : Schéma représentant la structure de la crème glace..... | 28 |
| Figure05 : réchauffement a température 85° c..... | 36 |
| Figure06 : préparation 1 des crèmes glacée dans sorbetière | 36 |
| Figure 07 : préparation 2 des crèmes glacée dans sorbetière | 37 |
| Figure 08: Mise en boîte des pétri des milieux de cultures..... | 37 |
| Figure09 : balance électrique | 38 |
| Figure 10 : appareil homogénéisateur | 38 |
| Figure 11 : solution mère d'échantillon | 38 |
| Figure 12 : étuve à 37°c..... | 39 |
| Figure 13 : des flacons des 4 échantillon pour chaque préparation..... | 39 |
| Figure 14 : résultats d'analyse organoleptique préparation du lactosérum..... | 39 |
| Figure 15 : résultats d'analyse organoleptique préparation du babeurre..... | 46 |

Sommaire

ETUDE BIBLIOGRAPHIE

Chapitre 01 : le lactosérum et le babeurre

| | |
|--|-----|
| <i>I. Le lactosérum</i> | |
| 1. <i>Définition de lactosérum</i> | 12 |
| 2. <i>Source industrielle du lactosérum</i> | 14 |
| 3. <i>Type du lactosérum</i> | 14 |
| 4. <i>Composition du lactosérum</i> | 15 |
| 5. <i>Valorisation du lactosérum</i> | 18 |
| 6. <i>Qualité nutritionnelle du lactosérum</i> | 19. |
| 7. <i>Pouvoir polluants du lactosérum</i> | 20 |
| <i>II. Le babeurre</i> | |
| 1. Définition du babeurre | 21 |
| 2. Composition du babeurre | 22 |
| 3. Importance du babeurre | 22 |
| 4. Type du babeurre | 23 |
| 5. utilisation du babeurre | 24 |
| 6. Valeurs nutritionnelles du babeurre | 24 |

Chapitre02 : Crème glace et boisson rafraichissante

| | |
|---|----|
| <i>III. Les crèmes glacés</i> | |
| 1. Introduction | 25 |
| 2. <i>1-Définition</i> | 25 |
| 2- Consommation et place des crèmes glaces en Algérie | 26 |
| 3- Classification des crèmes glacés | 27 |
| 4- Structure des crèmes glacés | 27 |
| 3. <i>1-Composition des crèmes glacés</i> | 28 |
| 2- Composition et fonction des ingrédients des crèmes glacés | 28 |
| 4. Procédés de fabrication des crèmes glacés | 30 |
| 5. Propriétés physico-chimiques des crèmes glaces | 31 |
| 6. Propriétés microbiologiques des crèmes glaces | 31 |
| 7. Evaluation Sensorielle des crèmes glaces | 32 |
| 1- Risque liées à la consommation des crèmes glaces | 32 |
| 8. Valeurs nutritionnelle des crèmes glaces | 32 |

Matériel et Méthode

i. Matériel et Méthode :

- 1- Introduction35
- 2- Objectif de travail35
- 3- Preparation de la creme glacés au lactoserum.....36
- 4- Preparation de creme glacé au babeur incorporez-le a la place du lait.....37

Méthodes :

- 1- Analyses micro biologiques37
 - 2-1 échantillonnages.....38
 - 2-2 préparation de la solution mer38
 - 2-3 broyage et homogénéisation.....38
 - 2-4 dilution décimales38
 - 2-5 isolement39
 - 2-6 dénombrement et identification des germes40
 - 2-7 recherches et dénombrement des salmonelles.....40
 - 2-8 recherches et dénombrement des G aérobie.....40
 - 2-9 recherches des levures et moisissure.....41
 - 2-10 recherche des CT.....41

ii. Résultats et discussions

- 1- Résultat des analyses microbiologiques44
- 2- Résultat d'analyses organoleptique.....45
 - I. Conclusion.....46

54.....- نموذج العمل التجاري

-REFERENCE.

Le lait est l'un des produits les plus importants dans la consommation humaine, et de nombreux sous-produits sont générés lors de sa transformation en produits laitiers. Parmi ces sous-produits, le babeurre et le lactosérum sont deux sous-produits précieux et souvent sous-estimés (**Singh et al., 2019**).

Le babeurre est un sous-produit liquide de la production de beurre ou de la fabrication du fromage qui est souvent utilisé comme ingrédient dans les préparations culinaires. Le lactosérum, quant à lui, est un sous-produit liquide de la production de fromage qui est généralement riche en protéines de lactosérum (**Mistry et al., 2019**).

Ces sous-produits ont des propriétés nutritionnelles intéressantes et des fonctionnalités utiles pour les applications alimentaires, y compris les préparations de crème glacée et les boissons rafraîchissantes. La valorisation de ces sous-produits pourrait également aider à réduire les coûts de production et à minimiser les déchets dans l'industrie laitière (**Pothakamury et al., 2017**).

Le lactosérum et le babeurre sont deux sous-produits liquides de l'industrie laitière qui sont générés en grandes quantités dans le monde entier. Ces sous-produits contiennent une grande quantité de nutriments bénéfiques tels que les protéines, les vitamines et les minéraux, mais ils sont souvent considérés comme des déchets et éliminés de manière coûteuse. Cependant, ces sous-produits peuvent être valorisés et utilisés comme ingrédients fonctionnels dans divers produits alimentaires tels que les crèmes glacées et les boissons rafraîchissantes. (**Hassan, et Abd-El-Hafez, 2019**).

L'objectif de l'étude de ce sujet de mémoire est de valoriser les sous-produits laitiers tels que le babeurre et le lactosérum dans la production de crème glacée et de boissons rafraîchissantes. Cette étude a pour but de que ces sous-produits peuvent être utilisés comme ingrédients fonctionnels pour améliorer les propriétés physiques et sensorielles des produits finis, tout en recevant le gaspillage alimentaire et en prévoyant de nouvelles opportunités pour l'industrie laitière.

Dans ce mémoire de fin d'études, nous examinons la valorisation du lactosérum et du babeurre dans les crèmes glacées et les boissons rafraîchissantes. Le mémoire est organisé en plusieurs sections pour fournir une vue d'ensemble complète du sujet.

La première section fournit une introduction détaillée sur le lactosérum et le babeurre, leur composition chimique et leur production. Nous abordons également les défis associés à l'élimination de ces sous-produits et les avantages de leur valorisation dans les produits alimentaires (**Sharma, et Gujral, 2018**).

La deuxième section est consacrée aux propriétés fonctionnelles du lactosérum et du babeurre et à leur utilisation dans les crèmes glacées. Nous discutons des avantages de l'utilisation de ces sous-produits dans les crèmes glacées, tels que l'amélioration de la texture, de la stabilité et de la saveur. Nous explorons également les différentes méthodes d'incorporation du lactosérum et du babeurre dans les crèmes glacées et les effets de leur utilisation sur les propriétés des crèmes glacées (**Pandey, et Khan, 2020**).

Enfin, nous concluons en résumant les résultats de notre étude et en fournissant des recommandations pour l'utilisation du lactosérum et du babeurre dans les crèmes glacées.

Synthèse *Bibliographique*

Chapitre01 : le lactosérum et le babeurre

1-le lactosérum

1-Définition de lactosérum

Le lactosérum est un sous-produit liquide obtenu lors de la fabrication du fromage ou de la production de lait en poudre. Il est composé principalement de lactose, de protéines de lactosérum, de minéraux et d'eau (**Huppertz, 2016**). Le lactosérum est séparé du caillé ou de la poudre de lait à l'aide de techniques de filtration, d'ultrafiltration ou de microfiltration, en fonction des propriétés souhaitées (**Fox & McSweeney, 2013**).

Les protéines de lactosérum représentent environ 20% des protéines du lait et sont constituées de plusieurs fractions protéiques, dont la bêta-lactoglobuline, l'alpha-lactalbumine, la lactoferrine et l'immunoglobuline (**Walstra et al., 2006**). Les protéines de lactosérum sont réputées pour leur haute valeur biologique en raison de leur teneur en acides aminés essentiels (**Huppertz, 2016**). Elles ont également des propriétés fonctionnelles intéressantes, telles que l'émulsification, la gélification et la muabilité, qui les rendent utiles dans de nombreux produits alimentaires (**Fox & McSweeney, 2013**).

Le lactose est le principal glucide présent dans le lactosérum, représentant environ 75% de sa composition. Le lactose est un sucre simple qui est facilement fermenté par les bactéries lactiques pour produire de l'acide lactique et d'autres composés aromatiques (**Walstra et al., 2006**). Le lactosérum est souvent utilisé comme source de lactose pour la production de produits alimentaires fermentés tels que le yaourt, le fromage frais ou le kéfir (**Huppertz, 2016**).

Le lactosérum contient également des minéraux tels que le calcium, le phosphore, le potassium et le sodium. La teneur en minéraux dépend du type de lactosérum et de la technique

De traitement utilisée (Fox & McSweeney, 2013). Les minéraux du lactosérum peuvent être utilisés dans l'industrie alimentaire comme additifs pour améliorer la texture et la stabilité des produits, ainsi que pour renforcer l'apport en minéraux des aliments (Walstra et al., 2006).

Contient environ 50 % des nutriments du lait de départ
: protéines solubles, lactose, vitamines et minéraux (Guimarães et al., 2010 ; Lapointe - Vignola, 2002).

La **Figure 1** représente la fabrication de différents types de fromages.

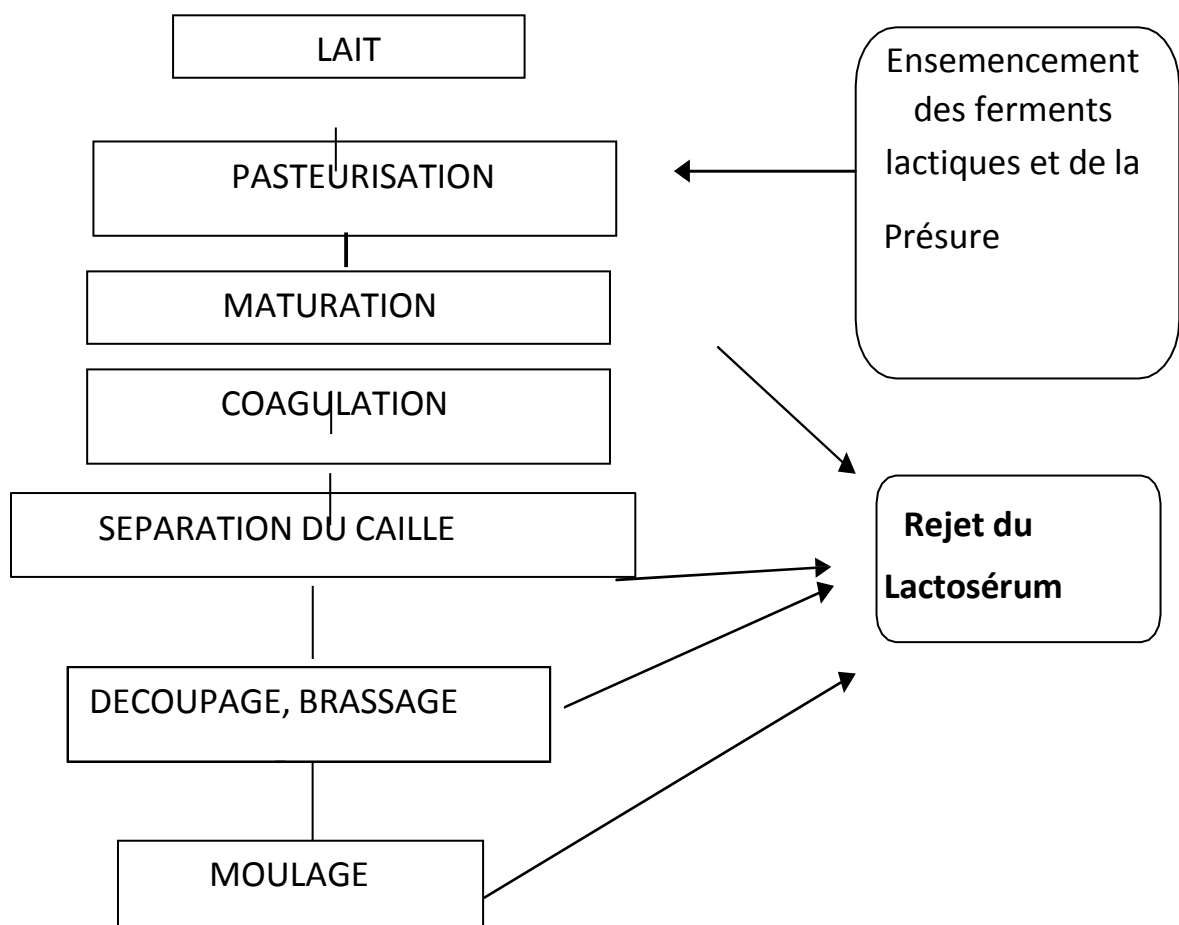


Figure 1 : Schéma général de la fabrication de différents types de fromages (pâtes molles, pressées, fraîches) (Madaoui, 1989).

2-Source industrielle du lactosérum

• Le lactosérum est un sous-produit de l'industrie laitière qui est produit lors de la fabrication du fromage, de la caséine et d'autres produits laitiers. Il est généralement considéré comme un déchet, mais peut être valorisé pour ses composants protéiques et nutritionnels (Korus et Witczak, 2018).

• Les quantités de lactosérum produites dépendent de la production de fromage et de caséine dans chaque pays. Les principaux pays producteurs de lactosérum sont les Etats-Unis, l'Union européenne, la Nouvelle-Zélande, l'Australie et le Canada (Korus et Witczak, 2018).

3-Type de lactosérum

Lactosérum doux : est produit lorsque le lait est coagulé à l'aide d'enzymes telles que la présure ou des coagulants microbiens. Il est également connu sous le nom de lactosérum sucré ou frais. Le lactosérum doux (Tableau 01) a un pH compris entre 6,5 et 7,2 et contient des protéines de petit lait telles que la bêta-lactoglobuline et l'alpha-lactalbumine, ainsi que du lactose, des minéraux et des vitamines. C'est le lactosérum produit lors de la fabrication de fromages frais et à pâte molle. Il a une faible teneur en protéines et est généralement utilisé comme ingrédient dans les produits alimentaires tels que les crèmes glacées et les boissons. (Khemakhem, et Attia2019).

Tableau 01 : la composition typique du lactosérum doux. (Fox, McSweeney, 2017)

| Composant | Pourcentage (%) |
|------------------|-----------------|
| Protéines | 0,8 - 1,2 |
| Lactose | 4,0 - 5,5 |
| Matières grasses | 0,2 - 0,5 |
| Minéraux | 0,7 - 0,9 |
| Vitamines | Traces |

Lactosérum acide : en revanche, le lactosérum acide est produit par fermentation lactique du lait. Il est également connu sous le nom de lactosérum acidifié ou de petit-lait aigre. Le lactosérum acide (Tableau 02) a un pH compris entre 4,2 et 4,6 et contient des protéines telles que la caséine, l'albumine et la globuline. C'est le lactosérum produit lors de la fabrication de

Fromages à pâte dure ou pressée. Il a une teneur plus élevée en protéines et peut être utilisé comme ingrédient dans la fabrication de produits alimentaires tels que les barres de protéines et les boissons protéinées (Adjou, *al* 2013).

Tableau 02 : la composition typique du lactosérum acide. (Walstra, et al.,2006).

| Composant | Pourcentage (%) |
|------------------|-----------------|
| Protéines | 0,5 - 0,7 |
| Lactose | 3,0 - 3,5 |
| Matières grasses | 0,1 - 0,3 |
| Minéraux | 0,6 - 0,8 |
| Vitamines | Traces |

Le **tableau 03** présente les différents types de lactosérum :

Tableau 03 : différent type de lactosérum (Oliveira, 2017 ; Guimarães et al.,2017).

| Type de lactosérum | Caractéristiques |
|---------------------|---|
| Lactosérum doux | Obtenu à partir de la coagulation acide du lait. Contient principalement des protéines de lactosérum et du lactose. |
| Lactosérum acidifié | Obtenu par acidification du lait. Contient principalement des protéines de lactosérum et de l'acide lactique. |
| Lactosérum salé | Obtenu par l'ajout de sel dans le processus de fabrication du fromage. Contient principalement des protéines de lactosérum, du lactose et du sel. |
| Lactosérum sucré | Obtenu par l'ajout de sucre dans le processus de fabrication du fromage. Contient principalement des protéines de lactosérum, du lactose et du sucre. |

4-Composition de lactosérum

Le lactosérum est composé d'eau, de lactose, de protéines sériques, de minéraux et de graisses (Mistry et al., 2019) (tableau 04). L'eau représente la majorité de la composition du lactosérum, 93% de la masse totale (Chen et al., 2020).

Le lactose est le principal glucide présent dans le lactosérum, représentant environ 70% de la composition totale des solides de lactosérum (Mistry et al., 2019). Il est souvent utilisé

comme édulcorant dans les produits alimentaires et les boissons.

Les protéines de lactosérum sont des composants importants du lactosérum, représentant environ 20% de la composition totale des solides de lactosérum (Mistry et al., 2019). Ces protéines comprennent l'alpha-lactalbumine, la bêta-lactoglobuline.

L'immunoglobuline, la lactoferrine et la lactoperoxydase, chacune ayant des propriétés uniques et des avantages nutritionnels (Elkins et al., 2019).

Les minéraux, tels que le calcium, le potassium et le phosphore, sont également présents dans le lactosérum. Ces minéraux sont importants pour la croissance et la réparation des tissus, la régulation de la pression artérielle et la fonction nerveuse et musculaire (Chen et al., 2020).

Les graisses sont présentes en petite quantité dans le lactosérum, représentant environ 0,5% de la composition totale (Mistry et al., 2019). Ces graisses sont principalement composées d'acides gras saturés et insaturés.

Tableau 04 : composition moyenne du lactosérum doux et acide : (Guimarães 2015)

| Composition (g/100 g) | Lactosérum doux | Lactosérum acide |
|-----------------------|-----------------|------------------|
| Eau | 93.0 | 93.0 |
| Protéines | 0.8 | 0.8 |
| Glucides | 5.0 | 5.0 |
| Lipides | 0.2 | 0.2 |
| Minéraux | 0.7 | 0.7 |
| pH | 6.6-7.2 | 4.2-4.6 |
| Acidité titrable (°D) | 5-8 | 14-18 |

a- Les protéines de lactosérum

Le **tableau 05** présente les différentes protéines du lactosérum leurs propriétés et leurs proportions.

| Protéines de lactosérum | Proportions dans le lactosérum | Propriétés |
|-------------------------|--------------------------------|------------|
|-------------------------|--------------------------------|------------|

| | | |
|---------------------|----------|--|
| Alpha-lactalbumine | 25-30% | Haute teneur en acides aminés essentiels, capacité à se lier au zinc et au calcium, propriétés antimicrobiennes et immunostimulantes |
| Bêta-lactoglobuline | 45-50% | Haute teneur en acides aminés essentiels, propriétés émulsifiantes et moussantes, capacité à se lier aux acides gras |
| Immunoglobuline | 10-15% | Propriétés antivirales et antibactériennes, capacité à se lier aux pathogènes et aux toxines |
| Lactoferrine | 1-2% | Propriétés antibactériennes, capacité à se lier au fer et à d'autres métaux, rôle dans la régulation de l'absorption de fer |
| Lactoperoxydase | 0,1-0,2% | Propriétés antimicrobiennes, capacité à catalyser la formation d'ions Thio cyanate et d'hypothiocyanite, qui ont des effets antimicrobiens |

Tableau 05 : Les différentes protéines de lactosérum, leurs proportions et leurs propriétés (**Elkins & Reiter,2019**).

B- Les propriétés fonctionnelle des protéines de lactosérum

1. Propriétés émulsifiantes : Les protéines de lactosérum sont capables de stabiliser les émulsions, en particulier celles à base d'huile et d'eau, grâce à leur structure moléculaire. La bêta-lactoglobuline est particulièrement efficace pour former des émulsions stables (**De Wit, 2010**).

2. Propriétés moussantes : Les protéines de lactosérum peuvent former des mousses stables, grâce à leur capacité à piéger les bulles d'air. La bêta-lactoglobuline est la principale protéine responsable de la formation de mousse dans le lactosérum (**Sodini, 2004**).

3. Capacité de liaison aux ions métalliques : Les protéines de lactosérum ont la capacité de se lier à des ions métalliques tels que le fer, le cuivre et le zinc. Cette propriété est utile dans la formulation de compléments alimentaires et de produits pharmaceutiques (**Hayes et al., 2006**).

4. Propriétés antioxydants : Les protéines de lactosérum ont des propriétés antioxydants qui sont dues à leur capacité à piéger les radicaux libres. Cette propriété est utile dans la formulation de produits anti-âge et de compléments alimentaires (**Es-Salaam et El-Shibiny, 2015**).

5. Propriétés antimicrobiennes : Certaines protéines de lactosérum, telles que la lactoferrine et la lactoperoxydase, ont des propriétés antimicrobiennes. Elles sont capables de lutter contre les bactéries, les virus et les champignons (**Arnold et al., 2011**).

5-Valorisation de lactosérum

La valorisation du lactosérum est devenue une préoccupation majeure pour les industries laitières, en raison de sa composition en nutriments et de son potentiel économique. Voici quelques-unes des utilisations possibles du lactosérum :

1. Utilisation alimentaire : le lactosérum est utilisé comme ingrédient dans une variété de produits alimentaires, tels que les boissons, les produits de boulangerie, les produits laitiers, les aliments pour animaux, les aliments pour bébés et les aliments fonctionnels. (**Ahmed, & Farid, 2018**)

2. Production de protéines de lactosérum : le lactosérum est une source importante de protéines de haute qualité, telles que la β -lactoglobuline, l' α -lactalbumine, la lactoferrine et l'immunoglobuline. Ces protéines sont utilisées dans la production de suppléments nutritionnels, de produits sportifs et de produits de régime alimentaire. (**Devi, & Arora, 2017**)

3. Production de lactose : le lactose est le principal glucide du lactosérum. Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme édulcorant et dans la production de médicaments et de produits cosmétiques. (**Ganesan, et al., 2017**)

4. Production d'énergie : le lactosérum peut être utilisé pour produire de l'énergie par fermentation. Les microorganismes utilisent les sucres présents dans le lactosérum pour produire de l'éthanol, du méthane ou de l'acide lactique (**Chakraborty, et Mukherjee, 2016**)

5. Utilisation en agriculture : le lactosérum peut être utilisé comme engrais liquide pour les cultures et comme supplément alimentaire pour le bétail (**El Sheikha, et Rayan, 2021**)

6-Utilisation de lactosérum et de ses constituants

Le lactosérum et ses constituants peuvent être utilisés dans divers produits alimentaires destinés à la consommation humaine. Voici quelques exemples :

1. Protéines de lactosérum : Les protéines de lactosérum sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire pour la production de produits tels que les barres protéinées, les boissons pour sportifs, les suppléments alimentaires, les fromages, les desserts lactés et les pains. Les

Protéines de lactosérum sont appréciées pour leur haute valeur nutritionnelle, leur digestibilité rapide et leur teneur en acides aminés essentiels. (Dhanashri, et al., 2019)

2. Lactose : Le lactose est utilisé dans l'industrie alimentaire pour la production de produits tels que les produits de boulangerie, les produits laitiers, les confiseries et les boissons. Le lactose est également utilisé comme édulcorant dans certains produits alimentaires (Swaisgood , Tatham, 2004).

3. Acide lactique : L'acide lactique est produit à partir de lactose et est utilisé dans l'industrie alimentaire comme agent de conservation, agent de goût et pour la production de certains types de fromages (Pellegrino Perry, 2019)

4. Lactoferrine : La lactoferrine est une protéine présente dans le lactosérum qui a des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires. Elle est utilisée dans certains produits alimentaires fonctionnels tels que les boissons pour sportifs, les compléments alimentaires et les produits pour nourrissons (Pellegrino et perry, 2019).

5. Bêta-lactoglobuline : La bêta-lactoglobuline est une protéine de lactosérum qui est utilisée comme émulsifiant dans certains produits alimentaires, tels que les boissons protéinées et les glaces (Swaisgood, et Tatham, 2004).

L'utilisation du lactosérum et de ses constituants dans l'alimentation humaine peut aider à réduire le gaspillage alimentaire et à améliorer la durabilité de l'industrie laitière. Cependant, il est important de noter que certaines personnes peuvent être allergiques aux protéines de lactosérum et que leur consommation doit être évitée (Pellegrino et Perry, 2019).

7-Qualité nutritionnelle de lactosérum

Le lactosérum est considéré comme un ingrédient de haute qualité nutritionnelle en raison de sa composition riche en nutriments essentiels. Il contient des protéines de haute valeur biologique, des acides aminés essentiels, des lipides, des vitamines et des minéraux. (Ha, Zemel,2003)

Les protéines de lactosérum sont considérées comme de haute qualité car elles contiennent tous les acides aminés essentiels dans des proportions équilibrées, ce qui les rend facilement digestibles et utilisables par l'organisme (Ha, Zemel,2003). Le lactosérum contient également des peptides bioactifs, tels que les lactokines, qui peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé. (Zhu, Mao, 2016).

En termes de lipides, le lactosérum contient principalement des triglycérides, des

Phospholipides et des stérols. Il contient également des acides gras essentiels tels que l'acide linoléique et l'acide linoléique. **(Ha, Zemel2003)**.

Le lactosérum est également une source de vitamines, notamment les vitamines B2, B12 et C. Il contient également des minéraux tels que le calcium, le phosphore, le potassium et le sodium **(Ha, Zemel 2003)**.

En raison de sa composition nutritionnelle, le lactosérum est considéré comme un ingrédient important dans l'alimentation humaine et animale. **(Ha,Zemel 2003)**.

8-Pouvoir polluants de lactosérum

Le lactosérum peut être considéré comme un potentiel polluant environnemental s'il est rejeté dans l'environnement sans traitement adéquat. Voici quelques éléments à prendre en compte :

- Le lactosérum peut causer des problèmes environnementaux en raison de sa charge organique élevée, qui peut provoquer la croissance de micro-organismes dans les eaux de surface et les sols, entraînant une diminution de la qualité de l'eau et une perte d'oxygène dissous dans les cours d'eau **(Ozturk, Cagindi, 2018)**. La fermentation du lactosérum non traité peut produire de l'acide lactique, ce qui peut abaisser le pH de l'eau et nuire à la vie aquatique. De plus, la fermentation peut produire des gaz à effet de serre, comme le méthane et le dioxyde de carbone, qui contribuent au changement climatique **(Hati, Mandal, 2016)**.

- Cependant, le lactosérum peut également être valorisé en tant que matière première pour la production d'autres produits, tels que les compléments alimentaires, les aliments pour animaux, les bioplastiques, les biofilms et les engrais organiques, contribuant ainsi à la réduction des déchets et à la production de sources d'énergie renouvelables **(Hati,Mandal, 2016)**. En résumé, le lactosérum peut être considéré comme un potentiel polluant environnemental s'il est rejeté sans traitement adéquat, mais il peut également être valorisé pour la production de nombreux autres produits utiles, contribuant ainsi à la durabilité environnementale.

2-Le babeurre

2.1-Définition du babeurre

Le babeurre est un liquide laiteux obtenu lors de la production de beurre à partir de la crème. Il est composé d'eau, de matières grasses laitières, de protéines de lait et de lactose **(Boumba et al. 2017)**. Le babeurre est séparé du beurre solide en utilisant une baratte **(figure**

2), qui agite la crème jusqu'à ce que la matière grasse sorte en dehors de la membrane des globules gras et se rassemblent pour former du beurre et que le liquide restant soit du babeurre.

Il contient environ 1 à 2% de matières grasses laitières, ce qui le rend moins gras que la crème (**Boumba et al. 2017**). Les matières grasses présentes dans le babeurre sont principalement sous forme de triglycérides, ce qui signifie qu'elles sont facilement hydrolysées en acides gras et glycérol (**González-Centeno et al., 2019**). Les acides gras à chaîne courte produits par l'hydrolyse des triglycérides contribuent à l'arôme et au goût caractéristique du babeurre.

Le babeurre est riche en protéines de lait, notamment en caséine et en protéines de lactosérum (**boumba et al., 2017**). Les protéines de lactosérum ont une haute valeur biologique en raison de leur teneur en acides aminés essentiels (**González-Centeno et al, 2019**). Les protéines de lactosérum du babeurre ont également des propriétés fonctionnelles intéressantes, telles que la capacité à former des gels ou des émulsions (**Tableau 04**).

Le lactose est le principal glucide présent dans le babeurre, représentant environ 4 à 5% de sa composition. Le lactose peut être utilisé par les bactéries lactiques pour produire de l'acide lactique, ce qui donne au babeurre un goût acide caractéristique (**González-Centeno et al., 2019**). Le lactose peut également être utilisé pour produire du dioxyde de carbone lors de la fermentation, ce qui permet d'obtenir des produits de boulangerie levés tels que le pain (**tableau 05**).

-Un diagramme simplifié de la fabrication du babeurre :

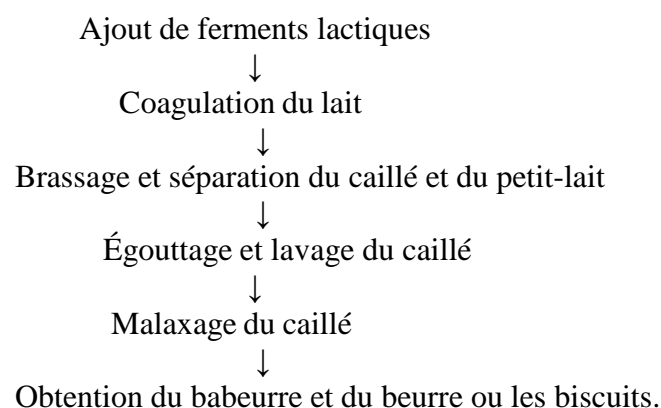


Figure 02 : diagramme de fabrication du babeurre (CRDTL) du Québec

1-1-composition du babeurre :

L'eau : qui constitue la majeure partie de la composition du babeurre. Selon la méthode de fabrication, la teneur en eau peut varier de 88 à 92% (Goff, 1997).

Les protéines : qui sont principalement représentées par la caséine et les protéines du lactosérum. Les protéines représentent environ 0,5% de la composition du babeurre (Goff, 1997).

Les lipides : qui sont présents en quantités variables en fonction de la méthode de fabrication du beurre. En général, le babeurre contient entre 0,1 et 0,5% de lipides (Goff, 1997).

Les glucides : qui sont principalement représentés par le lactose. La teneur en lactose varie de 3 à 5% selon la méthode de fabrication (Goff, 1997).

Les sels minéraux : qui comprennent des éléments tels que le potassium, le calcium, le phosphore, le sodium et le magnésium. La teneur en sels minéraux varie en fonction du type de lait utilisé et de la méthode de fabrication (Singh et al., 2013).

Les vitamines A, D, E et K sont présentes en quantités variables en fonction de la méthode de fabrication (Singhet al., 2013).

La composition moyenne du babeurre en pourcentage pondéral :

Tableau 06 : la composition moyenne du babeurre (McSweeney et al., 1987)

| Composition | Pourcentage pondéral |
|-------------|----------------------|
| Eau | 90-92 |
| Protéines | 0,8-1,2 |
| Glucides | 3,3-3,7 |
| Lipides | 0,5-0,8 |
| Minéraux | 0,6-0,8 |

1-2-Importance

Le babeurre est un sous-produit de la production de beurre ou de fromage, mais il a des utilisations très importantes dans l'industrie alimentaire en raison de ses propriétés nutritionnelles et fonctionnelles uniques. En tant que source de protéines, de lipides et de

Minéraux, il peut être utilisé comme ingrédient dans divers produits alimentaires pour améliorer leur valeur nutritionnelle. De plus, en raison de sa capacité à abaisser le pH, il peut être utilisé dans la production de pains, de pâtisseries et d'autres produits de boulangerie pour améliorer leur texture et leur saveur. Enfin, le babeurre peut être utilisé comme starter dans la production de fromage et de yaourt, ce qui le rend essentiel pour l'industrie laitière. **(Kailasapathy, 2016).**

2- Type de babeurre

Le babeurre acidifié est obtenu par la fermentation bactérienne du lait écrémé, à l'aide de cultures bactériennes lactiques. Cette fermentation entraîne une baisse du pH, qui peut varier de 4,0 à 4,6, ainsi qu'une coagulation des protéines du lait. Le babeurre acidifié est principalement utilisé dans l'industrie alimentaire comme ingrédient pour la fabrication de produits de boulangerie, de produits laitiers et de sauces **(Fitz-Gerald, 2013)**

Le babeurre doux, quant à lui, est obtenu par l'ajout de cultures bactériennes à du lait écrémé pasteurisé, puis par l'écémage de la crème obtenue. Le babeurre doux a une saveur moins acide que le babeurre acidifié et peut être utilisé dans la fabrication de produits laitiers tels que le fromage frais, la crème glacée et le beurre. **(Fitz-Gerald, 2013)**

Un tableau comparatif des deux types de babeurre :

Tableau 07 : comparaison entre les deux types du babeurre **(odini, & Schmitt, 2007).**

| Composition (pour 100g) | Babeurre doux | Babeurre acide |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Calories | 62 | 40 |
| Protéines | 0,9 | 0,7 |
| Glucides | 10,9 | 4,1 |
| Lipides | 1 | 1 |
| Calcium | 97 mg | 92 mg |
| Phosphore | 42 mg | 34 mg |
| Potassium | 155 mg | 92 mg |
| Sodium | 90 mg | 260 mg |

Utilisation du babeurre

Les différentes utilisations du babeurre sont comme suivies :

Utilisation culinaire : Le babeurre est utilisé dans de nombreuses préparations culinaires, telles que les pains, les gâteaux, les crêpes et les biscuits (**Sudha,2007**).

1. Industrie laitière : Le babeurre est utilisé dans l'industrie laitière pour la fabrication de certains fromages, tels que le fromage cottage. Il est également utilisé comme ingrédient dans la fabrication de certains produits laitiers fermentés (**McSweeney 2004**).
2. Alimentation animale : Le babeurre est également utilisé comme aliment pour le bétail et les animaux de compagnie en raison de sa teneur élevée en protéines et en matières grasses (**Rosenthal, & Parrish, 2019**).
3. Industrie alimentaire : Le babeurre est utilisé dans l'industrie alimentaire comme ingrédient dans les sauces, les marinades, les soupes et les assaisonnements pour salades en raison de son goût acidulé et de ses propriétés épaississantes (**Dhingra, 2019**).
4. Cosmétiques : Les acides lactiques contenus dans le babeurre sont utilisés dans les produits cosmétiques pour leurs propriétés hydratantes et exfoliantes. (**Santiago 2018**).

4-valeurs nutritionnelle du babeurre

Le babeurre est une boisson lactée fermentée obtenue après fabrication du beurre. Elle contient une grande quantité d'eau, des protéines, des lipides, des glucides et des vitamines et des minéraux (**Hussain, et Mahmood, 2011**).

La teneur en matières grasses du babeurre peut varier de 0,1% à 2%, tandis que sa teneur en protéines est d'environ 3%. Le babeurre est également riche en calcium, en vitamine B12 et en riboflavine (**Patel, et al.,2011**).

Le babeurre est une boisson faible en calories, avec environ 40 calories pour 100 ml. Il est également faible en gras et en sucre, ce qui en fait une boisson saine pour les personnes qui surveillent leur alimentation (**United States Département of Agriculture2021**).

Cependant, il convient de noter que la teneur en sodium du babeurre peut varier considérablement selon la méthode de production. Les personnes souffrant d'hypertension artérielle doivent donc être conscientes de leur consommation de babeurre et choisir des marques à faible teneur en sodium (**Johnson et al.,2018**).

Chapitre 02 : Crème glace et boisson rafraichissante.

1- Les crèmes glacées

1-Introduction

La crème glacée est un aliment précieux qui contient des composants hautement nutritifs pour la santé humaine car elle est principalement composée de lait et de fruits, qui sont de bonnes sources de protéines, de certaines vitamines, de minéraux et de certains composés physicochimiques (**Messous et Rahou 2019**).

Les crèmes glacées sont un dessert populaire dans le monde entier. Elles sont fabriquées à partir de lait, de crème, de sucre, de stabilisateurs et d'arômes. La combinaison de ces ingrédients crée une texture crémeuse et une saveur délicieuse qui satisfont les palais sucrés. Les crèmes glacées sont également populaires pour leur variété de saveurs et de textures, allant des simples vanilles aux plus complexes combinaisons de fruits et de noix (**Galliers, & Gunn,2013**). La base sucrée est ensuite refroidie et fouettée pour incorporer de l'air, accordant une texture lisse et crémeuse. Les crèmes glacées peuvent être servies seules ou en tant qu'accompagnement pour d'autres desserts, comme les gâteaux et les tartes. (**Marshall, Goff 2003**).

2-1-Définition

La crème glacée est un dessert glacé populaire fabriqué à partir d'un mélange de lait, de crème, de sucre et d'arômes, qui est généralement congelé en remuant pour produire une texture crémeuse (**Figure 03**). La crème glacée doit contenir au moins 10 % de matière grasse laitière et 20 % de solides totaux de lait. La crème glacée peut être produite dans une variété de saveurs et peut être consommée seule ou comme ingrédient dans d'autres desserts tels que le sundae ou les milkshakes. (**Codex aliment Arius 2015**).

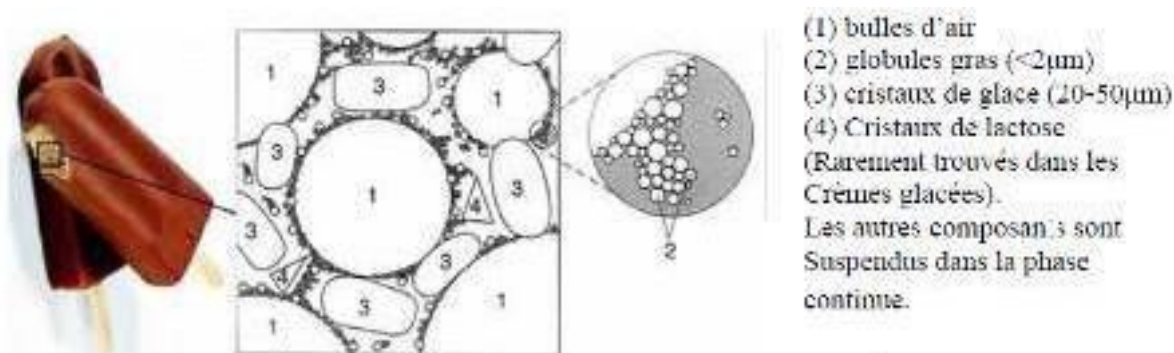


Figure 03 : Structure de la crème glacée (Marshall et Goff, 2003)

2-2- Consommation et place des crèmes glacées en Algérie

La consommation de crèmes glacées en Algérie est en augmentation constante depuis ces dernières années, en particulier durant les périodes estivales. Cependant, leur popularité s'est étendue aux consommateurs de tous les âges et de toutes les classes sociales (**Informations sur les entreprises algériennes, 2019**).

La production de crèmes glacées en Algérie est principalement dominée par les entreprises locales telles que La Glacière Algérienne, IAP, Iceberg, ainsi que quelques marques internationales telles que Nestlé et Unilever. Les crèmes glacées sont principalement vendues dans les grandes surfaces, les magasins d'alimentation, les restaurants, les cafés et les glaciers (**Informations sur les entreprises algériennes, 2019**).

Il est important de noter que l'Algérien a une forte tradition de production de glaces artisanales à base de produits locaux tels que les fruits, le miel et les dattes. Ces glaces artisanales sont souvent préparées à la maison ou vendues sur les marchés locaux (**Bendali, & Boucekara, 2019**).

Cependant, malgré l'augmentation de la consommation de crèmes glacées en Algérie, il existe encore un potentiel de croissance important dans le marché des crèmes glacées en raison de la faible consommation par rapport à d'autres pays de la région. De plus, la diversification des saveurs et des ingrédients utilisés dans la production de crèmes glacées pourrait également stimuler la demande sur le marché local (**Bendali, & Boucekara, 2019**).

2-3-Classification des crèmes glacées

La classification des crèmes glacées peut varier en fonction des critères utilisés. Voici quelques classifications courantes :

1. *Classification selon la teneur en matières grasses* : Les crèmes glacées peuvent être classées en fonction de leur teneur en matières grasses. La législation varie d'un pays à l'autre, mais en général, on considère qu'une crème glacée contient entre 8 % et 12 % de matières grasses. Si elle contient moins de matières grasses, on la qualifiera de "sorbet" ou de "glace à l'eau". Si elle contient plus de matières grasses, on la qualifiera de "glace premium" ou de "gelato" (**International Dairy Food Association, 2017**)
2. *Classification selon la teneur en sucre* : Les crèmes glacées peuvent également être classées en fonction de leur teneur en sucre. La législation varie également d'un pays à l'autre, mais en général, on considère qu'une crème glacée contient entre 15 % et 25 % de sucre. Si elle contient moins de sucre, on la qualifiera de "glace légère" ou de "glace diététique". Si elle contient plus de sucre, on la qualifiera de "glace traditionnelle" (**International Dairy Food Association, 2017**).
3. *Classification selon les ingrédients* : Les crèmes glacées peuvent également être classées en fonction des ingrédients qui les composent. Par exemple, on peut trouver des crèmes glacées à base de lait, de crème, de yaourt, de fromage blanc, de sorbet à base de fruits, etc... (**Lagorce,2019**).
4. *Classification selon la méthode de fabrication* : Les crèmes glacées peuvent également être classées en fonction de la méthode de fabrication utilisée. Par exemple, on peut trouver des crèmes glacées fabriquées à partir d'une base de crème anglaise, d'une base de mousse, d'une base de meringue italienne, etc. (**Lagorce,2019**).

2-4-structure des crèmes glacées

La structure des crèmes glacées est complexe et est influencée par les ingrédients utilisés, le procédé de fabrication et les conditions de stockage. Les crèmes glacées sont composées d'une phase continue de matrice de glace, d'air incorporé et de stabilisants émulsifiants qui empêchent la séparation des phases et assurent une texture et une stabilité adéquates (**Goff, et Hartel, 2013**). La matrice de glace est formée par la congélation de la phase aqueuse de la crème glacée, qui peut contenir des cristaux de glace de différentes tailles en fonction du taux de refroidissement et des ingrédients ajoutés (**figure 04**). L'air est incorporé pendant le processus de mélange et est piégé dans la matrice de glace pour donner une texture crémeuse et légère. Les stabilisants émulsifiants

Sont ajoutés pour améliorer la texture, la stabilité et la rétention d'air dans la crème glacée. (Clarke, 2018).

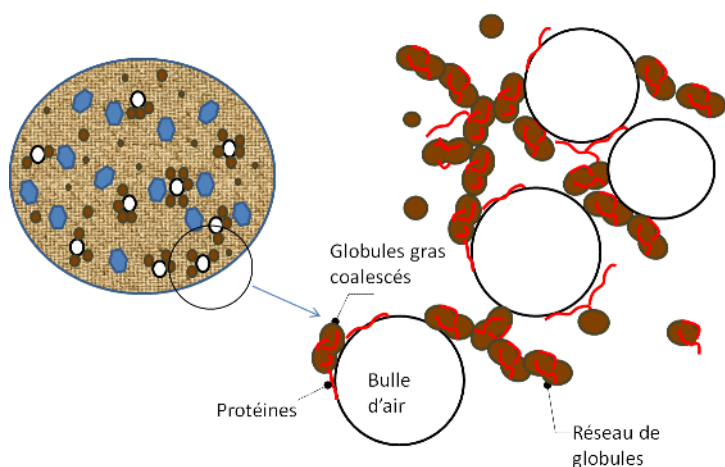


Figure 4 : Schéma représentant la structure de la crème glacée (Messous et Rahou, 2019)

3-Composition des crèmes glaces

Les crèmes glacées sont des desserts glacés populaires dans le monde entier. La composition des crèmes glacées peut varier, mais en général, elles sont composées de lait, de crème, de sucre, d'émulsifiants et d'autres ingrédients tels que des arômes, des colorants et des stabilisants. Chaque ingrédient a une fonction spécifique qui affecte la texture (Tableau 08), le goût et la qualité globale de la crème glacée. (Hartel,2019).

Tableau 08 : composition typique des crèmes glaces (Hussain et al., 2017)

| Ingrédients | Quantité |
|------------------|--------------|
| Lait | 55-65% |
| Crème | 10-16% |
| Sucre | 12-16% |
| Sirop de glucose | 3-5% |
| Stabilisants | 0.2-0.5% |
| Émulsifiants | 0.2-0.5% |
| Arômes | Selon besoin |
| Eau | Selon besoin |

3-1-Composition et fonction des ingrédients des crèmes glacées

La composition et la fonctionnalité des différents ingrédients des crèmes glacées peut-être résumé comme suit :

Les protéines : Les protéines laitières sont souvent utilisées dans la fabrication de crèmes glacées pour leur capacité à stabiliser l'émulsion et à améliorer la texture et la consistance de la crème glacée. Elles agissent en interférence avec la cristallisation de l'eau dans la glace, empêchant ainsi la formation de cristaux de glace et donnant à la crème glacée une texture plus lisse (**Ough, et al, .1999**).

Les émulsifiants : Les émulsifiants sont utilisés pour stabiliser l'émulsion et pour améliorer la texture et la consistance de la crème glacée. Les émulsifiants couramment utilisés dans la fabrication de crèmes glacées comprennent la lécithine, les mono- et di glycérides et les esters de saccharose (**Clarke,2003**).

Les stabilisants : Les stabilisants sont utilisés pour aider à contrôler la cristallisation de la glace et pour améliorer la texture et la consistance de la crème glacée. Les stabilisants couramment utilisés comprennent la gomme de guar, la gomme de caroube et la carraghénane (**Clarke, 2003**)

Les sucres : Les sucres sont utilisés pour améliorer la texture et la consistance de la crème glacée, ainsi que pour ajouter de la saveur et de la douceur. Les sucres couramment utilisés dans la fabrication de crèmes glacées comprennent le sucre de canne, le sirop de maïs et le glucose (**Goff, et al.2013**).

Les graisses : Les graisses sont utilisées pour ajouter de la texture, de la saveur et de la richesse à la crème glacée. Les graisses couramment utilisées dans la fabrication de crèmes glacées comprennent le lait entier, la crème, le lait écrémé et les huiles végétales (**Goff, et al. 2013**).

Les constituants fondamentaux des glaces sont :

- *Eau* : constituant principal de la glace (**Safaei et al., 2014**).
- *L'air* : il est incorporé pour la rendre plus légère et plus agréable (**Messous et Rahou 2019**).
- *Sucre* : généralement utilisé sous forme de saccharose pour ajouter de la douceur et réduire la température de congélation (**Goff et Hartel, 2013**).
- *Matière grasse laitière* : améliore la texture, la saveur et la sensation en bouche (**Goff et Hartel, 2013**).
- *La matière sèche dégraissée (MSD) ou poudre de lait* : sert comme une augmentation

de la teneur en matière sèche et donne une plus grande résistance à la fonte en rendant la crème glacée plus compacte et crée une texture plus fondante car la quantité d'eau à congeler est moins importante (Messous et Rahou 2019)

- *Protéines laitières* : améliorent la texture, la stabilité et la saveur (Goff et Hartel, 2013)
- *Émulsifiants* : empêchent la séparation des matières grasses et des autres ingrédients. (Goff et Hartel, 2013)
- *Stabilisants* : améliorent la texture, empêchent la formation de cristaux de glace et prolongent la durée de conservation. (Goff et Hartel, 2013)
- *Arômes* : ajoutent de la saveur et de l'arôme. (Goff et Hartel, 2013)
- *Colorants* : ajoutent de la couleur. (Goff et Hartel, 2013)

4-Procédé de fabrication des crèmes glaces

Le procédé de fabrication des crèmes glacées comprend généralement les étapes suivantes :

1. **Préparation de la base** : La base de la crème glacée est préparée en mélangeant les ingrédients de base tels que le lait, la crème, le sucre et les stabilisants. Certains fabricants ajoutent également des émulsifiants pour améliorer la texture et la stabilité (Hartel et al., 2013).
2. **Pasteurisation** : La base est ensuite pasteurisée pour éliminer les bactéries et autres micro-organismes (Hartel et al., 2013).
3. **Refroidissement** : La base pasteurisée est refroidie à une température basse pour permettre la formation de cristaux de glace lors de la congélation (Goff et al., 2013).
4. **Maturation** : La base refroidie est ensuite laissée à maturer pendant plusieurs heures à une température basse pour améliorer la texture et la saveur de la crème glacée (Goff, et al., 2013).
5. **Congélation** : La base maturée est ensuite versée dans une machine à glace et congelé tout en remuant pour empêcher la formation de gros cristaux de glace. (Clarke, et Creamer, 2006)
6. **Inclusion** : Des inclusions telles que des morceaux de fruits, de noix, de biscuits ou de chocolat sont ajoutées à la crème glacée pendant la congélation (Clarke et Creamer, 2006)
7. **Stockage** : Une fois la congélation terminée, la crème glacée est stockée à une température basse pour maintenir sa texture et sa qualité (Clarke et al., 2006).

5-Propriétés physico-chimiques des crèmes glaces

Les mélanges de crème glacée sont des systèmes complexes qui présentent des propriétés physico-chimiques importantes qui affectent la qualité finale du produit.

1. **Densité** : La densité des mélanges de crème glacée varie entre 1,05 et 1,25 g/cm³ en fonction de la teneur en matières grasses et en sucre (**Rehman et al., 2021**).
2. **pH** : Le pH des mélanges de crème glacée est généralement compris entre 6,2 et 6,8 (**Pal et al., 2019**).
3. **Viscosité** : La viscosité des mélanges de crème glacée augmente avec l'augmentation de la teneur en matières grasses et en solides totaux (**Rehman et al., 2021**).
4. **Point de congélation** : Le point de congélation des mélanges de crème glacée dépend principalement de la teneur en sucre et en matières grasses et varie généralement entre -3 et -6 °C (**Pal et al., 2019**).
5. **Texture** : La texture des crèmes glacées dépend de nombreux facteurs, tels que la taille des cristaux de glace, la teneur en matières grasses, la viscosité, etc. (**Goff et Hartel, 2013**).

6-Propriétés microbiologie des crèmes glaces

Les crèmes glacées sont des produits alimentaires sensibles aux contaminations microbiologiques, car elles sont composées d'ingrédients tels que la crème, le lait, les œufs et les arômes, qui sont tous susceptibles de contenir des micro-organismes pathogènes. Il est donc important de maintenir une bonne hygiène lors de la production et du stockage des crèmes glacées pour garantir la sécurité alimentaire des consommateurs (**Khaldi et al., 2017**).

Plusieurs études ont été menées pour évaluer la qualité microbiologique des crèmes glacées. Par exemple une étude menée en Tunisie a montré que certaines marques de crèmes glacées commercialisées étaient contaminées par des micro-organismes pathogènes tels que *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* (**Khaldi et al., 2017**). Une autre étude menée en Iran a révélé la présence de *Listeria monocytogenes* dans des échantillons de crèmes glacées fabriquées localement (**Zarei et al., 2017**).

Pour garantir la sécurité microbiologique des crèmes glacées, des normes ont été établies dans plusieurs pays. Par exemple, l'Union européenne a établi des normes microbiologiques pour les crèmes glacées, qui incluent des limites pour les micro-organismes pathogènes tels que *Salmonella* et *Listeria monocytogenes* (**Commission européenne, 2004**).

7-Évaluation sensorielle

La technique d'évaluation sensorielle de la crème glacée est sous plusieurs aspects, complètement différente de l'évaluation sensorielle des autres produits laitiers, du fait que le produit est congelé.

Cependant lorsque vient le moment de juger la crème glacée, on doit s'assurer que le produit n'est pas maintenu à une froideur intense. Il doit plutôt être gardée à une température d'environ -15°C, température à laquelle le produit conserve ses propriétés physiques et peut alors être évalué facilement.

Si la surface de la crème glacée a été exposée à l'air froid et qu'elle se dessèche, on doit enlever la surface (**Messous et ra, 2019**).

7-1- Risque liée à la consommation des crèmes glacées

La consommation de crèmes glacées peut présenter des risques pour la santé si elles ne sont pas préparées, manipulées et conservées de manière appropriée. Parmi les risques les plus courants, on peut citer :

- La contamination par des bactéries pathogènes telles que Salmonella ou Listeria, qui peuvent causer des infections alimentaires graves.
- Les allergies alimentaires, car les crèmes glacées contiennent souvent des allergènes courants tels que le lait, les noix ou le soja.
- L'ingestion de corps étrangers tels que des morceaux de bois ou de métal qui peuvent accidentellement contaminer les crèmes glacées pendant leur fabrication ou leur distribution (**Administration des aliments et des médicaments, 2023**).

Il est important de suivre les bonnes pratiques d'hygiène alimentaire lors de la préparation et de la manipulation des crèmes glacées, et de conserver les produits à la température appropriée pour éviter la croissance des bactéries. Il est également recommandé de vérifier les étiquettes des crèmes glacées pour s'assurer qu'elles ne contiennent pas d'allergènes connus et de surveiller les petits objets lors de la consommation de ces produits. (**HealthLink 2023**).

8-valeurs nutritionnelle

Les crèmes glacées sont souvent consommées comme des aliments riches en calories et en gras, et leur consommation excessive peut entraîner un déséquilibre nutritionnel. Cependant, les valeurs nutritionnelles peuvent varier en fonction des ingrédients et du mode de préparation utilisés. (**Hayes, et Laws, 1995**)

La plupart des crèmes glacées contiennent du sucre, de la graisse, du lait et/ou de la crème, ainsi que des additifs tels que des émulsifiants, des stabilisants et des arômes. Selon la

Composition et les proportions de ces ingrédients, les valeurs nutritionnelles des crèmes glacées peuvent varier **(Hayes, 1995)**.

En général, les crèmes glacées contiennent des quantités importantes de calories, de graisses saturées et de sucres ajoutés, ce qui peut contribuer à un apport élevé en calories et à un risque accru de maladies chroniques telles que l'obésité, le diabète de type 2 et les maladies cardiovasculaires. **(Centrale de données alimentaires de l'USDA, 2023)**. Cependant, certaines crèmes glacées peuvent être plus saines que d'autres en raison de leur teneur en matières grasses et en sucre plus faible, ainsi que de l'utilisation d'ingrédients naturels et de techniques de production plus saines **(St-Onge, 2002)**.

Une portion typique de crème glacée de 100 g contient environ 200 à 300 calories, 10 à 20 g de matières grasses, 20 à 30 g de glucides et 3 à 5 g de protéines. Certaines crèmes glacées peuvent contenir plus de matières grasses et de calories que d'autres en raison de l'utilisation de crème entière plutôt que de lait écrémé, ou de l'ajout d'ingrédients riches en graisses comme les noix et les pépites de chocolat. **(Jones, 2002)**.

Il est important de noter que les crèmes glacées sans sucre ajoutées, sans gras et faibles en calories ne sont pas nécessairement plus saines. Elles peuvent contenir des édulcorants artificiels, des additifs et des ingrédients transformés qui peuvent également avoir des effets négatifs sur la santé.

*Matériel Et
méthode*

I. Matériel

1. Introduction

L'industrie alimentaire est en constante évolution, poussée par la demande croissante des consommateurs pour des produits innovants et sains. Dans ce contexte, la valorisation des sous-produits laitiers tels que le babeurre et le lactosérum est devenue un domaine de recherche essentiel. Ce mémoire se penche sur la valorisation du babeurre et du lactosérum en les incorporant dans des produits très appréciés par le grand public, à savoir les crèmes glacées (**Smith et al., 2020**).

Le babeurre et le lactosérum sont deux sous-produits issus de la production du beurre et de fromage. Traditionnellement considéré comme des déchets, ils regorgent pourtant de composants nutritifs et fonctionnels qui peuvent apporter de la valeur à divers produits alimentaires. En utilisant ces sous-produits dans la fabrication de crèmes glacées, l'industrie alimentaire peut non seulement réduire le gaspillage, mais aussi créer des produits plus nutritifs et innovants, tout en répondant aux préoccupations croissantes des consommateurs pour une alimentation saine (**Jones et Smith, 2018**).

2. Objectif de travail :

L'objectif principal est d'évaluer la composition nutritionnelle de ces sous-produits laitiers afin de comprendre leur valeur ajoutée en termes de nutriments essentiels et d'examiner les différentes méthodes de transformation et de préparation du babeurre et du lactosérum pour les rendre aptes à l'incorporation dans les crèmes glacées. Développer des recettes de crèmes glacées et de boissons rafraîchissantes en incorporant judicieusement le babeurre et le lactosérum pour améliorer leur profil nutritionnel et sensoriel. Réaliser des tests sensoriels pour évaluer la perception des consommateurs vis-à-vis des produits finis.

Avant les préparations il faut pasteuriser les sous- produits laitier, mais avant la pasteurisation, il est essentiel de préparer le lactosérum et le babeurre en les filtrants pour éliminer les impuretés et les particules indésirables (**Gunasekaran et al., 2018**)

La pasteurisation du lactosérum et du babeurre implique l'exposition à des températures élevées. Les températures spécifiques peuvent varier, mais elles sont généralement maintenues entre 70°C et 85°C pour une courte période.



Figure 5 : réchauffement jusqu'à la température de 80 °C (**Photo originale**)

Après la pasteurisation il faut refroidir rapidement le babeurre ou le lactosérum à la température sûre pour éviter le sur cuisson et préserver les caractéristiques sensorielles. Une température de refroidissement de 4 °C est couramment utilisée

3. Préparation de la crème glacée au lactosérum

Pour préparer des crèmes glacées, il faut mettre le sucre, la poudre de lait, la crème liquide et la vanille dans un bécher puis le mettre sur une plaque chauffante et homogénéiser.

Jusqu'à dissolution et mélange de tous les ingrédients. Couper le feu 5min à 8min lorsque le sucre est complètement dissout. Après l'homogénéisation des ingrédients, on verse le mélange dans la sorbetière (**Figure 6**). Après homogénéisation dans l'appareil nous avons obtenu un mélange que nous avons versé dans des moules et conserver au congélateur à une température de -18°C.



Figure 6 : préparation des crèmes glacée dans La sorbetière (**Photo originale**)

La recette des crèmes glacée que nous avons préparés a été répétée 4 fois avec les mêmes mesures, sauf la quantité du lactosérum qui a été changée dans chaque préparation avec une compensation avec de l'eau pour respecter les concentrations des autres ingrédients nécessaire à la recette.

4. Préparation de crème glacée au babeurre incorporez-le à la place du lait :

Pour préparer des crèmes glacées, il faut mettre le sucre, la poudre de lait, la crème liquide et la vanille dans un bécher puis le mettre sur une plaque chauffante et homogénéiser jusqu'à dissolution et mélange de tous les ingrédients. Couper le feu 5min à 8min lorsque le sucre est complètement dissout. Après l'homogénéisation des ingrédients, on verse le mélange dans la sorbetière (**Figure 7**). Après homogénéisation dans l'appareil on a obtenu un mix, on a versé dans des moules et conserver au congélateur avec une température de -18°C.

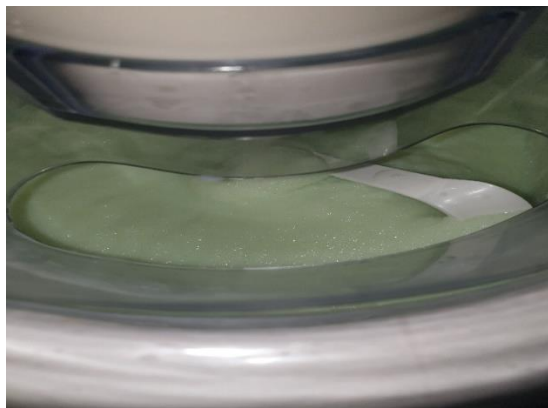


Figure 7 : le mélange dans La sorbetière (Photo originale)

La recette des crèmes glacée qu'on a préparés a été répétée 4 fois avec les mêmes mesures, sauf la quantité du babeurre qui a été changé dans chaque préparation.

II. Méthode

1. Analyse microbiologique des crèmes glacés

L'analyse microbiologique est essentielle pour garantir la sécurité alimentaire des produits, en particulier lorsque des sous-produits laitiers comme le babeurre et le lactosérum sont utilisés dans la production des crèmes glacées et des boissons rafraîchissantes.

Les analyses microbiologiques portent essentiellement sur la détection et le dénombrement des germes pathogènes dans le produit fini. Ces germes largement répons dans la nature peuvent contaminer tous les aliments dont les crèmes glacées et entraîner des toxi-infections alimentaires ou des intoxications.



Figure 9 : Mise en boîte des pétri des milieux de cultures (Photo originale)

1-1 Echantillonnage :

L'échantillon est préparé à partir de la quantité du produit à analyser qu'on a prélevé auparavant, on pèse 10g dans un sachet stérile pour la préparation de la solution mère.

1.1. Préparation de la solution mère (crème glacée) :

Après avoir effectué notre échantillonnage, on prépare les solutions mères, sa préparation consiste à peser aseptiquement dans un sachet stérile 10g de chaque échantillon le mélanger ensuite avec l'eau peptonée tamponnée jusqu'à 100g pour les salmonelles, et à 100g aussi avec TSE pour les germes totaux, coliforme totaux, les levures et moisissure



Figure 10 : balance électrique (Photo originale)

1.2. Dilutions décimales :

➤ Principe :

La préparation de dilutions décimales a lieu si nécessaire, en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume pour permettre, après incubation, d'observer leur

éventuel développement (cas des tubes) ou effectuer le dénombrement des colonies (cas des boîtes de pétri).

➤ **Protocole**

Transvaser, à l'aide d'une pipette stérile 1ml de la SM dans un tube de 9 ml de TSE. Mélanger le tout avec un agitateur mécanique (vortex).



Figure 12 : solution mère d'échantillon (**Photo originale**)

2. 5. Isolement :

En profondeur du produit à une quantité de 1 ml qui va se faire en zone stérile et entre deux bacs benzène et le tout en prenant tous préparation contre la contamination.

Ensuite on verse la gélose qu'il faut pour chaque germe et pour toutes les dilutions.

On exerce un mouvement délicat sur les boîtes de pétri se forme de huit ∞ qui va servir à homogénéiser l'ensemble de contenu.

Après cette opération on incube dans l'étuve à la température idéale pour chaque germe recherché.



Figure 13 : étuve à 37°C



figure 14 : les flacons des 4 échantillons pour chaque préparation (**Photo originale**)

2.6. Dénombrement et identification des germes

Tous les analyses microbiologiques ont été réalisées suivant les protocoles décrits par le journal officiel du

2.6.1. Recherche et dénombrement des Salmonelles

Les espèces de salmonella sont des bactéries non sporulantes et mobile à Gram négatif, en forme de bâtonnet et aérobies ou anaérobies facultatives. Ce genre est composé d'environ 2000 sérotypes dont l'habitat naturel est l'intestin des vertébrés. La plupart sont pathogènes pour l'homme, il est important d'éviter la présence des salmonelles dans l'alimentation (Huss,1988).

➤ Mode opératoire

Par cette méthode, les salmonella font l'objet d'une prise d'essai de 10 grammes à part. Elles sont recherchées et identifiées sur le plan biochimique selon le protocole suivant.

Jour 1 : pré enrichissement

Prélever 10g de produit à analyser dans un sachet stérile de type stomacher contenant 90 ml d'Eau peptonée tamponnée.

Broyer cette suspension dans un broyeur de type stomacher, puis la transposer dans un flacon stérile. Cette suspension constitue l'étape de pré enrichissement, elle sera incubée à 37 °C pendant 16 à 20 heures.

Jour 2 : Enrichissement

L'enrichissement est effectué à partir du bouillon de pré enrichissement sont à partir de l'eau peptonée tamponnées(EPT) sur le milieu de sélénite de sodium (SFB) réparti de 10ml par tube.

➤ Incubation

Le tube de sélénite de sodium sera incubé à 37°C pendant 24 heures

Jour 3 : Isolement

Le tube fera l'objet d'un isolement sur :

Le milieu gélose HECKTOEN la boîte ainsi isolée est incubée à 37°C pendant 24 heures.

Jour 4 : Lecture

Les Salmonelles se présentent de façon suivante :

Colonie le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose HECKTOEN.

2.6.2. Dénombrement des Germes aérobies :

Sont des indicateurs du niveau d'hygiène générales et/ou flore d'altération, ils reflètent l'histoire du produit (mauvaise gestion du couple durée/température, rupture de la chaîne du

froid). Cette flore peut comprendre des bactéries qui se multiplient à la température des réfrigérateurs (**Branger, 2007**).

➤ **Mode opératoire**

-A partir de la dilution décimale à l'aide d'une pipette pasteur portée aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri, verser ensuite la gélose (PCA).

-Repartir dans la boîte en faisant des mouvements de forme de huit pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

-Incuber les boîtes à une température de 30°C.

2.6.3. Dénombrement des levures et moisissures :

Les levures et moisissures sont des champignons microscopiques dont la présence dans les boissons n'est pas souhaitée. Ils provoquent des changements organoleptiques tels que : l'altération du goût, le gonflement, la mauvaise présentation et la diminution de la durée de conservation des produits. Les levures, quand elles se développent, ne sont pas pathogènes, mais elles dégradent la qualité marchande. Les moisissures présentent un risque sanitaire, parce qu'elles produisent des mycotoxines dans les aliments.

Le dénombrement des levures et moisissures est réalisé sur le milieu sabouraud. L'ensemencement avait été effectué à raison de 1 ml par boîte, sur deux boîtes en profondeur et deux autres en surface, en suite elles ont été incubées à température ambiante pendant 03 à 05 jours. Les lectures ont été effectuées chaque jour pour voir l'évolution de la croissance.

2.6.4. Dénombrement des coliformes totaux(CT)

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux. Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, Gram-, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz au moins de 48 h à 35 °C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24h à 44,5°C.

➤ **Mode opératoire**

Pour les coliformes totaux, l'ensemencement se fait en double couche

➤ **Ensemencement :**

Porter aseptiquement 1ml à partir de la dilution 10-11'équipement, dans une boîte Pétri stérile, ajouter ensuite 15 ml environ de VRBL homogénéiser par des mouvements en huit et laisser refroidir.

➤ **Incubation :**

Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24 h.

➤ **Lecture :**

Dans le cas d'un résultat positif des petites colonies roses apparaissent.

Tableau 10 : Les milieux favorables à la croissance des germes recherchés

| Produit | Milieu de culture | Température | Temps d'incubation | Apparence |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---|
| Germe aérobic | PCA | 30°C | 72h | Colonies de forme lenticulaire en masse |
| Coliforme totaux | VRBL | 37°C | 24h | Couleur rouge rose diamètre supérieur à 0.5mm |
| Salmonella | Héktoène | 37°C | 24h | Couleur verte bleu avec un centre noir |
| Levure et moisissure | sabouraud | Température ambiante | 24h | Colonie ronde et lenticulaires |

Résultats et discussion

1-résultat et discussions des analyses microbiologiques :

Les résultats des germes aérobies sur PCA à 30°C des 4 échantillons analysés montre une valeur inférieure à celle de <<M>> exigée par la norme (tableau 11 et 12) par contre la recherche des coliformes totaux , levures, moisissures et salmonelles sont caractérisée par une absence dans les échantillons analysés ,ces résultats indiquent que la qualité microbiologique est satisfaisante et conforme aux normes selon l'arrêté interministériel du 02 juillet 2017 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (journal officiel N°39).

Tableau 11 : résultat d'analyses microbiologique des crèmes glacées préparé à base du babeurre

Tableau 12 : résultat d'analyses microbiologique des crèmes glacées préparé à base du lactosérum

3 : Résultats d'analyses organoleptiques :

Après préparation de notre crème glacée à base de lactosérum, nous avons organisé une journée de dégustation et nous avons fait appel à 70 personnes non entraînés, qui ont différents âges et différents niveaux intellectuel

La journée de dégustation des crèmes glacées nous a permis de faire ressortir les principales caractéristiques sensorielles (goût, texture et arôme) de chaque crème glacée étudiée et aussi de faire ressortir la préférence des personnes qui ont dégusté les quatre produits testés (**tableau 13 ; figure 15**).

Chaque critère évalué, nous a permis de tracer un histogramme qui a servi de faire une comparaison entre les quatre crèmes glacées à différents pourcentage du lactosérum.

Tableau 13 : résultat organoleptique des crèmes glacées de lactosérum

Figure 15 : résultat d'analyse organoleptique (gout, arôme, texture)

Résultat organoleptique de la préparation des crèmes glacées du babeurre

Après préparation de notre crème glacée à base de *babeurre*, nous avons organisé une journée de dégustation et nous avons fait appel à 70 personnes non entraînés, qui ont différents âges et différents niveaux intellectuel

La journée de dégustation des crèmes glacées nous a permis de faire ressortir les principales caractéristiques sensorielles (goût, texture et arôme) de chaque crème glacée étudiée et aussi de faire ressortir la préférence des personnes qui ont dégusté les quatre produits testés.

Chaque critère évalué, nous a permis de tracer un histogramme qui a servi de faire une comparaison entre les quatre crèmes glacées à différents pourcentage du babeurre.

Le test organoleptique montre que la majorité des digesteurs ont préféré les deux crèmes glacées à base de lactosérum 25% et 50% par rapport au goût, texture et arôme.

La majorité des digesteurs ont préféré les deux crèmes glacés à base de babeurre 50% et 75% par rapport au goût, texture et arôme

Tableau 14 : résultat organoleptique des crèmes glacées du babeurre

Conclusion

Conclusion

En conclusion, ce mémoire a exploré en profondeur les opportunités de valorisation du babeurre et du lactosérum dans l'industrie alimentaire, en se concentrant spécifiquement sur leur incorporation dans

les crèmes glacées. Notre recherche a révélé plusieurs constatations significatives qui peuvent avoir un impact durable sur l'industrie alimentaire et la nutrition.

Tout d'abord, nous avons démontré que le babeurre et le lactosérum sont riches en nutriments essentiels, notamment des protéines de haute qualité, des minéraux et des vitamines, ce qui en fait des ingrédients précieux pour améliorer la valeur nutritionnelle des produits alimentaires. Leur utilisation peut contribuer à répondre aux besoins croissants des consommateurs pour des aliments plus sains et équilibrés.

Ensuite, nos expériences ont montré que l'incorporation du babeurre et du lactosérum dans les crèmes glacées et les boissons rafraîchissantes peut améliorer la stabilité des produits, tout en maintenant des caractéristiques sensorielles acceptables. Cependant, il est essentiel de trouver des formulations appropriées et d'optimiser les méthodes de transformation pour garantir la qualité des produits finis.

De plus, notre analyse microbiologique a mis en évidence l'importance d'une surveillance continue de la sécurité alimentaire lors de l'utilisation de ces sous-produits laitiers, en mettant l'accent sur la prévention de la contamination par des micro-organismes. Indésirable. Le respect des normes de sécurité alimentaire est essentiel pour garantir la qualité et la sécurité des produits.

Sur le plan économique, nos résultats ont montré que l'utilisation du babeurre et du lactosérum peut être économiquement viable, en particulier les coûts de production tout en améliorant la durabilité de l'industrie alimentaire.

Enfin, cette mémoire a contribué à la littérature scientifique sur la valorisation des sous-produits laitiers, en offrant des recommandations pratiques aux professionnels de l'industrie alimentaire pour l'incorporation réussie du babeurre et du lactosérum dans leurs produits. Il s'agit d'une étape cruciale vers une production alimentaire plus durable, répondant aux attentes changeantes des consommateurs.

En résumé, ce mémoire souligne l'importance de considérer le babeurre et le lactosérum comme des ressources précieuses plutôt que comme des déchets, ouvrant ainsi la voie à des innovations dans l'industrie alimentaire tout en contribuant à une alimentation plus nutritive et durable pour tous.

Référence

Bibliographie

1-Hassan, A. and Abd-El-Hafeez, G., 2019. Whey and buttermilk utilization in functional foods. *Food Science and Nutrition*, 7(2), pp.371-382.)

2-Sharma, P. and Gujral, H.S., 2018. Whey valorization : A new perspective. *Journal of food science and technology*, 55(6), pp.1997-2014.)

3- Pandey, A.K., Singh, P., Tripathi, V., Pandey, A. and Khan, M.Z., 2020. Whey utilization in ice cream manufacture : A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(6), pp.992-1005.)

4- Onwulata, C.I. and Huth, P.J., 2007. *Whey processing, functionality and health benefits*. John Wiley & Sons.)

5-Fox, P.F., & McSweeney, P.L.H. (Eds.). (2013). *Advanced Dairy Chemistry : Volume 1A : Proteins : Basic Aspects* (4th ed.). New York : Springer Science & Business Media.

6-Huppertz, T. (Ed.). (2016). *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology* (2nd ed.). Boca Raton, FL : CRC Press. PP682-698

7-Walstra, P., Geurts, T.J., & Noomen, A. (2006). *Dairy Technology : Principles of Milk Properties and Processes*. Boca Raton, FL : CRC Press. PP 322-330

8-Deeth, H. C., & Fitzgerald, R. J. (2021). *Whey proteins and peptides : Overview and perspectives*. In *Proteins and Peptides* (pp. 3-17). Springer.

9-(Guimarães et al.,2010 ; Lapointe -Vignola, 2002). *Whey Protein : Composition, Nutritional Properties, and Behavior under Heat Treatment*. In *Food Engineering : Integrated Approaches* (pp. 582-603).

-Madaoui 1989

10 -Korus, J., & Witczak, T. (2018). *Whey and lactose processing*. In *Lactose-Derived Prebiotics* (pp. 115-133). Springer.

11- Khemakhem, I., & Attia, H. (2019). *Caractéristiques physico-chimiques et propriétés fonctionnelles des protéines de lactosérum*. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 26(1), 96-107.)

11- Adjonu, R., Doran, G., Torley, P., & Agboola, S. (2013). *Whey protein isolate–pectin composite beads : Physical properties, microstructure and controlled release properties*. *Food hydrocolloids*, 31(2) (pp 432-440).

12-Guimarães, J. T., Geraldo, D. A., & De Oliveira, M. N. (2017). *Whey Protein : Composition, Nutritional Properties, and Behavior under Heat Treatment*. In *Food Engineering : Integrated Approaches* (pp. 285-303). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/67651>

13- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., & Cogan, T. M. (Eds.). (2017). *Cheese : Chemistry, Physics and Microbiology : Major Cheese Groups* (Vol. 1). Elsevier.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology* (2nd ed.). CRC Press.

14-Chen, J., Wu, J., & Liu, W. (2020). *Separation and purification of whey protein*. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 92, pp. 263-308). Academic Press.

-Elkins, A., & Reiter, B. (2019). *The clinical use of bioactive milk proteins in human nutrition*. In *Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals* (pp. 267-297). John Wiley & Sons.

-Mistry, V.V., Prajapati, J.B., & Mondal, A.K. (2019). Handbook of Food Science and Technology 1. Springer.p420-450

15-D. Sánchez, F. Tonon, M. Ferreira, & R. P. F. Guimarães (2015). Production of whey protein concentrate: A review on process integration for increasing economic value. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 14(4), 481-496. doi: 10.1111/1541-4337.12138

16-Elkins, A., & Reiter, B. (2019). The clinical use of bioactive milk proteins in human nutrition. In Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals (pp. 267-297). John Wiley & Sons.

17-De Wit, J. N. (2010). Functions of whey proteins in food products. In Improving the health-promoting properties of fruit and vegetable products (pp. 239-263). Woodhead Publishing.

-Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S., & Corrieu, G. (2004). The relative effect of milk base, starter, and process on yoghurt texture: a review. Critical reviews in food science and nutrition, 44(2), 113-137.

-Hayes, M., Stanton, C., Fitzgerald, G. F., & Ross, R. P. (2006). Putting microbes to work: dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part II: bioactive peptide functions. Biotechnology Journal, 1(3), 316-324.

-El-Salam, M. H. A., & El-Shibiny, S. (2015). Bioactive peptides and proteins from whey and their functional properties. World Dairy Journal, 48, 8-15.

-Arnold, R. R., Cole, M. F., & McGhee, J. R. (2011). A bactericidal effect for human lactoferrin. Science, 197(4300), 263-265.

18-Dhanashri, S.M., Kadam, S.U., & Wagh, M.K. (2019). Whey protein: A comprehensive review on its composition, functionalities, applications and health benefits. Food Science and Human Wellness, 8(4), 250-262.

-Farrell Jr, H.M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G.T., Brown, E.M., Butler, J.E., Creamer, L.K., Hicks, C.L., Hollar, C.M., Ng-Kwai-Hang, K.F., Swaisgood, H.E., & Tatham, A.S. (2004). Nomenclature of the proteins of cows' milk—sixth revision. Journal of Dairy Science, 87(6), 1641-1674.

-Pellegrino, L., & Perry, M.B. (2019). Whey protein and exercise-induced muscle adaptation. Nutrients, 11(10), 2214.

-Zimecki, M., & Artym, J. (2018). Milk-derived proteins and peptides in clinical trials. Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej, 72, 505-517.

19-Ha, E., Zemel, M. B. (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). The Journal of Nutritional Biochemistry, 14(5), 251-258.

-Zou, T., Zheng, Y., Wang, B., Zhu, X., Mao, G. (2016). Effect of whey protein hydrolysates on peptide YY release from enteroendocrine cells and its efficacy in a rat model of obesity. Food &

Function, 7(5), 2365-2372.

20-• Boumba, V.A., Ziogas, B.N., & Tsaknis, J. (2017). Characterization of Greek Traditional Cheeses Based on Volatile Compounds, Free Fatty Acids and Biogenic Amines. *Foods*, p (612 - 110).

•González-Centeno, M.R., Knoerzer, K., & Barrett, D.M. (2019). Non-thermal processing technologies for the valorization of underutilized dairy by-products. *Journal of Dairy Science*,p 102(7), p(5593-5605).

21-McSweeney, P. L. H., & Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: a review. *Lait*, 80(3), p(293-324).

Farkye, N. Y., & Castaigne, F. (1987). The composition and some functional properties of buttermilk powders. *Journal of food science*, 52(2),p (376-380).

22-Kailasapathy, K. (2016). Microbiological and functional aspects of lactic acid bacteria in food and health. Boca Raton, FL: CRC Press.p(188-200)

-O'Keefe, S. F., & Pike, O. A. (2014). Buttermilk and whey. In *Encyclopedia of dairy sciences* (2nd ed., pp. 271-276). Academic Press.

23-Deeth, H. C., & Fitz-Gerald, C. H. (2013). *Le lait et les produits laitiers: science, technologie et aspects économiques*. Lavoisier.

23-Sodini, I., & Schmitt, C. (2007). Milk-derived bioactive peptides and their impact on human health. In *Milk and Dairy Products in Human Nutrition* (pp. 329-348). Wiley-Blackwell.

24-a fabrication artisanale du beurre et du babeurre, fiche technique publiée par le Centre de recherche et de développement technologique laitier (CRDTL) du Québec : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/sorties/CRDTL/Documents/fabrication-beurre-babeurre.pdf>

25-Sudha, ML, Rajeswari, G., & Venkateswara Rao, G. (2007). Influence du concentré de protéines de lactosérum et de la poudre de babeurre sur les caractéristiques rhéologiques, microstructurales et qualitatives du gâteau sans œufs. *Hydrocolloïdes alimentaires*, 21(5-6),pp 591-600.

-McSweeney, PL (2004). Variétés de fromages dérivés de lait autre que de vache. *Lait et produits laitiers : de la genèse aux applications nutritionnelles*, pp 255-283.

-Rosenthal, D., & Parrish, D. (2019). *Manuel du maïs : sa biologie*. Springer.

-Dhingra, D., Michael, M. et Rajput, H. (2012). Dangers pour la sécurité alimentaire dans l'industrie laitière : un aperçu. Dans *Sécurité alimentaire au XXIe siècle* (pp. 21-44). Presse académique.

-Lin, TK, Zhong, L. et Santiago, JL (2018)⁵⁰. Effets anti-inflammatoires et de réparation de la

barrière cutanée de l'application topique de certaines huiles végétales. *Revue internationale des sciences moléculaires*, 19(1), p70.

26- Galliers, JR, & Gunn, I. (2013). *Encyclopédie des sciences laitières*. Presse académique.]

27-Commission du Codex Alimentarius. (2015). Norme pour la crème glacée. Codex stan p272-1969. (http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ru/?lnk=1&url=%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2B272-1969%252FCXS_272e.pdf)

28-International Dairy Foods Association. (2017). *Ice Cream and Frozen Desserts*.p114

-Lagorce, A. (2019). *Les secrets de la glace artisanale*. Larousse.

29-Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice cream* (7th ed.). New York: Springer.

-Clarke, C. (2018). *The Science of Ice Cream* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.

30- Clarke, C. (2003). *Ice Cream*. Berlin : Springer-Verlag.]

*Goff, H.D. et al. (2013). *Ice Cream*. New York : Springer Science+Business Media.]

*Goff, H.D. et al. (2013). *Ice Cream*. New York : Springer Science+Business Media.]

*Ough, C.S. et al. (1999). *Dairy-Derived Ingredients: Food and Nutraceutical Uses*. New York : Marcel Dekker.]

31-Hussain et al. (2017) "Ice cream as a colloidal system: Ice crystallization and effects of additives on structure and stability" *Trends in Food Science & Technology*, p 68: 56-69.-

32-Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice cream* (7th ed.). Springer.p113

Clarke, C., & Creamer, L. K. (2006). *Ice cream*. Springer.p166

33- Goff, HD, & Hartel, RW (2013). *Glace*. Springer Science et médias d'affaires.p175

*Pal, D., Datta, AK et Bhattacharya, S. (2019). Crème glacée : un examen complet de la structure, de la qualité et de la durée de conservation. *Examens complets en science alimentaire et sécurité alimentaire*, 18(6), p1807-1828.

*Rehman, MSU, Imran, M., & Ahmad, N. (2021). Propriétés physicochimiques et sensorielles de la crème glacée : un bilan. *Revue critiques en science alimentaire et nutrition*, 61(5),p 793-803.

34- Khaldi, S., Hassen, A., & Hammami, M. (2017). Microbiological quality of ice cream sold in the city of Sfax (Tunisia). *Journal of food protection*, 80(1), p120-125.

*Zarei, M., Salehi, T. Z., & Ahmadi, A. (2017). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in ice cream produced in Isfahan, Iran. *Journal of food quality and hazards control*, 4(1), p16-20.

*Commission européenne. (2004). Règlement (CE) n°2073/2004 du 15 novembre 2004 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de*

l'Union européenne, L 338/1-L 338/26.

35-messous et rahou

36- Administration des aliments et des médicaments. Crèmes glacées et desserts glacés - Quoi de neuf. <https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/ice-cream-and-frozen-desserts-whats-new> (consulté le 17 mars 2023).

HealthLink BC. Sécurité de la crème glacée. <https://www.healthlinkbc.ca/health-topics/zt2111> (consulté le 17 mars 2023).

37- Hayes, JE et Laws, KR (1995). L'évaluation sensorielle des produits laitiers. Springer Science et médias d'affaires.

Centrale de données alimentaires de l'USDA. (2023). Glaces, vanille. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171319/nutrients>

St-Onge, MP, & Jones, PJ (2002). Effets physiologiques des triglycérides à chaîne moyenne : agents potentiels dans la prévention de l'obésité. *Le Journal de la nutrition*, 132(3), 329-332.

Tappy, L., & Le, K. (2010). Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. *Physiological Reviews*, 90(1), 23-46.

39- Gray, J. (2018). Breuvages. Dans *Food Science: An Ecological Approach* (pp. 391-417). Presse CRC.

40-(Smith, J. et al., « Trends in Food Industry », *Food Trends Journal*, vol. 45, no. 2, 2020, pp. 87-102).

