

الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar TELIDJI - Laghouat -

جامعة عمار ثليجي - الاغواط -

Faculté des Sciences

كلية العلوم

Département des Sciences Agronomiques

قسم العلوم الفلاحية



## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie (SNV)

**Filière :** Sciences Alimentaires

**Par :**

**HASSINE Hocine**

**THEME**

---

**Caractérisation et qualité d'un lait déshydraté**

---

|                    |                      |               |
|--------------------|----------------------|---------------|
| Mme. Mayada ZAMOUM | MCA (Univ. Laghouat) | Présidente    |
| Mr. Said SEDDIKI   | MAA (ENS. Laghouat)  | Examineur     |
| Mr. Youcef KOUADRI | MCB (Univ. Laghouat) | Rapporteur    |
| Mr. Brahim ASSELI  | MCB (Univ. Laghouat) | Co-rapporteur |

*Année Universitaire : 2021/2022*

## ***Dédicaces***

*Avec un plaisir un couer ouvert et immense joie*

*Je dédie ce travail à mon très cher père*

*A ma très chère mère*

*A mes frères*

*A mes sœurs*

*Pour leurs patience : leur amour ; leur soutien et leur  
encouragements.*

*A tous mes amis et mes camarades sans oublier tous les professeurs que ce soit du  
primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieurs.*

**HOCINE**

## **Remercîments**

*Je tiens à remercier tout d'abord Allah qui j'ai donnés la santé et le courage pour terminer ce modeste travail.*

*En second lieu, je tiens à présente profonde gratitude et sincères remerciements à l'encadrants*

*Mr : **ASSELI BRAHIM***

**ET**

*Mr : **KOUADRI YUCEF***

*Pour la qualité de encadrement et l`aide précieuse qu`ils m`a tout au long de la préparation de ce mémoire.*

*Je remercier tous les enseignants du département d'agronomie pour leurs précieux efforts.*

*Enfin, une profonde gratitude et un grand respect aux membres du jury qui jugeront ce travail.*

## Liste des abréviations

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>%</b>              | : Pourcent  |
| <b>°C</b>             | : Degré Celsius   |
| <b>°D</b>             | : Degré Dornic  |
| <b>CF</b>             | : Coliformes Fécaux   |
| <b>CO<sub>2</sub></b> | : Dioxyde de Carbone  |
| <b>CT</b>             | : Coliformes Totaux   |
| <b>DLC</b>            | : Délai Limite de Consommation  |
| <b>DLUO</b>           | : Délai Limite l'Utilisation Optimale                                 |
| <b>FAO</b>            | : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture |
| <b>FMAT</b>           | : Flore Mésophile Aérobie Totale                                      |
| <b>g</b>              | : Gramme  |
| <b>g/l</b>            | : Gramme par litre  |
| <b>H</b>              | : Heure   |
| <b>H<sub>2</sub>O</b> | : Eau   |
| <b>HH</b>             | : Poudre High Heat  |
| <b>HT</b>             | : Humidité total  |
| <b>JO</b>             | : Journal Official  |
| <b>LH</b>             | : Low Heat  |
| <b>MG</b>             | : Matière Grasses   |
| <b>MH</b>             | : Poudre Médium Heat  |
| <b>MHH</b>            | : Poudre Médium-High Heat   |
| <b>ML</b>             | : Millilitre  |
| <b>MM</b>             | : Matière Minérale  |
| <b>MO</b>             | : Matière Organique   |
| <b>MS</b>             | : Matière sèche   |

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>NaOH</b>          | : Hydroxyde de sodium                                      |
| <b>O<sub>2</sub></b> | : Dioxygène  |
| <b>OMS</b>           | : Organisation Mondial de la Santé                         |
| <b>PCA</b>           | : Plate Count Agar   |
| <b>PH</b>            | : Potentiel d'hydrogène                                    |
| <b>ST</b>            | : Solide total   |
| <b>T.I.A.C</b>       | : Toxi-infection Alimentaire Collective                    |
| <b>T°</b>            | : Température  |
| <b>UFC</b>           | : Unité Formant Colonie                                    |
| <b>UHT</b>           | : Ultra Haute Température                                  |
| <b>VRBL</b>          | : Violet Red Bile Lactose                                  |
| <b>WPNI,<br/>LAP</b> | : Whey Protein Nitrogen Index (l'indice d'Azote protéique) |

# Liste des figures

|                  |  |           |
|------------------|--|-----------|
| <b>Figure 1</b>  | : Diagramme de fabrication de lait en poudre                               | <b>12</b> |
| <b>Figure 2</b>  | : Principe de séchage par le procédé des cylindres                         | <b>13</b> |
| <b>Figure 3</b>  | : Procédé par pulvérisation du lait sec (SPRAY)                            | <b>15</b> |
| <b>Figure 4</b>  | : Résultats de pH des échantillons étudiés                                 | <b>35</b> |
| <b>Figure 5</b>  | : Résultats de l'acidité titrable des échantillons étudiés                 | <b>36</b> |
| <b>Figure 6</b>  | : Résultats de la teneur en eau des échantillons étudiés                   | <b>37</b> |
| <b>Figure 7</b>  | : Résultats de la matière sèche des échantillons étudiés                   | <b>38</b> |
| <b>Figure 8</b>  | : Résultats de teneur en matière minérale des échantillons étudiés         | <b>39</b> |
| <b>Figure 9</b>  | : Résultats de teneur en matière organique des échantillons étudiés        | <b>40</b> |
| <b>Figure 10</b> | : Résultats de densité des échantillons étudiés                            | <b>41</b> |
| <b>Figure 11</b> | : Résultats de la flore totale aérobie mésophile pour échantillons étudiés | <b>42</b> |
| <b>Figure 12</b> | : Résultats des coliformes totaux dans les échantillons étudiés            | <b>43</b> |
| <b>Figure 13</b> | : Résultats des coliformes fécaux dans les échantillons étudiés            | <b>44</b> |

# Liste des Tableaux

|                  |  |           |
|------------------|--|-----------|
| <b>Tableau 1</b> | : Composition moyenne du lait entier   | <b>5</b>  |
| <b>Tableau 2</b> | : Composition moyenne en % du lait de vache, chèvre, brebis et chamelle        | <b>6</b>  |
| <b>Tableau 3</b> | : Composition des laits en poudre (en %)                                       | <b>9</b>  |
| <b>Tableau 4</b> | : Composition général de la poudre de lait partiellement écrémé                | <b>10</b> |
| <b>Tableau 5</b> | : Classification des poudres de lait écrémé selon le WPNI                      | <b>11</b> |
| <b>Tableau 6</b> | : Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre                    | <b>16</b> |
| <b>Tableau 7</b> | : Composition chimique des laits entiers (Hatmaker, Spray) et écrémé en poudre | <b>18</b> |
| <b>Tableau 8</b> | : Les caractères de nos deux échantillons de lait en poudre                    | <b>24</b> |

# Sommaire

|  |          |
|--|----------|
| Dédicace   |          |
| Remerciements                                    | i        |
| Liste des abréviations                           | ii       |
| Liste des figures                                | iv       |
| Liste des tableaux                               | v        |
| <b>Introduction générale</b>                     | <b>1</b> |
| <b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>     | <b>2</b> |
| I. Généralité sur le lai                         | 3        |
| I.1. Définition du lait                          | 3        |
| I.2. La composition du lait                      | 3        |
| I.3. Types de lait                               | 6        |
| I.3.1. Lait cru                                  | 6        |
| I.3.2. Laits traités thermiquement               | 6        |
| I.3.2.1. Lait traité par pasteurisation          | 7        |
| I.3.2.2. Laits traité par la stérilisation       | 7        |
| I.3.2.3. Laits traité par UHT                    | 7        |
| I.3.2.4. Laits déshydratés                       | 7        |
| II. Les poudres de lait                          | 8        |
| II.1. Définition de la poudre de lait            | 8        |
| II.2. Différents types de poudre de lait         | 9        |
| II.2.1. Poudre du lait riche en matières grasses | 9        |
| II.2.2. Poudre de lait entier                    | 9        |
| II.2.3. Poudre de lait partiellement écrémé      | 10       |

|   |    |
|---|----|
| II.2.4. Le lait en poudre écrémé                                  | 10 |
| II.3. Différents types de la poudre de lait commercialisé         | 10 |
| II.4. Méthode de fabrication du lait en poudre                    | 12 |
| II.4.1. Diagramme de fabrication                                  | 12 |
| II.4.2. Séchage sur cylindres ou procédé « HATMAKER »             | 13 |
| II.4.3. Séchage par pulvérisation du lait sec « SPRAY »           | 14 |
| II.4.4. Différence entre les deux procédés                        | 16 |
| II.5. Critères de qualité   | 16 |
| II.5.1. Caractéristique organoleptiques du lait en poudre         | 17 |
| II.5.1.1. Couleur   | 17 |
| II.5.1.2. Odeur   | 17 |
| II.5.1.3. Saveur  | 17 |
| II.5.1.4. Composition chimique                                    | 17 |
| II.5.2. Caractéristiques physiques et chimiques du lait en poudre | 18 |
| II.5.2.1. Fluidité  | 18 |
| II.5.2.2. Mouillabilité   | 19 |
| II.5.2.3. Solubilité  | 19 |
| II.5.2.4. Viscosité   | 19 |
| II.5.2.5. Stabilité à la chaleur                                  | 20 |
| II.5.2.6. Propriétés moussantes et émulsifiantes                  | 20 |
| II.5.3. Caractéristiques microbiologiques des laits secs          | 20 |
| II.5.3.1. Germes d'altération                                     | 21 |
| II.5.3.2. Germes pathogènes                                       | 21 |
| II.5.3.2.1. Staphylocoques présumés pathogènes                    | 22 |
| II.5.3.2.2. Salmonelles   | 22 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Chapitre II : Matériels et méthodes</b>                                   | <b>23</b> |
| I. Matériel biologique   | 24        |
| II. Méthodes   | 24        |
| II.1. Analyses physico-chimiques de la poudre du lait                        | 24        |
| II.1.1. Préparation de solution mère   | 24        |
| II.1.2. Détermination de pH  | 25        |
| II.2.1.1. Mode opératoire  | 25        |
| II.1.3. Détermination de l'acidité titrable                                  | 25        |
| II.1.3.1. Principe   | 25        |
| II.1.3.2. Mode opératoire  | 25        |
| II.1.4. Détermination de la teneur en eau (Humidité): Méthode par étuvage    | 26        |
| II.1.4.1. Principe   | 26        |
| II.1.4.2. Mode opératoire  | 26        |
| II.1.5. Détermination de la teneur en matière minérale (cendre)              | 27        |
| II.1.5.1. Mode opératoire  | 27        |
| II.1.6. Détermination de la densité  | 27        |
| II.1.6.1. Principe   | 27        |
| II.1.6.2. Mode opératoire  | 27        |
| II.1.7. Détermination de la matière grasse : la méthode acido-butyrométrique | 28        |
| II.1.7.1. Principe   | 28        |
| II.7.2.2. Mode opératoire  | 28        |
| II.2. Analyses microbiologiques de la poudre du lait                         | 29        |
| II.2.1. Préparation de solution mère   | 29        |
| II.2.2. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.                   | 30        |
| II.2.2.1. Rappel   | 30        |

|   |           |
|---|-----------|
| II.2.2.2. Principe  | 30        |
| II.2.2.3. Mode opératoire                                       | 30        |
| II.2.2.4. Sélection et numération des colonies                  | 31        |
| II.2.3. Dénombrement des Coliformes totaux                      | 31        |
| II.2.3.1. Rappel  | 31        |
| II.2.3.2. Principe  | 31        |
| II.2.3.3. Mode opératoire                                       | 31        |
| II.2.3.4. Sélection et numération des colonies                  | 32        |
| II.2.4. Dénombrement des Coliformes fécaux                      | 32        |
| II.2.4.1. Rappel  | 32        |
| II.2.4.2. Principe  | 32        |
| II.2.4.3. Mode opératoire                                       | 32        |
| II.2.4.4. Sélection et numération des colonies                  | 33        |
| <b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>                   | <b>34</b> |
| I . Evaluation de la qualité physico-chimique du lait en poudre | 35        |
| I.1. Mesure du pH   | 35        |
| I.2. Mesure de l'acidité titrable                               | 36        |
| I.3. Détermination de la teneur en eau (Humidité)               | 37        |
| I.4. Détermination de la teneur en matière sèche                | 38        |
| I.5. Détermination de la teneur en cendre                       | 39        |
| I.6. Détermination de la teneur en matière organique            | 40        |
| I.7. Détermination de la densité                                | 40        |
| II . Evaluation de la qualité microbiologique du lait en poudre | 41        |
| II .1. Dénombrement de la FTAM                                  | 41        |
| II.2. Dénombrement de CT  | 42        |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| II.3. Dénombrement de CF           | 44        |
| <b>Conclusion générale</b>         | <b>46</b> |
| <b>Références Bibliographiques</b> | <b>48</b> |
| <b>Annexes</b>                     |           |
| Résumé                             |           |
| Abstract                           |           |
| ملخص                               |           |

# *Introduction*

Le lait est le premier aliment de l'homme. Il a le statut d'aliment universel de tous les temps et de tous les lieux, au moins pour la première partie de la vie de l'être humain.

C'est un partenaire important de notre alimentation quotidienne, et il joue un grand rôle dans le régime alimentaire des pays consommateurs et représentant une source importante d'éléments minéraux, glucides, protéines et lipides. C'est un aliment complet, très nourrissant, réunissant à lui seul tous les composants nécessaires à l'alimentation humaine. **(Rosset, 2002).**

Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens. Il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale. De par sa composition, est un aliment très riche, il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87 % d'eau **(Senoussi, 2008).**

Les besoins algériens en lait et produits laitiers sont également considérables. Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, l'élevage ne couvre même pas le tiers de cette consommation. La production laitière en Algérie régulièrement croissante depuis les années 80 est très faiblement intégrée à la production industrielle des laits et dérivés **(Mamine et al., 2018).**

Chaque année, l'Algérie importe 60% de sa consommation de lait en poudre, et la croissance annuelle moyenne du marché algérien des produits laitiers est estimée à 20%. Les pays de l'Union européenne, notamment la Pologne et la France mais aussi la Belgique se positionnaient jusqu'en 2003 comme les principaux fournisseurs de poudre de lait à destination de l'Algérie **(Kalli et al., 2018).**

L'importation des poudres de lait n'est pas sans risques. En effet le lait sec n'est pas stérile et peut contenir des germes plus ou moins dangereuses pour le consommateur d'où la nécessité de contrôles répétés pour s'assurer de l'innocuité et de la qualité nutritionnelle de cette denrée de première nécessité. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail qui se divise en deux parties: Une partie bibliographique, et une partie expérimentale qui a pour objectifs (i) l'évaluation de la qualité microbiologique et (ii) l'évaluation de la qualité physicochimique de deux échantillons du lait en poudre importés.

*Synthèse*  
*bibliographique*

## I. Généralité sur le lait

### I.1. Définition du lait

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Selon (**Aboutayeb, 2009**) le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré.

Selon Le code FAO/OMS "la dénomination lait est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans addition ou soustraction (**Boudiers et Luquet, 1981**). Le lait, à la fois aliment et boisson à un grand intérêt nutritionnel grâce à son hétérogénéité. Les constituants les plus importants sont : eau, protéines, lipides, glucides (lactose), minéraux, les autres constituants tels que les vitamines, les enzymes et les gaz dissous sont considérés comme des constituants mineurs (**Vierling, 1999**).

### I.2. La composition du lait

(**Franworth et Mainville, 2010**) évoquent que, le lait est reconnu comme étant un aliment complet et bon pour la santé. Etant source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Cependant, Les laits restent les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à la race qui permet de le développer.

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon (Pougheon et Goursaud, 2001) sont :

- o L'eau, très majoritaire, C'est l'élément quantitativement le plus important. Il représente environ 81% du volume du lait ;
- o Les glucides principalement représentés par le lactose ;
- o Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras ;
- o Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire ;
- o Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles ;
- o Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

Parmi les nombreuses vitamines que contient le lait, trois méritent une attention particulière :

- o La vitamine A (croissance, protection de la peau et des muqueux mécanismes de la vision crépusculaire) ;
- o Vitamine D (anti rachitique, meilleure fixation du calcium) ;
- o La vitamine B2 (utilisation des glucides, protides, lipides).

(Fredot, 2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

- o Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D) ;
- o Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle ;
- o Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique) ;
- o Une phase gazeuse composée d'O<sub>2</sub>, d'azote et de CO<sub>2</sub> dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

La composition moyenne du lait entier est représentée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1.** Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006).

| <b>Composants</b>            | <b>Teneurs (g/100g)</b> |
|------------------------------|-------------------------|
| <b>Eau</b>                   | 89.5                    |
| <b>Dérivés azotés</b>        | 3.44                    |
| <b>Protéines</b>             | 3.27                    |
| <b>Caséine</b>               | 2.71                    |
| <b>Protéines solubles</b>    | 0.56                    |
| <b>Azote non protéique</b>   | 0.17                    |
| <b>Matières grasse</b>       | 3.5                     |
| <b>Lipides neutres</b>       | 3.4                     |
| <b>Lipides complexes</b>     | < 0.05                  |
| <b>Composés liposolubles</b> | < 0.05                  |
| <b>Glucides</b>              | 4.8                     |
| <b>Lactose</b>               | 4.7                     |
| <b>Gaz dissous</b>           | 5% du volume du lait    |
| <b>Extrait sec total</b>     | 12.8 g                  |

En outre, cette présence dans le lait de tous les éléments essentiels de l'alimentation humaine a fait dire, pendant longtemps, que le lait est un aliment complet, mais grâce aux progrès de la chimie et de la nutrition, on s'est rendu compte de sa pauvreté en fer, en certains oligo-éléments et vitamines, en fibres.

Suivant les espèces animales et les races au sein d'une même espèce ; elle varie également chez une même laitière en fonction de la période de la lactation et de l'alimentation. C'est pour cette raison qu'on ne peut parler que de compositions moyennes. Donnons la composition moyenne du lait en % des principales femelles laitières (pour 100 g).

**Tableau 2.** Composition moyenne en % du lait de vache, chèvre, brebis et chamelle (Fredot, 2006).

| Espèces  | Eau  | Protéines | Graisse | Lactose | Cendre |
|----------|------|-----------|---------|---------|--------|
| Vache    | 87.2 | 3.5       | 3.7     | 4.9     | 0.72   |
| Chèvre   | 86.5 | 3.6       | 4       | 5.1     | 0.82   |
| Brebis   | 28.7 | 5.5       | 6.4     | 4.7     | 0.92   |
| Chamelle | 87.7 | 3.5       | 3.4     | 4.8     | 0.71   |

### I.3. Types de lait

L'évolution des processus technologiques des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de « laits de consommation » qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle, organoleptique et leur durée de conservation. Ils peuvent être classés en deux catégories :

- lait cru non traités thermiquement.
- lait traités thermiquement (Jeantet *et al.*, 2008).

#### I.3.1. Lait cru

Le règlement (CE) n°853/2004 définit le lait cru comme le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40°C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent. Le lait cru n'est pas de bonne conservation; il est facilement altéré (Alais *et al.*, 2008).

#### I.3.2. Laits traités thermiquement

Les traitements thermiques sont d'usage courant en industrie laitière et appliqués en vue de la conservation ou de la transformation du lait (Bazinet *et al.*, 2002).

D'une manière générale, la chaleur n'a aucune influence sur la composition en matière grasses du lait et très peu d'effets sur la qualité des protéines (Fredot, 2009).

### **I.3.2.1. Lait traité par pasteurisation**

La pasteurisation garantit la destruction de tous les germes pathogènes et la majorité des bactéries responsables d'altération (Fredot, 2009) elle inactive en outre la phosphatase du lait cru ainsi que d'autres enzymes (Guiraud, 1998). Sa DLC est de 7-9 jours (Joffin et Joffin, 2010).

### **I.3.2.2. Laits traité par la stérilisation**

La stérilisation consiste en la destruction de toutes les formes pathogènes ou toxigènes, mais également de toutes les formes revivifiables. Le lait stérilisé est obtenu par 20 min de chauffage à 120°C dans un emballage étanche (Guiraud, 1998). La DLUO est de 150 jours (Jeantet et al., 2008).

### **I.3.2.3. Laits traité par UHT**

Le traitement UHT consiste à mettre le lait pendant 1 ou 2 sec ou moins à 140 à 150°C ce traitement détruit la plupart des formes végétatives (Guiraud, 1998) qui déclenchent des réactions chimiques ou physicochimiques généralement indésirable (Michel et al., 2002); aussi permet de mieux préserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques originale de lait. Sa DLUO est de l'ordre de 100 jours (Jeantet et al., 2008).

### **I.3.2.4. Laits Déshydratés**

Ils bénéficient d'une DLUO ce qui permet un temps de conservation plus long.

- **Les laits partiellement déshydratés non-sucrés ou laits concentrés** : Ils peuvent être entiers, écrémés ou partiellement écrémés.
- **Les laits partiellement déshydratés sucrés ou laits concentrés sucrés** : Existents aussi sous forme entier, demi-écrémés ou écrémés.
- **Les laits totalement déshydratés ou laits en poudre** (Fredot, 2009).

## II. Les poudres de lait

### II.1. Définition de la poudre de lait

Les laits en poudre sont des produits résultant de l'élimination partielle de l'eau du lait et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdu et le lait devient poudre (**Arie et al., 2012**).

Aux termes de la norme n°A5 (1971) du code des principes, on distingue trois catégories de lait en poudre : entier, partiellement écrémé et totalement écrémé dont la composition est donnée dans le Tableau 3. Selon cette norme, ils peuvent recevoir des additifs alimentaires (stabilisants, émulsifiants, antiagglomérants) dans certaines conditions (**FAO, 2008**).

Les laits et la crème en poudre sont des produits laitiers obtenus par élimination de l'eau contenue dans le lait ou la crème. La teneur en matière grasse et/ou en protéines du lait ou de la crème peut avoir été ajustée, uniquement pour satisfaire aux critères de composition par l'addition et/ou le retrait de constituants du lait, d'une manière telle que cela ne modifie pas le rapport protéines de lactosérum/caséine du lait (**Le codex alimentarius, 2011**).

Les poudres de lait peut jouer de nombreux rôles fonctionnels lorsqu'ils sont incorporés dans les produits alimentaires, l'évolution des technologies de la poudre de lait est une meilleure compréhension des changements physiques et chimiques au lait que l'eau est enlevée a conduit à une meilleure cohérence des poudres de lait et de différenciation a permis de propriétés de la poudre de lait (**Ramesh et al., 2008**).

La principale application du lait en poudre est la constitution pendant les périodes de pointes de la production laitière. De réserve considérables utilisables ultérieurement lorsque les approvisionnements deviennent insuffisants. L'élimination de la presque totalité de l'eau du lait (environ 87%) donne un produit compact concentré facile a transporté et à stocker mise à part qu'il est produit à réaliser l'économie de transport et des coûts liés à la réduction du volume et du poids, le lait sec n'est le siège d'aucune multiplication microbienne il peut être conservé pendant de très longues périodes et donne du lait reconstitué par simple adjonction d'eau (**Arie et al., 2012**).

Le tableau 3, représente la Composition des trois différents types de laits en poudre.

**Tableau 3.** Composition des laits en poudre (en %) (FAO, 2008).

| <b>Composants</b>       | <b>Lait en poudre entier</b> | <b>Lait en poudre Partiellement écrémé</b> | <b>Lait en poudre écrémé</b> |
|-------------------------|------------------------------|--|------------------------------|
| <b>Matières grasses</b> | 26 - 40                      | 1.5 - 26                                   | < 1.5                        |
| <b>Eau maximum</b>      | 5                            | 5  | 5                            |

## **II.2. Différents types de poudre de lait**

Le lait en poudre est un produit solide obtenu par élimination de l'eau du lait, du lait Entièrement ou partiellement écrémé, de la crème ou d'un mélange de ces produits, et dont la teneur en eau n'excède pas 5 % en poids du produit fini. On distingue les laits en poudre suivants:

### **II.2.1. Poudre du lait riche en matières grasses**

Lait déshydraté contenant, en poids, au moins 42 % de matières grasses.

### **II.2.2. Poudre de lait entier**

Lait déshydraté contenant, en poids, au moins 26 % et moins de 42 % de matières grasses. Le lait entier en poudre est dissout dans de l'eau et utilisé en tant que lait reconstitué. Ce sont surtout les pays ne disposant pas d'un grand secteur de production laitière qui constituent un marché important en la matière. De grandes quantités de lait en poudre sont utilisées avec des composants de cacao et du sucre pour la fabrication d'exquis chocolat au lait. Il est en outre utilisé pour les articles de confiserie, les biscuits, les articles de boulangerie, les glaçages et divers produits laitiers tels que la crème glacée et le fromage fondu.

### II.2.3. Poudre de lait partiellement écrémé

Lait déshydraté dont la teneur en matières grasses est, en poids, supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 %. Tableau 4, donne la composition chimique de la poudre de lait partiellement écrémé.

**Tableau 4.** Composition général de la poudre de lait partiellement écrémé (Karen et al., 2008).

| <b>Composant</b>                | <b>Le pourcentage (%)</b>   |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Cendre</b>                   | 4,5%                        |
| <b>Teneur en matière grasse</b> | Plus de 1.5 et moins de 26% |
| <b>Eau</b>                      | 4%                          |
| <b>Protéine</b>                 | 30%                         |

### II.2.4. Le lait en poudre écrémé

Lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1,5 % de matières grasses. Le lait écrémé en poudre est utilisé de différentes façons. Il parvient directement au consommateur en tant que lait écrémé reconstitué. Les fabricants de denrées alimentaires l'utilisent dans les desserts à base de lait, les crèmes glacées, les yoghourts, les produits à base de viande, les produits à base végétale ressemblant à de la viande, dans les glaçages, les sauces, les mayonnaises, les boissons instantanées pour le petit déjeuner.....etc.

### II.3. Différents types de la poudre de lait commercialisé

Ayant l'avantage de pouvoir se stocker et se transporter aisément, la poudre de lait est utilisée via la recombinaison comme matière première pour la production de fromage, de laits fermentés, de crème glacées ...etc.

Les poudres commercialisées sont en général de trois types, classées selon l'intensité du traitement de déshydratation opéré (et le degré de dénaturation qu'il génère) : « Low Heat », « Medium Heat » et « High-Heat ». Le degré de dénaturation est exprimé par l'indice d'Azote

protéique (LAP ou WPNI en anglais) en milligrammes de protéines sériques non dénaturées par gramme de poudre considérée (Philip, 2006).

Les poudres préparées avec un traitement thermique bas (Low Heat, WPNI égal ou supérieur à 6) contiennent une faible quantité de protéines dénaturées et sont utilisées dans des produits, où les propriétés de solubilité, de gélification et d'émulsion sont recherchées. Il s'agit des poudres de meilleure qualité convenant aussi bien à la préparation du lait de consommation que celui destiné à la fromagerie ainsi qu'à la fortification du yaourt (Philip, 2006).

Les poudres type « Médium Heat » (WPNI entre 1,5 et 5,9) possèdent une bonne capacité d'hydratation et d'activité de surface. Elles sont utilisées notamment dans les fabrications de crèmes glacées...Etc. (Castro-Morel et Harper, 2003).

Enfin, les poudres « High-Heat » (WPNI inférieur à 1,5) sont hautement dénaturées et peu solubles. Ce type de poudre trouve une utilisation dans les produits structurés (boulangerie, biscuiterie, et la confiserie) (Castro-Morel et Harper, 2003).

Le tableau 5, donne une classification de la poudre de lait écrémé en fonction de la charge thermique (WPNI).

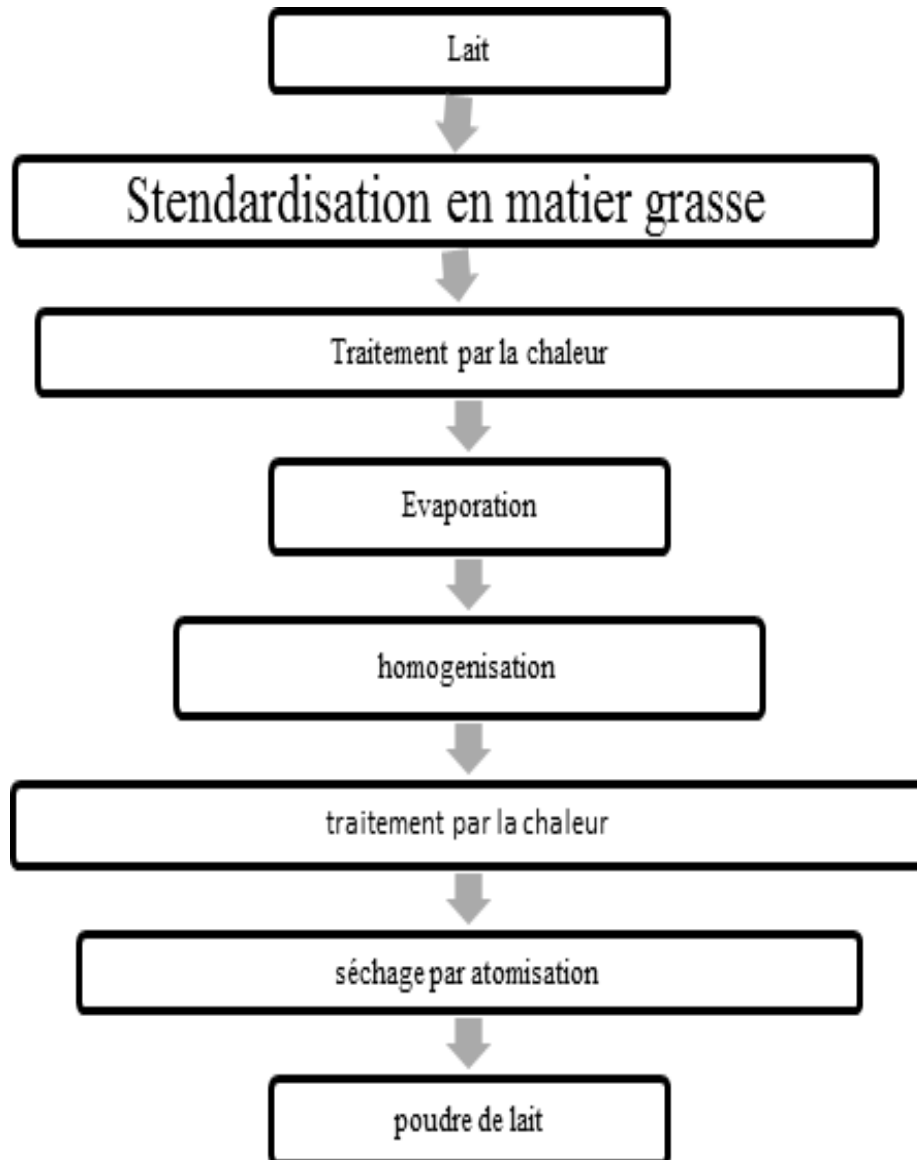
**Tableau 5.** Classification des poudres de lait écrémé selon le WPNI (Castro-Morel et Harper, 2003).

| Classe                 | WPNI (mg d'N/g de poudre) |
|------------------------|---------------------------|
| Faible température     | $\geq 6.0$                |
| Température moyen      | 4.5 - 5.99                |
| Haut température moyen | 1.51 - 4.49               |
| Haut température       | $\leq 1.5$                |

WPNI = whey protein nitrogen index

## II.4. Méthode de fabrication du lait en poudre

### II.4.1. Diagramme de fabrication



**Figure 1.** Diagramme de fabrication de lait en poudre (Toure O., 2001).

L'objectif de la fabrication du lait en poudre est d'éliminer l'eau comme il a été cité précédemment dans la définition de ce type de lait, pour freiner le développement microbien. Il existe deux méthodes classiques de fabrication de lait en poudre. Toutes deux sont appliquées au lait préalablement concentré à 30 ou 50% d'extrait sec (Vignola, 2002).

## II.4.2. Séchage sur cylindres ou procédé « HATMAKER »

L'appareil de séchage comporte deux cylindres rapprochés, chauffés intérieurement par de la vapeur (130-150°C) et tournant lentement en sens inverse (**Figure 2**). Le lait tombe entre deux cylindres et se répartit uniformément sur leur surface. La dessiccation est rapide, le lait formant un film qui est détaché par un couteau racleur. La vapeur d'eau formée est aspirée par une hotte placée au-dessus des cylindres.

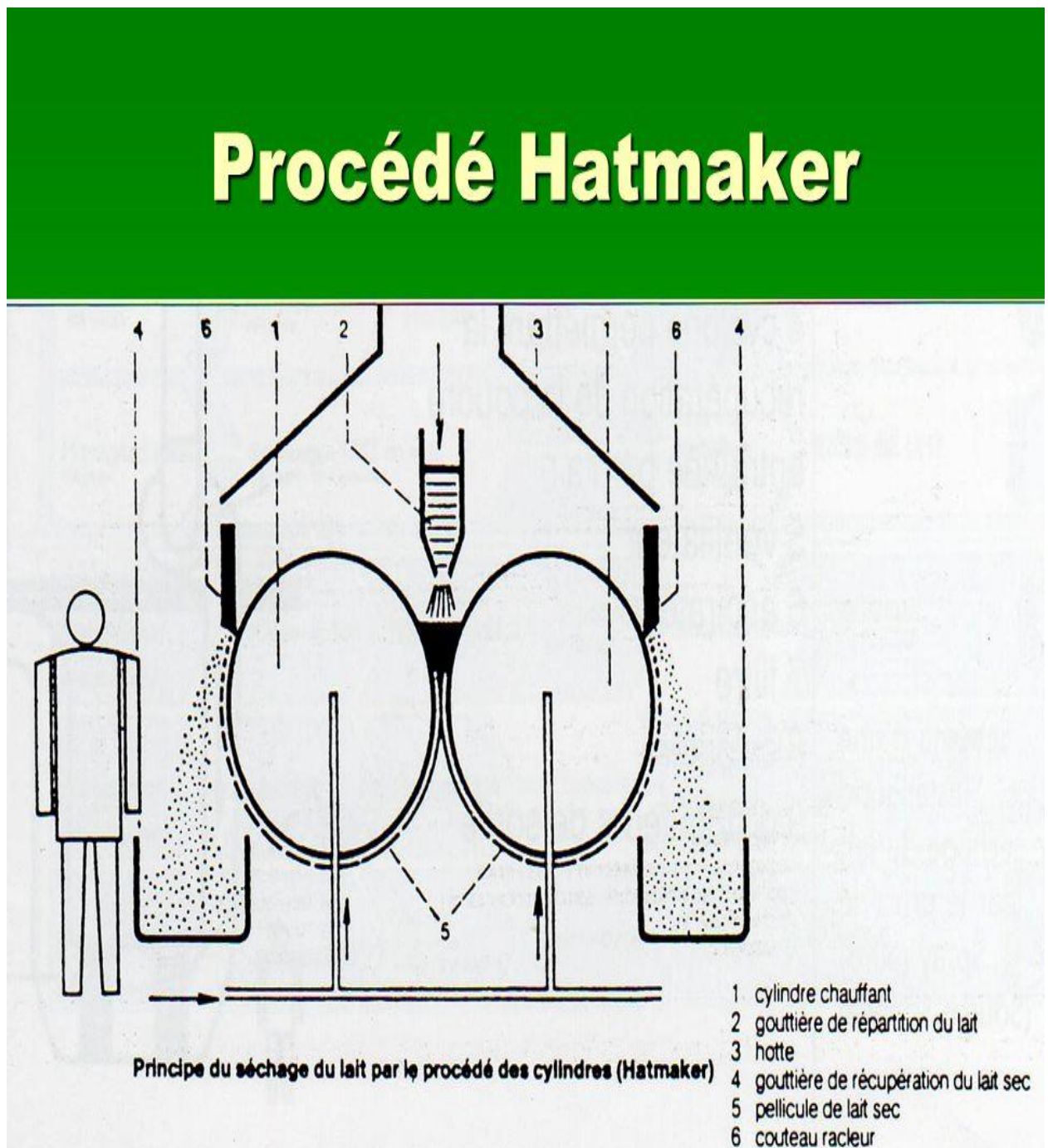


Figure 2. Principe de séchage par le procédé des cylindres (Veisseyre, 1979).

Cet appareil présente plusieurs variantes, notamment en ce qui concerne le nombre des cylindres et l'alimentation en lait. Toutefois, le traitement thermique brutal auquel est toujours soumis le produit entraîne des modifications sensibles de la structure physico-chimique, qui font qu'on utilise de plus en plus, pour la préparation des laits en poudre de qualité, le procédé du brouillard. Les appareils à cylindres rendent encore de grands services dans la préparation de certaines poudres entrant dans les aliments du bétail ou à usage industriel (Kon, 1995).

#### **II.4.3. Séchage par pulvérisation du lait sec « SPRAY »**

Le lait est préalablement concentré (par évaporation dans un concentrateur à film tombant à effets multiples le plus souvent) avant d'être séché dans une tour d'atomisation. Après cette étape, le lait concentré peut subir des traitements complémentaires (homogénéisation et traitements thermiques).

Le lait concentré (50 - 60% de MS) est introduit au sommet de la tour d'atomisation. Le lait est alors "atomisé" (transformé en aérosol ou brouillard) au moyen d'une turbine d'atomisation ou par injection à haute pression au travers de buses. Les petites gouttes liquides ainsi formées sont entraînées et déshydratées par un courant d'air chaud (Kon, 1995).

Les gouttelettes sont séchées en une poudre sèche avant de tomber sur les parois inférieures de l'appareil. La séparation poudre - air humide est obtenue à l'aide de séparateurs cyclones (Figure 3).

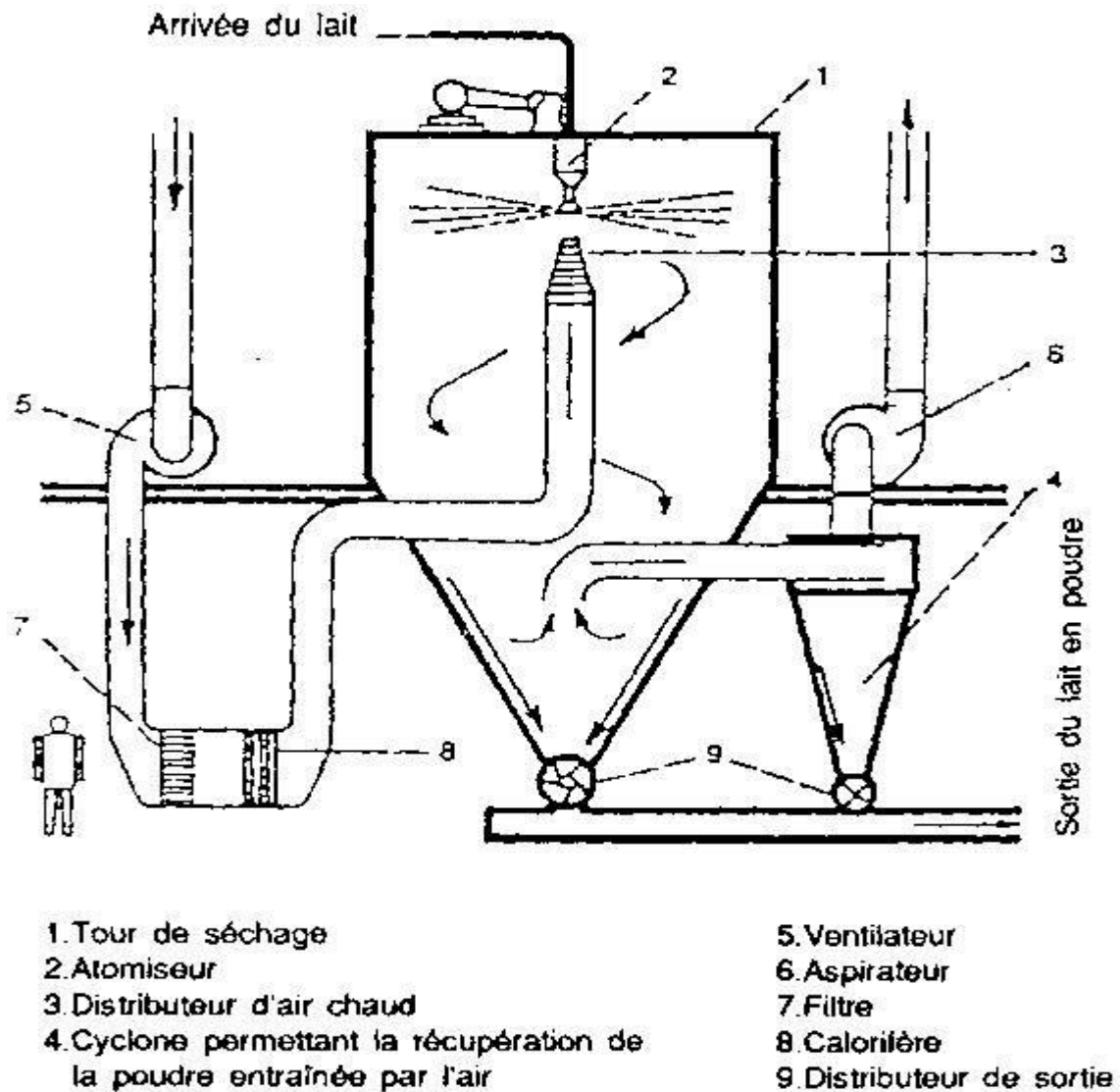


Figure 3. Procédé par pulvérisation du lait sec (SPRAY) (Kon, 1995).

Dans le cas des aliments d'allaitement, il est important d'obtenir des poudres de lait très faciles à dissoudre (poudre instantanée). Pour cela la déshydratation dans la tour d'atomisation ne doit pas être totale (6 à 14% d'humidité résiduelle). Cette humidité résiduelle permet une agglomération limitée des particules qui conduit à la formation de granulés à structure poreuse. La déshydratation est ensuite terminée dans des dispositifs complémentaires de type sècheurs à lit fluidisé. La poudre est ensuite refroidie (Kon, 1995).

#### II.4.4. Différence entre les deux procédés

Par le procédé des cylindres, la poudre obtenue a une consistance en paillette, une couleur plus ou moins jaune, le lactose y est à l'état cristallin, la caramélisation et le brunissement non enzymatique sont avancées. En ce qui concerne le procédé par pulvérisation, la poudre est moins jaune que la précédente et le lactose est amorphe (Kon, 1995).

**Tableau 6.** Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre (Kon S. K., 1995).

| Propriétés  | Atomisations (SPRAY)                                     | Sur cylindre (HATMAKER)  |
|---|--|--|
| <b>Structure des particules</b>   | Particules sphériques, inclusions d'air                  | Compacte, forme irrégulière, pas d'inclusions d'air            |
| <b>Surface des particules</b>   |  |  |
| <b>Dimension des particules</b>   | 10-250µm   |  |
| <b>Densité apparente [g/cm]</b>   | 0.50-0.70  | 0.3-0.5  |
| <b>Solubilité, dénaturation</b>   | Dénaturation des protéines peu élevée → bonne solubilité | Taux de dénaturation élevé des protéines → mauvaise solubilité |
| <b>Exigences relatives à la teneur en métaux lourds</b>                         | Cuivre < 105mg/kg<br>Fer < 10.0mg/kg                     | Idem   |
| <b>Teneur en Oxygène résiduel dès les poudre contenant des matières grasses</b> | ≤0.01ml O <sub>2</sub> /g                                |  |
| <b>Brunissement dû à la réaction de Maillard</b>                                | Peu marqué   | Plus marqué  |

#### II.5. Critères de qualité

La valeur nutritive de lait en poudre ces produits est fortement influencés par le traitement thermique du lait au cours de leur fabrication (Damicz et al., 1965), ces traitement induisent généralement des changements des propriétés physico-chimiques et organoleptiques qui tendent à diminuer la disponibilité de certains nutriments (Hachana et al., 2018).

## **II.5.1. Caractéristiques organoleptiques du lait en poudre**

### **II.5.1.1. Couleur**

Elle doit être blanche et légèrement crémeuse.

### **II.5.1.2. Odeur**

Elle doit être franche.

### **II.5.1.3. Saveur**

Elle doit être franche.

### **II.5.1.4. Composition chimique**

Du point de vue chimique le lait est un aliment complet.

Les effets de la chaleur sur les constituants du lait permettent d'avoir plusieurs méthodes de classification des laits en poudre. L'une des plus courantes est l'indice des protéines solubles, le plus souvent désigné par les initiales anglaises WPNI. (Whey Protein Nitrogen Index).

Elle est fondée sur la qualité des protéines de lactosérum non dénaturées et restées à l'état soluble après traitement.

Cette quantité est exprimée en milligrammes d'azote par gramme de poudre. Plus l'indice de protéines est élevé, plus faible a été la dénaturation, ce qui indique un traitement thermique du lait limité rendu possible par sa bonne qualité microbiologique (**Kon, 1995**).

On distingue quatre catégories de poudres comme citée plus en détail au paravent dans la classification de la poudre de lait :

- o Poudres / Low Heat (LH) avec WPNI supérieur ou égal à 6 ;
- o Poudre Médium Heat (MH) avec WPNI compris entre 4,5 et 5,9 ;
- o Poudre Médium-High Heat (MHH) avec WPNI compris entre 4,4 et 1,5 ;
- o Poudre High Heat (HH) avec WPNI inférieur à 1,5.

**Tableau 7.** Composition chimique des laits entiers (Hatmaker, Spray) et écrémé en poudre (Kon, 1995).

| Constituants(%) |                  | Type de lait |       |             |
|-----------------|------------------|--------------|-------|-------------|
|                 |                  | Lait entier  |       | Lait écrémé |
|                 |                  | Hatmaker     | Spray |             |
| Eau             |                  | 3.0          | 3.0   | 3.0         |
| Protéines       |                  | 25.0         | 25.0  | 36.0        |
| Matière grasse  |                  | 27.5         | 27.5  | 1.0         |
| Glucides        |                  | 37.5         | 37.5  | 50.5        |
| Calcium         |                  | 0.91         | 0.91  | 1.26        |
| Vitamine A      | Teneur (µg/100g) | 383          | 383   | 13          |
|                 | Pertes           | Néant        | Néant | Néant       |
| Vitamine D      | Teneur (ui/100g) | 15           | 15    | 1           |
|                 | Pertes           | Néant        | Néant | Néant       |
| Vitamine C      | Teneur (µg/100g) | 11.0         | 13.0  | 17.0        |
|                 | Pertes           | 30           | 20    | 20          |

## II.5.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait en poudre

Les importants paramètres de qualité pour le lait en poudre sont constitués par la qualité microbiologique, les propriétés organoleptiques ainsi que les propriétés physico-chimiques suivantes :

### II.5.2.1. Fluidité

La Fluidité de la poudre de lait est un attribut important de poudres de lait dans le domaine du transport, l'emballage et la de manutention. La mesure de la coulabilité est particulièrement difficile. Les mesures peuvent être effectuées en utilisant l'un des instruments d'analyse sur le marché (Azza et al., 2010).

### II.5.2.2. Mouillabilité

Pour une poudre à reconstituer, il doit tout d'abord être pénétré par l'eau dans laquelle il est dissous. La poudre doit être capable de surmonter la tension superficielle entre elle-même et l'eau dans un premier temps. Un procédé typique pour la mesure de la mouillabilité est constitué de placer systématiquement une quantité pesée de poudre sur la surface d'un volume connu d'eau, à une température de consigne, puis en mesurant le temps pris pour l'ensemble de la poudre à disparaître sous la surface de l'eau (**Azza et al., 2010**).

Le degré de mouillabilité est fortement influencé par plusieurs facteurs, dont deux des plus importants sont la teneur en matière grasse libre de la poudre et de l'état du lactose. Sous certaines conditions de fabrication ou de stockage, le lactose amorphe peut être remplacé par un cristallin Etat et endommager la membrane des globules gras (**Kelly et al., 2003**).

### II.5.2.3. Solubilité

La solubilité est une condition préalable pour la plupart fonctionnelle autre attributs, car si la poudre ne peut pas être efficacement solubilisé il ne peut pas donner l'attribut souhaité efficacement. Si la poudre n'est pas complètement dissoute il peut causer des problèmes dans le traitement tels que le colmatage des filtres et de la perte de matière due à la sédimentation, et il est également nécessaire pour l'élimination ultérieure de Matériau non dissous (**Azza et al., 2010**).

Les poudres sont testées pour insolubilité en déterminant la quantité de matière insoluble restant après une méthode prescrite pour la dispersion de la poudre à une concentration totale en solides nommé à définir température et des techniques de mélange.

### II.5.2.4. Viscosité

La poudre de lait est utilisée pour influencer la viscosité de produits dans une gamme d'applications. Contrôle de la viscosité est particulièrement important dans les produits secs comme le lait reconstitué condensé sucré. La viscosité du lait reconstitué à partir de lait poudres est généralement mesurée par une méthode alignée avec l'application dans laquelle la poudre est destinée à l'emploi. Une solution simple résistance à une température spécifiée est un bon point de départ pour de nombreuses applications (**Kajel et al., 2012**).

### II.5.2.5. Stabilité à la chaleur

Lors de la transformation de la chaleur la plupart des produits sont utilisés dans une certaine forme. Par conséquent, les laits reconstitués à partir de poudres, lorsqu'elles sont incorporées dans un produit, sera soumis à la chaleur des degrés divers. Pendant le chauffage le lait est nécessaire pour ne pas épaissir trop coaguler ou en fonction de l'application. La sensibilité à la chaleur est amplifiée dans les solutions concentrées de lait comme le lait évaporé. Plusieurs méthodes ont été développées pour tenter de mesurer la stabilité thermique des poudres en général et aussi pour certaines utilisations finales. Typique des méthodes courantes est la mesure du temps de coagulation d'une solution à une teneur en solides de lait totale spécifique, à des températures dans la gamme de 120-140°C (Kajel *et al.*, 2012).

### II.5.2.6. Propriétés moussantes et émulsifiantes

Lait en poudre offrent de bonnes capacités émulsifiantes et moussantes qui sont nécessaires pour certaines applications. Dans la poudre de lait écrémée, les principaux composants tensioactifs sont les protéines du lait, alors que dans les poudres de lait entier, il y a aussi la composante des phospholipides de la membrane des globules gras du lait (Augustin, 2003).

### II.5.3. Caractéristiques microbiologiques des laits secs

L'importance de la destruction bactérienne au cours du séchage dépend du genre de microorganisme présent et de la température de séchage qui est indiquée par la température de l'air à la sortie du distributeur d'air chaud.

Dans une étude, (Afnor, 1994) ont déterminé l'impact des températures de l'air à la sortie de 93.3° ; 82.2° et 71.1°C sur la survie de *Bacillus subtilis*, *Micrococcus flavus* (reclassée *Micrococcus luteus*, et *Escherichia coli*.

Le pourcentage des survivants augmente lorsque la température décroît.

En ce qui concerne le pourcentage des survivants de *Bacillus subtilis*, *Micrococcus flavus* à 93.3° et 82.2°C représentent respectivement environ 12% et 14%.

Par contre, pour *E. coli* le pourcentage des survivants est beaucoup plus faible et varie de 0.02% à 0.46% à 71.1°C.

Les survivants durant le séchage montrent que le procédé de séchage ne peut pas se substituer à la pasteurisation ou à une bonne hygiène de traitement.

Il démontre que les installations doivent être soigneusement protégées de toute contamination entre la pasteurisation et le séchage. En outre, cette étude justifie les rapports de (Afnor, 1994) selon lesquels la charge microbienne des laits secs est plus influencée par le genre que par le nombre des micros organismes présents dans le lait cru de départ.

Pour les laits en poudres Hatmaker, le préchauffage ou la pasteurisation ainsi que le séchage sur les cylindres rotatifs chauffés intérieurement par la vapeur à 150°C, détruisent tous les germes exceptés les spores, pourvu que le taux de germes thermorésistants ne soit pas élevé pour permettre leur survie (Afnor, 1994).

### II.5.3.1. Germes d'altération

La flore lipolytique est souvent responsable du rancissement de la matière grasse (laits entier en poudre). Le rancissement est lié à l'apparition de composés d'odeurs désagréables (acides, aldéhydes, cétones) issues de l'hydrolyse de la matière lipidique.

Parmi ces germes on peut avoir :

- o Des bactéries (*Micrococcus*, *Bacillus*...);
- o Des levures (*Candida*...);
- o Des moisissures (*Aspergillus*, *Penicillium*...) (Bourgeois et Leveau, 1991).

### II.5.3.2. Germes pathogènes

Peu d'études d'épidémiques de toxi-infections alimentaires dues à la consommation des laits en poudres ont été signalées.

Cependant, nous pouvons également mentionner des accidents alimentaires d'origine chimique, notamment le lait à la mélamine apparu en Chine en 2008 a provoqué cette année

une Toxi-infection Alimentaire Collective (T.I.A.C.) chez les nourrissons. Cela a également entraîné la mortalité de quatre nourrissons et rendu malade 53.000 autres.

Il faut noter que la mélamine est un composé cyclique contenant trois résidus de cyanamide. Elle offre une grande résistance à la chaleur, au feu et à la lumière.

La mélamine est donc un produit chimique utilisé dans la fabrication des colles et de plastiques (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

#### **II.5.3.2.1. Staphylocoques présumés pathogènes**

Les laits en poudre Spray ont été des vecteurs de la transmission de séries d'épidémies d'intoxications aux staphylocoques.

Cependant, l'intoxication par la toxine de staphylocoque est naturellement peu courante (**I.C.M.S.F., 1980**) car :

- o Des taux importants de staphylocoques sont nécessaires pour produire suffisamment de toxines ;
- o Le lait a besoin d'être maintenu à une température supérieure à 28°C pendant 24 heures pour une production suffisante de toxine ;
- o La toxine de contamination est fréquemment diluée dans le volume ;
- o Seules quelques 4% des souches de staphylocoques isolées à partir du lait sont capables de produire des entérotoxines (**I.C.M.S.F, 1980**).

#### **II.5.3.2.2. Salmonelles**

De nombreux cas de salmonelloses ont été décrits aux Etats Unis entre 1964 et 1965 et qui ont été dues aux laits en poudre contaminés par *Salmonella newbrunswick* (**Bourgeois et Leveau., 1991**).

Le nombre de salmonelles dans les laits en poudre qui peuvent être à l'origine de toxiinfection alimentaires collectives sont tout à fait faibles et varient habituellement entre 1 et 10 germes par 100gramme de poudre (**I.C.M.S.F, 1980**).

*Matériel*  
*et*  
*méthodes*

L'objectif de notre travail c'est l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des marques de lait en poudre commercialisé en Algérie (Loya et Brino)

Les deux échantillons de lait en poudre ont fait l'objet :

- Des analyses physico-chimiques.
- Des analyses microbiologiques.

## I. Matériel biologique

Deux échantillons de lait en poudre ont été prélevés dans les supérettes dans la wilaya de Laghouat et identifiés selon les données dressées dans le **Tableau 8**.

**Tableau 8.** Les caractères de nos deux échantillons de lait en poudre.

| Marque       | origine         | Teneur en MG | Numéro de lot | Date de fabrication | Date de péremption |
|--------------|-----------------|--------------|---------------|---------------------|--------------------|
| <b>Loya</b>  | Blida-Alger     | 28%          | 2032          | 01/2/2022           | 08/4/2023          |
| <b>Brino</b> | Boumerdes-Alger | 26%          | 23103425      | 15/03/2021          | 14/03/2023         |

## II. Méthodes

### II.1. Analyses physico-chimiques de la poudre du lait

L'objectif des analyses physico-chimiques contribuent à la protection du consommateur pour tous les paramètres qui n'entraînent pas de modifications visibles des caractéristiques du produit (tout ce qui n'est pas détectable visuellement).

Matériels et les réactifs utilisés pour les analyses physico-chimiques (**voir Annexe N°1**).

#### II.1.1. Préparation de solution mère

Les emballages fermés sont ouverts (**Guiraud, 2003**), et 10g d'échantillon à analyser ont été ajoutés dans un Erlenmeyer à 90ml d'eau physiologique stérile. On obtient ainsi une solution mère de  $10^{-1}$  (**Labioui et al., 2009**).

## II.1.2. Détermination de pH

### II.1.2.1. Mode opératoire

- On fait l'étalonnage de pH mètre aux pH 7,02 et 4,00.
- Un volume de 10ml de la solution mère est mis dans un bécher.
- Le bout de l'électrode du pH-mètre est immergé dans le lait.
- La valeur du pH s'affiche instantanément sur l'écran (Debouz *et al.*, 2014).

## II.1.3. Détermination de l'acidité titrable

### II. 1.3.1. Principe

L'acidité est déterminée par un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à N/9 en présence de phénolphtaléine, comme indicateur coloré, indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pâle). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D).

Où :

1°D représente 0,1g d'acide lactique dans un litre de lait (Bachtarzi *et al.*, 2015).

### II. 1.3.2. Mode opératoire

- Dans un bêcher de 100 ml, on pèse 1g de l'échantillon.
- On ajoute lentement 9 ml d'eau distillée, en agitant le bêcher jusqu'à complète dispersion de prise d'essai.
- On ajoute entre 5 gouttes d'indicateur coloré de phénolphtaléine 1%.
- Titrer la solution avec une solution de NaOH (N/9) jusqu'à apparition d'une coloration rose pâle persistante (Journal Official N°58/8, 2015).

### Expression des résultats

L'acidité lactique est calculée selon la formule suivante :

$$A = 10 (V/V') (g/l)$$

Où :

**A:** Quantité d'acide lactique en (g/l).

**V:** Volume de la solution de NaOH utilisé (ml).

**V':** Volume de l'échantillon (ml).

Pour obtenir l'acidité titrable en degrés dornic (°D), la valeur de A est multipliée par 10 (**Journal Officiel N°58/8, 2015**).

## **II.1.4. Détermination de la teneur en eau (Humidité) : Méthode par étuvage**

### **II.1.4.1. Principe**

Séchage de la poudre de lait à 100C° plus ou moins 2C° et pesée du résidu (**Matallah et al., 2017**).

### **II.1.4.2. Mode opératoire**

- Introduire 5g de la poudre de lait dans capsule et peser rapidement.
- Placer ensuite, la capsule sans couvercle dans l'étuve à 100°C pendant 3 h.
- Laisser refroidir à T° ambiante et la peser (**Amoït et al., 2002**).

### **Expression des résultats**

Le teneur en eau est donné par la formule suivante :

$$\text{HT (\%)} = (\text{m1} - \text{m}) / (\text{m1} - \text{m0}) \times 100$$

Où :

**HT:** La teneur en eau (%).

**m0:** La masse en grammes de la capsule vide.

**m1:** La masse en grammes de la capsule avec la prise d'essai avant séchage.

**m:** La masse en grammes de la capsule avec la prise d'essai après séchage (**Amoït et al., 2002**).

Donc : La teneur en matière sèche (ST) est donné par la formule suivante :

$$\text{ST (\%)} = 100\% - \text{HT}$$

## II.1.5. Détermination de la teneur en matière minérale (cendre)

### II.1.5.1. Mode opératoire

- Introduire 5g de la poudre de lait dans capsule et peser rapidement.
- On place ensuite, la capsule sans couvercle dans un four à moufle à une T° de 540°C pendant 5h.
- Laisser refroidir à T° ambiante et la peser (**Pinta, 1973**).

### Expression des résultats

Le teneur en matière minérale est donné par la formule suivante :

$$MM = \frac{Ri}{P} \left( \frac{100}{100-H} \right)$$

Où :

**MM** : La matière minérale

**Ri** : La masse en grammes de résidus d'échantillon après l'incinération.

**P** : La masse en grammes de la prise d'essai.

**H** : La teneur en eau de la prise d'essai.

Donc : la teneur en matière organique est donné par la formule suivante :

$$MO = 100\% - MM.$$

**MO**: La matière organique.

## II.1.6. Détermination de la densité

### II.1.6. 1. Principe

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

### II.1.6.2. Mode opératoire

- On verse lentement l'échantillon du lait dans une éprouvette en évitant la formation de mousse.
- On introduit le lactodensimètre dans l'éprouvette et après stabilisation de celui-ci on effectue la lecture.

## Expression des résultats

- On appelle « densité » d'un corps le quotient de la masse de ce corps par la masse d'un égal volume d'eau.

$$D = M/V$$

Avec :

**D** : La densité, elle est un nombre abstrait (elle n'a pas d'unité).

**M** : Masse de la poudre du lait.

**V** : Volume d'eau (eau distillé dans notre cas).

### II.1.7. Détermination de la matière grasse : la méthode acido-butyrométrique

#### II.1.7.1. Principe

La teneur en matière grasse est déterminée par la méthode acido-butyrométrique de Gerber, qui consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique et séparation par centrifugation en présence d'alcool iso-amylque de la matière grasse libérée (Labioui et al., 2009).

#### II.1.7.2. Mode opératoire

- On introduit dans butyromètre. 11 ml de l'échantillon préparé (solution mère de lait en poudre).
- 10ml d'acide sulfurique est par la suite ajouté à fin de dissolution des protéines.
- Le butyromètre, le col en bas, est placé pendant 10mn dans un bain-marie à  $65 \pm 2^\circ\text{C}$ , et ensuite retiré du bain en position verticale.
- Une fois que le butyromètre est retiré du bain marie, on introduit 1ml d'alcool iso-amylque à l'aide d'une pipette.
- On fait une centrifugation pendent 5mn qui fait la séparation de la matière grasse.
- A la fin la lecture directe des graduations du butyromètre détermine la quantité de matière grasse en % (Sboui et al., 2016).

## Observation

La méthode n'a pas été réalisée en raison de l'absence de butyromètre.

## II.2. Analyses microbiologiques de la poudre du lait

Différents milieux et matériels utilisés pour les analyses microbiologiques (**voir Annexe N°2**).

L'étape de prélèvement constitue une étape cruciale dans l'analyse microbiologique du lait en poudre. On effectue ces prélèvements dans des conditions qui reflètent le plus fidèlement possible la qualité du lait en poudre à analyser, en règle générale, des conditions de stérilité infaillibles. Les échantillons prélevés doivent par la suite être maintenus dans des conditions qui n'altèrent pas la qualité intrinsèque du lait. Le volume de l'échantillon prélevé est très variable et doit être représentatif du volume total de l'échantillon de lait en poudre à analyser (**Michel et al., 2002**). Pour nous la quantité analysée est de 1g pour chaque échantillon.

Notre analyse microbiologique se base sur le dénombrement des germes recherchés dans le produit laitier « Poudre de lait », et qui sont :

- Les bactéries témoins de contamination fécale :
  - Les aérobies mésophiles totales ;
  - Les coliformes totaux ;
  - Les coliformes fécaux ;

### II.2.1. Préparation de solution mère

Les emballages fermés sont ouverts et 1g d'échantillon à analyser ont été ajoutés dans un tube à essai à 9 ml d'eau physiologique stérile. On obtient ainsi une solution mère de  $10^{-1}$ .

Pour obtenir une dilution de  $10^{-1}$  on prélève à l'aide d'une micropipette 1 ml de la solution mère qu'on introduit dans un tube à essai de 09 ml de d'eau physiologique stérile, puis on homogénéise par agitation, on obtient la dilution  $10^{-1}$ . On prend 01 ml de la dilution  $10^{-1}$  dans un autre tube stérile et on l'ajoute à 09ml de d'eau physiologique stérile, on obtient la dilution  $10^{-2}$ . De même façon; on continue les dilutions jusqu'à la dilution  $10^{-3}$ .

## II.2.2. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

### II.2.2.1. Rappel

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air à une température moyenne, plus précisément dans une température optimale de croissance située entre 25 et 40°C. Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération.

Le dénombrement s'effectue sur milieu PCA (Plate Count Agar) après 72 heures d'incubation à 30°C (Labioui *et al.*, 2009).

### II.2.2.2. Principe

Cette méthode consiste en la recherche et l'identification de la flore mésophile aérobie totale présente dans le produit de « Poudre de lait ».

### II.2.2.3. Mode opératoire

- Le dénombrement de cette flore est Réalisé par la méthode d'ensemencement en profondeur sur gélose (PCA). L'incubation est conduite à 30°C pendant 72 h.
- On prépare le milieu de culture (PCA) en le mettant dans un bain-marie, ensuite il est refroidi à 45°C devant un bec benzène et sur une paillasse bien stérile.
- Préparé les matériel nécessaire en prennent boites et le marqué à cet usage.
- Ajouter 0,1 ml de chaque dilution choisie  $10^{-1}$ ,  $10^{-3}$  dans les boites de pétrie stérile et remplite par 20 ml de milieu gélosé.
- Ensuite onensemencer en surface soigneusement pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène et on laisse les boites jusqu'à ce que le contenu de vienne solide.
- Laisser solidifier sur paillasse.
- La boite sera incubée à 30°C pendant 72h.

#### II.2.2.4. Sélection et numération des colonies

- On tiendra compte des boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300.

#### II.2.3. Dénombrement des Coliformes totaux

##### II.2.3.1. Rappel

Les coliformes totaux se définissent comme des bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet. Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau).

##### II.2.3.2. Principe

Numération des colonies caractéristiques des coliformes totaux qui se sont développées en 24 h à 30°C dans le produit laitier, sur gélose **VRBL** puis confirmation du nombre de colonies par fermentation du lactose. Il s'agit d'un dénombrement de coliformes totaux.

##### II.2.3.3. Mode opératoire

- Préparer le milieu de culture (VRBL) en le mettant dans un bain-marie, ensuite il est refroidi à 45°C devant un bec benzène et sur une paillasse bien stérile.
- Préparer le matériel nécessaire en prenant des boîtes et le marquer à cet usage.
- Verser le milieu VRBL en surfusion, mélanger et laisser prendre en masse.
- Ajouter 0,1 ml de chaque dilution choisie  $10^{-1}$ ,  $10^{-3}$  dans les boîtes de pétrie stérile.
- Ensuite onensemencer en surface soigneusement pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène et on laisse les boîtes jusqu'à ce que le contenu devienne solide.
- Les boîtes seront incubées, couvercle en bas pendant 24-48h à 30°C (**Joffin et Joffin, 2010**).

#### **II.2.3.4.Sélection et numération des colonies**

- Les coliformes totaux apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge et foncé et de 0.5 mm de diamètre, ou plus et parfois entourées d'une zone rougeâtre du à la précipitation de la bile.
- Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes / ml du produit.

#### **II.2.4. Dénombrement des Coliformes fécaux**

##### **II.2.4.1. Rappel**

Les coliformes fécaux se définissent comme des bactéries anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet, capable de se développer à 44 °C en moins de 24 h ce qui les distingue des coliformes totaux, ces bactéries apparaissent toujours en grandes quantités dans les déjections animales et humaines et ne se trouve qu'exceptionnellement dans les sols et les eaux qui n'ont pas été l'objet d'une pollution fécale. Ils sont généralement en nombre inférieur aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a contamination récente ou constante.

##### **II.2.4.2. Principe**

Numération des colonies caractéristiques des coliformes fécaux qui se sont développées en 24 h à 44°C dans le produit laitier, sur gélose **VRBL** puis confirmation du nombre de colonies par fermentation du lactose. Il s'agit d'un dénombrement de coliformes fécaux.

##### **II.2.4.3. Mode opératoire**

- Préparer le milieu de culture (VRBL) en le mettant dans un bain-marie, ensuite il est refroidi à 45°C devant un bec benzène et sur une paillasse bien stérile.
- Préparer le matériel nécessaire en prenant boîtes et le marqué à cet usage.
- Verser le milieu VRBL en surfusion, mélangé et lissé prendre en masse.
- Ajouter 0,1 ml de chaque dilution choisie  $10^{-1}$ ,  $10^{-3}$  dans les boîtes de pétrie stérile.

- Ensuite onensemencer en surface soigneusement pour pouvoir réaliser un ensemencement homogène et on laisse les boites jusqu'à ce que le contenu de vienne solide.
- Les boites seront incubées, pendant 24-48h à 44°C (Joffin et Joffin, 2010).

#### **II.2.4.4. Sélection et numération des colonies**

- **Les coliformes fécaux apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge et foncé et de 0.5 mm de diamètre, ou plus et parfois entourées d'une zone rougeâtre du à la précipitation de la bile.**
- **Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes / ml du produit.**

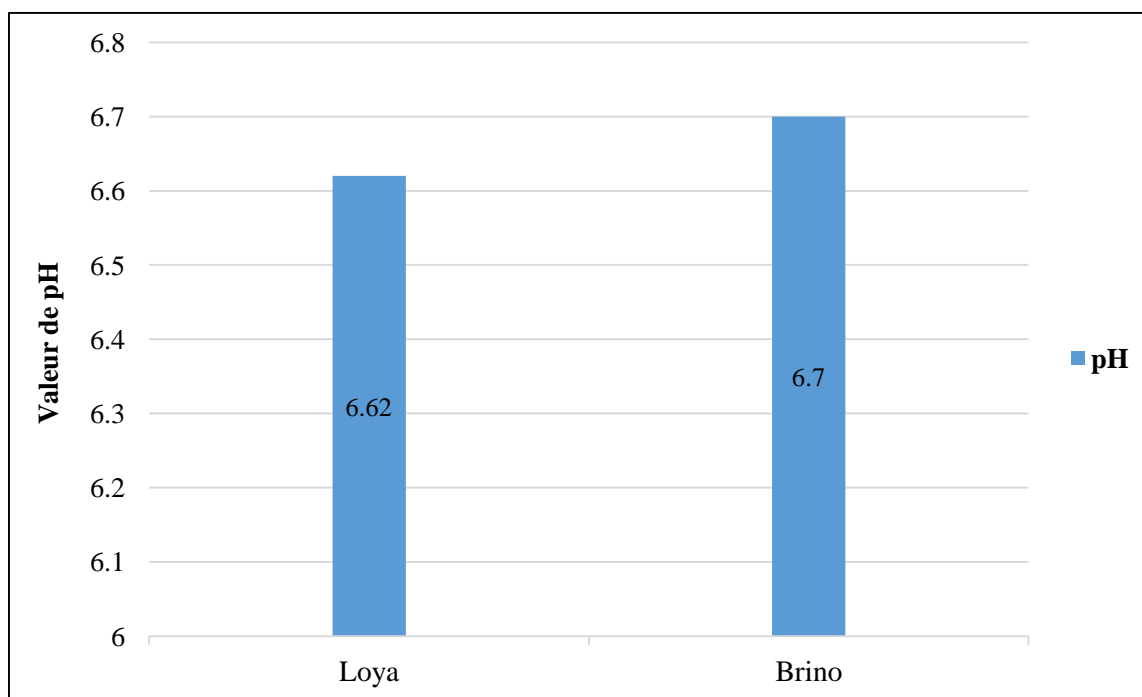
*Résultats*  
*et*  
*discussion*

## I. Evaluation de la qualité physico-chimique du lait en poudre

### I.1. Mesure du pH

Le pH est un autre paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (Brisson *et al.*, 2003).

Les résultats du pH sont 6.62 et 6.70, la valeur maximale est pour l'échantillon Brino et la valeur minimale est pour l'échantillon Loya. D'après les résultats obtenus des échantillons, on constate que la mesure du pH de la poudre de lait révèle un pH légèrement acide (Figure 4). Les valeurs du pH de laits en poudre étudiés sont à la norme de **Journal officiel N°54. 30 aout 2000** qui est de 6.5.



**Figure 4.** Résultats de pH des échantillons étudiés.

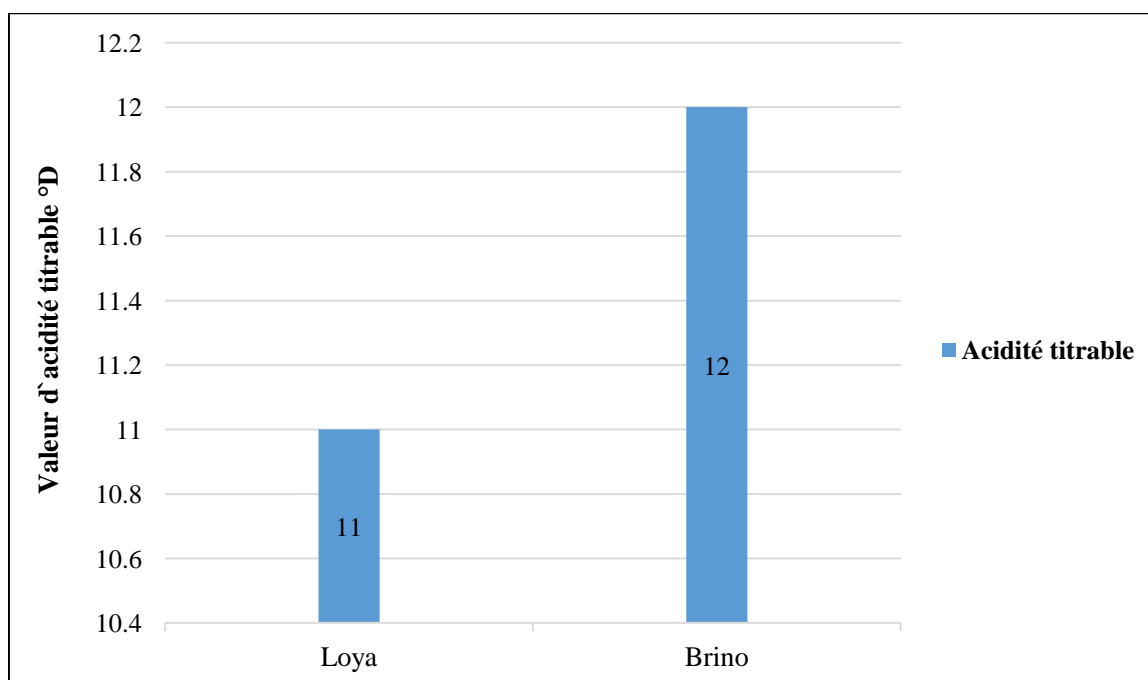
Les valeurs du pH enregistrés peuvent s'expliquer par l'effet du stockage de la poudre de lait et à la présence des microorganismes. Selon **Bachtarzi et al., (2015)** les variabilités sont liées au climat, à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions de la transformation.

Selon **Celestino et al., (1997)** un léger changement de pH peut être dû à la formation d'acide gras libre résultant de l'oxydation ainsi qu'à l'activité lipolytique pendant le stockage de la poudre.

## I.2. Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable est une expression conventionnelle de la quantité d'acide présent dans un échantillon de lait en poudre (**Amiot et al., 2002**).

Les résultats d'analyse de l'acidité titrable sont 11°D et 12°D ; la valeur maximale est pour l'échantillon Brino et la valeur minimale est pour l'échantillon Loya (**Figure 5**). Les résultats de l'acidité titrable de deux l'échantillon de laits en poudre étudiés sont conformes à la norme de **Journal officiel N°54. 30 aout 2000** qui est 12°D.



**Figure 5.** Résultats de l'acidité titrable des échantillons étudiés.

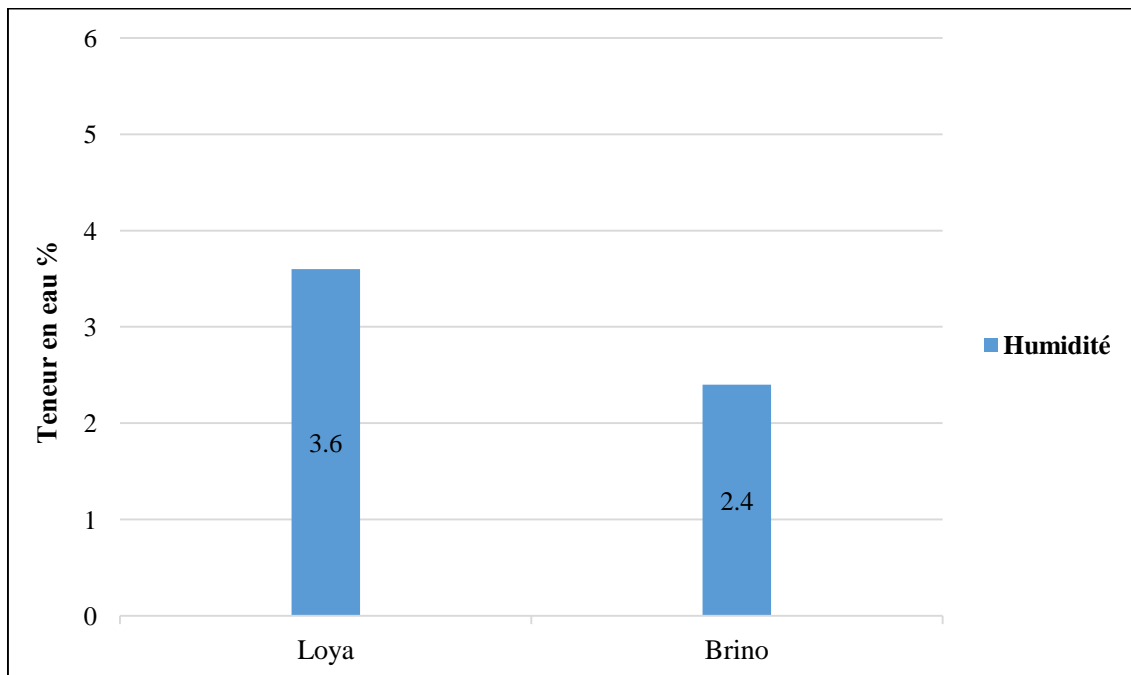
selon **Afif et al., (2008)**; **Michel et al., (2002)** l'acidification spontanée des différents poudre de laits est liée aux proportions relatives de flore d'intérêt technologique et de flore d'altération du lait qui sont les protéolytiques et les lipolytiques.

D'après **Labioui et al., (2009)**; **Bachtarzi et al., (2015)** l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de traitement, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et de la manutention du la poudre de lait.

### I.3. Détermination de la teneur en eau (Humidité)

Selon **Hauser et Heiung, (1924)** une bonne poudre de lait dont la teneur en eau est comprise entre 0 et 6 %.

Les résultats de la teneur en eau les deux échantillons Loya et Brino de lait en poudre étudié sont 3,6% et 2,4%, elles sont conformes à la norme de **Journal officiel N°54. 30 aout 2000** qui est 4% (**Figure 6**).



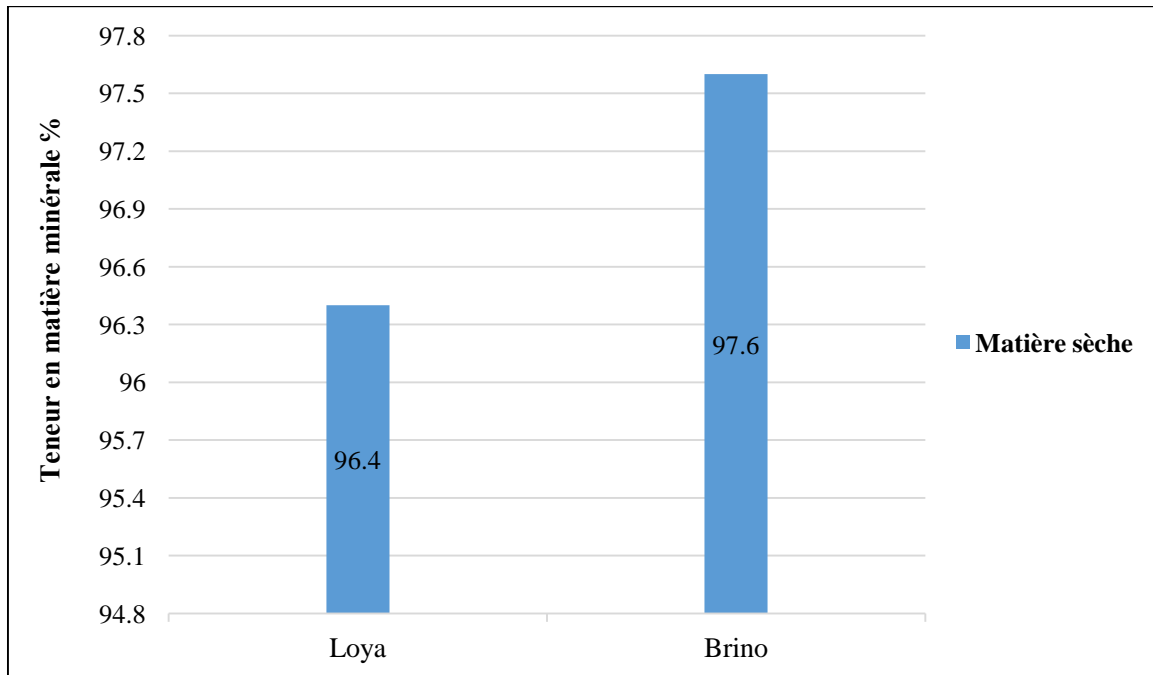
**Figure 6.** Résultats de la teneur en eau des échantillons étudiés.

Les microorganismes sont plus actifs dans une teneur d'eau élevée donc dans les produits déshydratés leur survie peut être basse (**Geldel, 1996**).

La teneur en humidité aura une influence sur la qualité de conservation de la poudre. Selon **Celestino et al., (1997)**; **GEA Niro et Copenhagen, (2010)** une teneur élevée en humidité diminuera donc la qualité de conservation.

#### I.4. Détermination de la teneur en matière sèche

Les résultats de la teneur en matière sèche les deux échantillons Loya et Brino de lait en poudre étudié sont 96,4% et 97,6%, elles sont conformes aux valeurs qui varient entre 94,8 et 97,5% qui sont établis par **Journal officiel N°54. 30 aout 2000.**



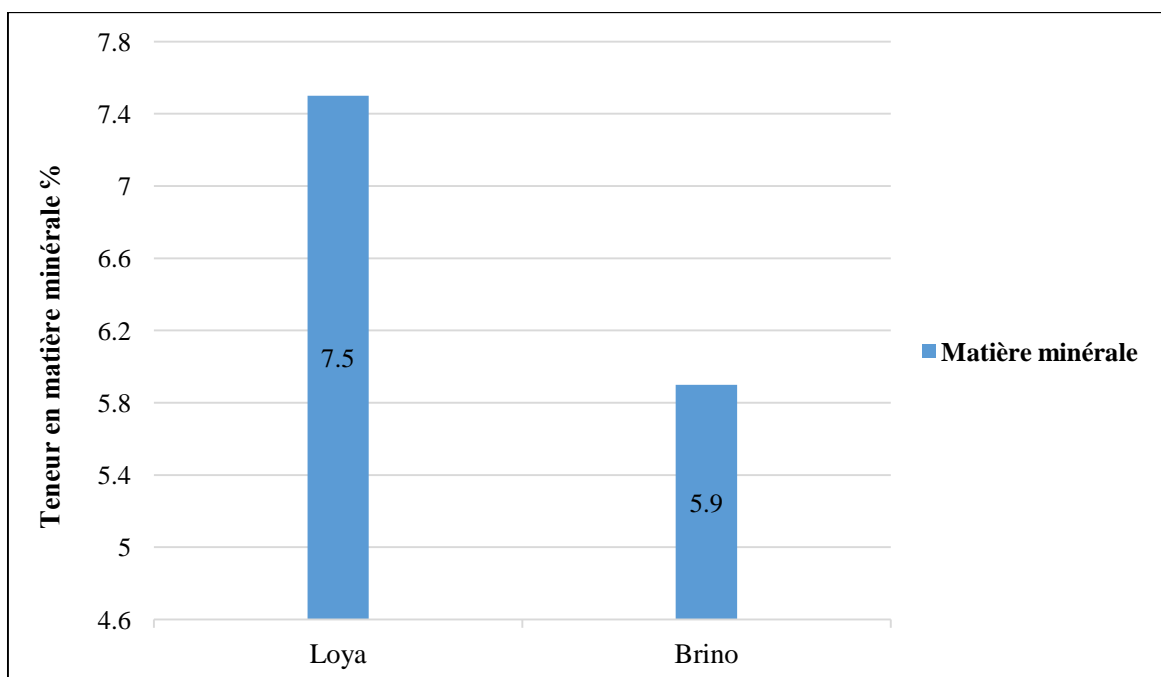
**Figure 7.** Résultats de la matière sèche des échantillons étudiés.

Selon **GEA Niro et Copenhagen, (2010)** le matériau d'emballage doit être d'une qualité telle que le sac ou le conteneur (très peu puisse pénétrer de vapeur). Comme il y aura toujours de la diffusion de vapeur il est recommandé de stocker la poudre dans un endroit sec et frais, où la pression de la vapeur d'eau sera faible.

### I.5. Détermination de la teneur en cendre

Le lait et les produits laitiers sont une source de nutriments précieux et minéraux pour les humain (Ayar *et al.*, 2008).

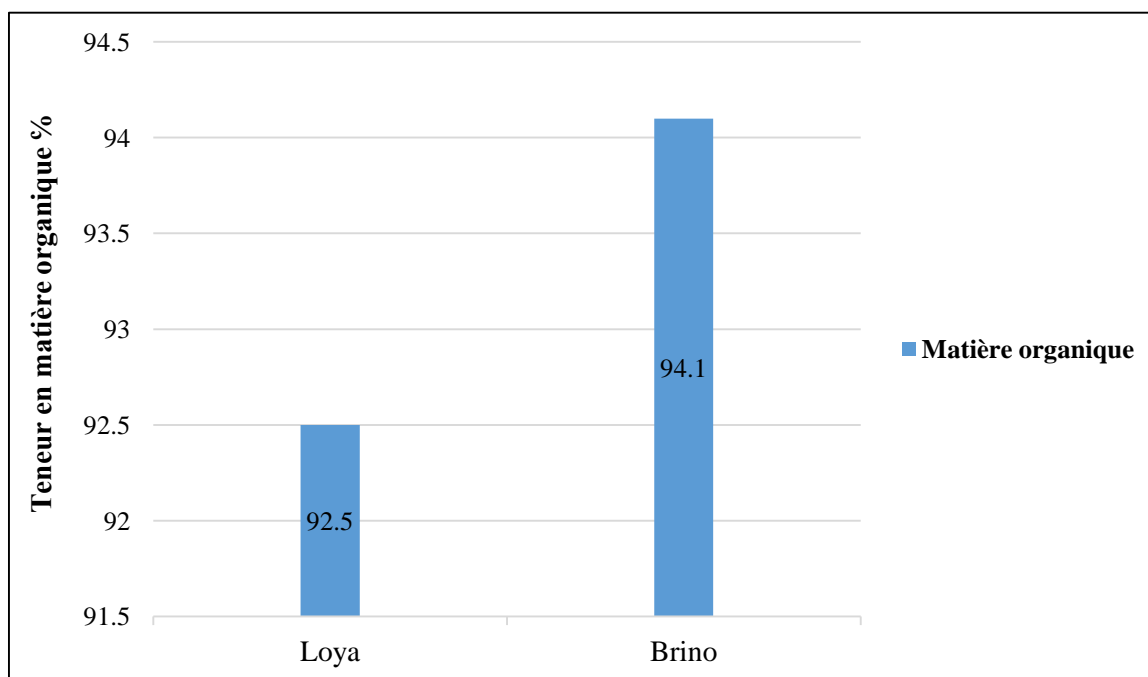
Les résultats sont 7,5 et 5,9%, la valeur maximale 7,5% est pour l'échantillon Loya et la valeur minimale 5,9% est pour l'échantillon Brino (**Figure 8**). On remarque que la teneur en matière minérale de no échantillon Loya sont supérieures à la norme de **Hough et al.**, (2002) qui sont trouvées valeurs est 6,5 %.



**Figure 8.** Résultats de teneur en matière minérale des échantillons étudiés.

### I.6. Détermination de la teneur en matière organique

Les valeurs de la matière organique des deux échantillons de lait en poudre étudiées, la valeur maximale 94.1% est pour l'échantillon Brino et la valeur minimale 92.5% est pour l'échantillon Loya, (Figure 9).

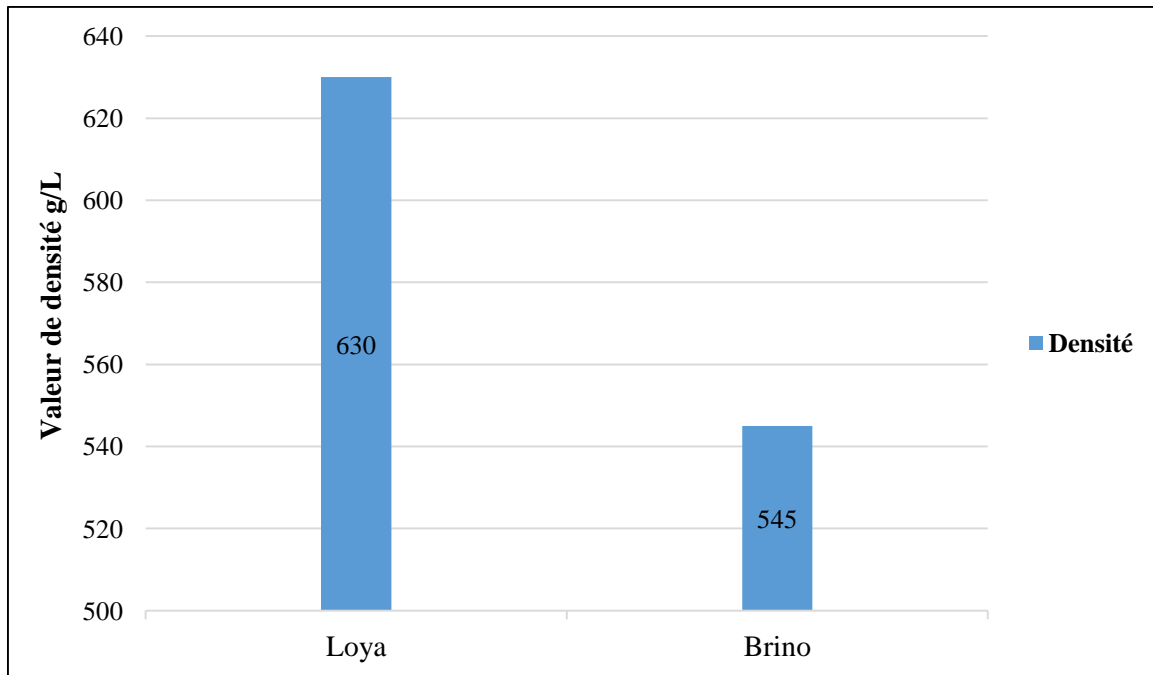


**Figure 9.** Résultats de teneur en matière organique des échantillons étudiés.

### I.7. Détermination de la densité

Lors de l'expédition de poudres sur de longues distances, les producteurs sont bien entendu intéressés par une forte densité apparente afin de réduire le volume de transport (GEA Niro et Copenhagen, 2010).

Les résultats de la densité sont 630 et 545g/L, la valeur maximale 630g/L est pour l'échantillon Loya tandis que la valeur minimale 545g/L est pour l'échantillon Brino. Les résultats de l'analyse de ce paramètre sont illustrés par la Figure 10. La densité totale est conforme en comparaison avec la valeur de la norme de Journal officiel N° 54. 30 aout 2000 qui sont 630g/L.



**Figure 10.** Résultats de densité des échantillons étudiés.

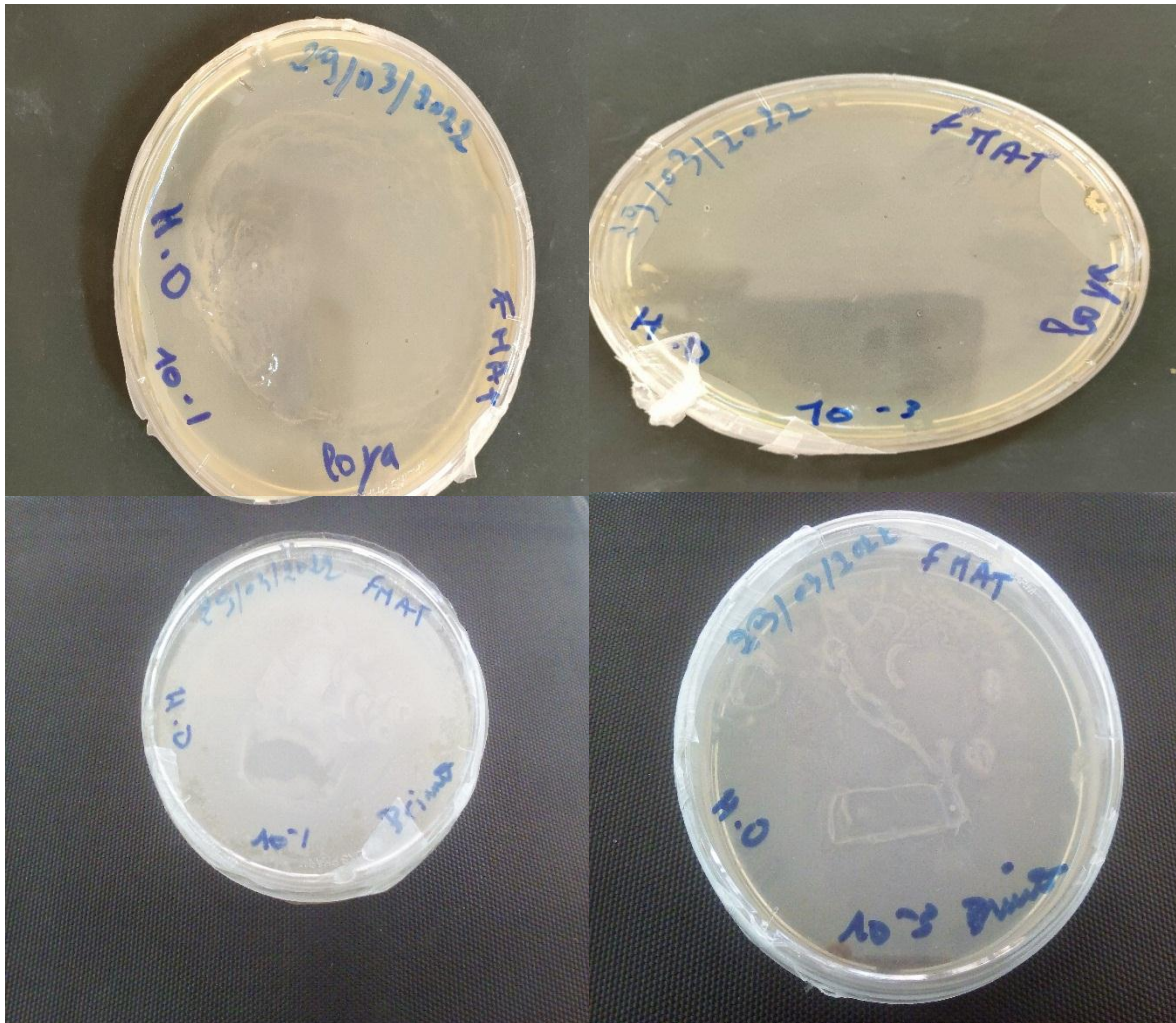
Selon **Labioui et al., (2009)** la densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires. Et selon **Diarmuid et Mac Carthy, (1985)** la densité du lait entier en poudre augmente avec le degré thermique.

## II. Evaluation de la qualité microbiologique du lait en poudre

### II.1. Dénombrement de la FMAT

La flore mésophile aérobie totale nous renseigne sur la qualité hygiénique du lait en poudre. C'est la flore la plus dénombrée dans les laboratoires de microbiologie alimentaire (**Afif et al., 2008**).

Les résultats de dénombrement des germes mésophiles dans l'échantillon Loya et Brino on remarque l'absence totale de ces germes (**Figure 11**). Selon le **Journal officiel N°5 27 mai 1998** fixe les valeurs tolérable de  $105 \times 10^3$  UFC/g;  $3 \cdot 10^5$  UFC/g.

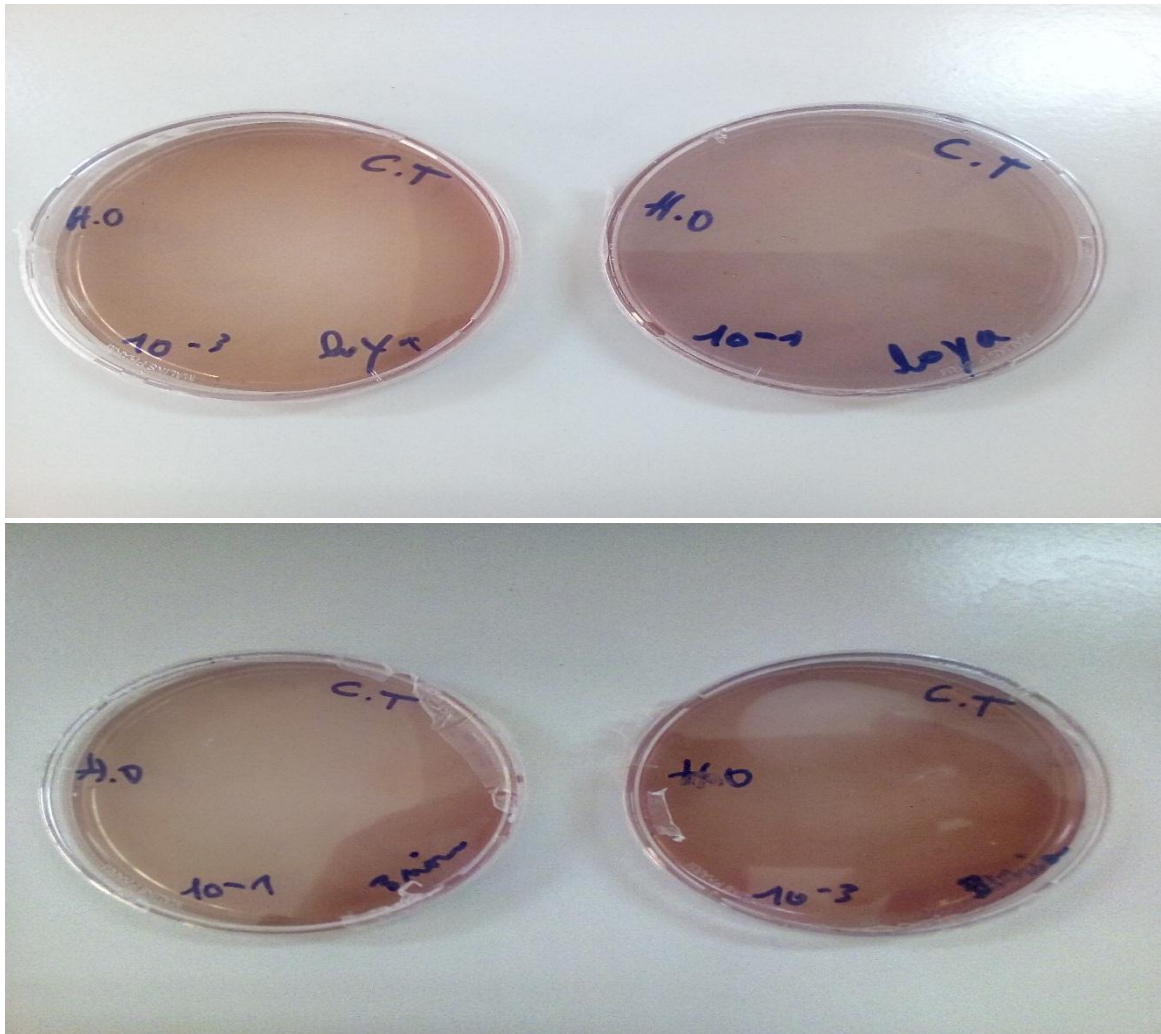


**Figure 11.** Résultats de la flore totale aérobie mésophile pour échantillons étudiés.

Selon **Hachana et al., (2018)** la qualité de la poudre de lait dépend énormément de la qualité du lait cru utilisé. Plus la charge bactériologique du lait cru est élevée, plus la température de séchage est poussée. Il est à signaler qu'à partir d'un certain seuil, les traitements thermiques exagérés peuvent parfois être à l'origine de l'apparition de changements des propriétés physico-chimiques.

## II.2. Dénombrement de CT

Les résultats que nous avons retrouvés lors du dénombrement des coliformes totaux sur le milieu VRBL montrent absence totale de ces germes dans les échantillons Loya et Brino (**Figure 12**). Selon le **Journal officiel N°5 27 mai (1998)** fixe une valeur de  $10^2$  UFC/g comme charge tolérable.

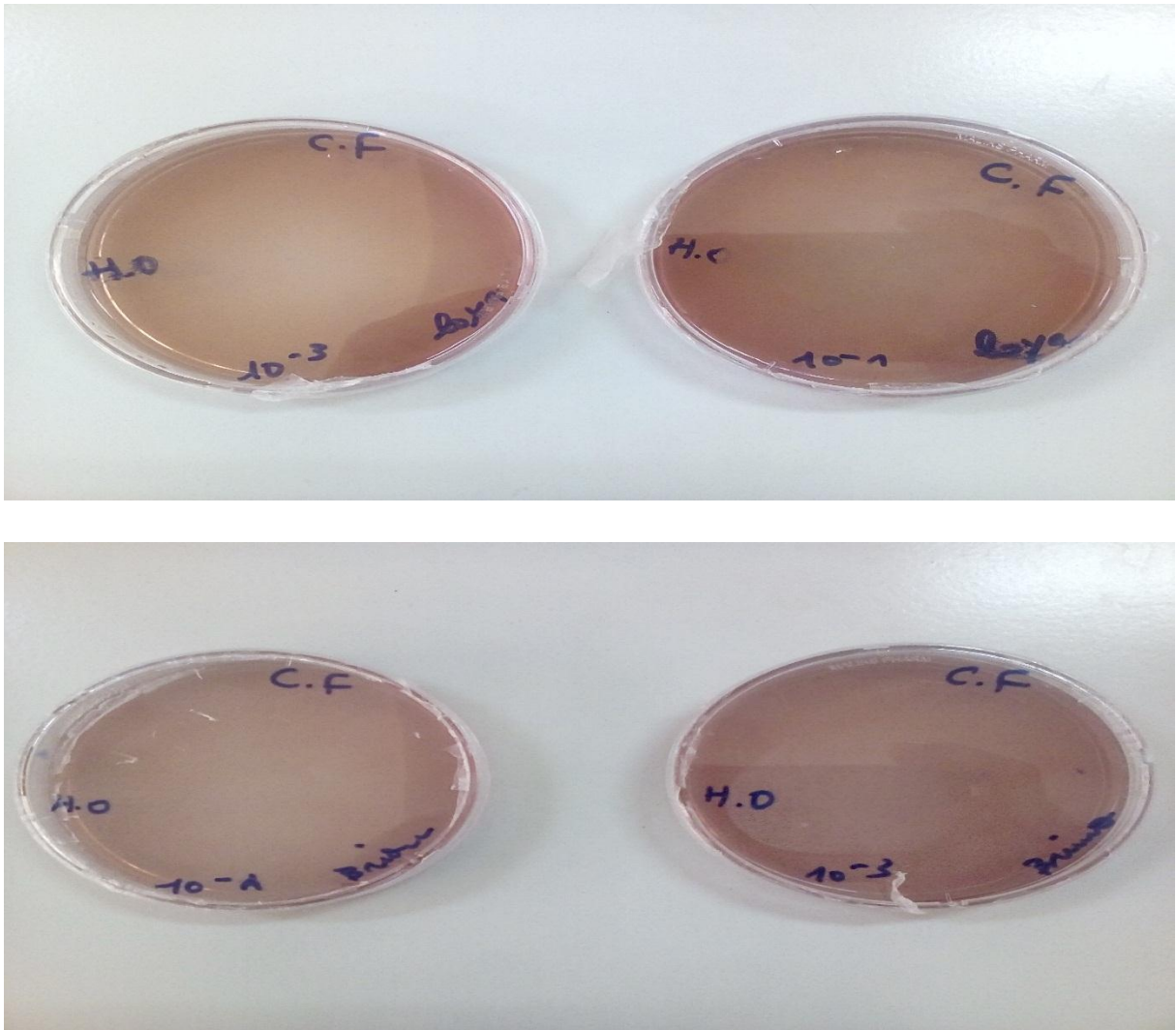


**Figure 12.** Résultats des coliformes totaux dans les échantillons étudiés.

Selon **Lamontane et al., (2002)**; **Guiraud et Rosec, (2004)**, le dénombrement des coliformes dans le lait permet d'évaluer les conditions d'hygiène qui prévalaient lors de la production ou de la transformation du lait et selon **Labioui et al., (2009)** et la présence des coliformes indique que la poudre de lait a été préparé dans des conditions non hygiéniques. Selon **Bachtarzi et al., (2015)** hygiéniques dégradées lors de la traite, ou venir à partir de la peau et des trayons mal nettoyés ou au cours du transformation et d'emballage. La manipulation augmente les possibilités de contamination du lait, en accroissant la surface de contact entre le lait et les microorganismes du milieu ambiant, surtout lorsque que ce dernier est souillé. La présence de ces germes considérés comme pathogènes est probablement due à la mauvaise qualité hygiénique des récipients utilisés dans la filière (**Seme et al., 2015**).

### II.3. Dénombrement de CF

Les résultats de dénombrement des coliformes fécaux dans les échantillons Loya et Brino on remarque l'absence totale de ces germes (**Figure 13**). Selon **Journal officiel N°5 27 mai 1998** qui sont trouvées valeurs de 10UFC/g.



**Figure 13.** Résultats des coliformes fécaux dans les échantillons étudiés.

Selon **Lamontane et al., (2002)**; **Guiraud et Rosec, (2004)** le dénombrement d'une forte population de coliformes fécaux est synonyme d'une contamination par des matières fécales des produits alimentaire. Et selon **Joffin et Joffin, (2010)**, trouver une concentration excessive de ces bactéries intestinales dans un aliment signifie une contamination fécale; c'est-à-dire un contact anormal ente aliment et matière fécales. Il faut signaler que ces germes peuvent exister aussi dans l'environnement (**Guiraud et Rosec, 2004**).

- Les analyses microbiologiques permettent de vérifier que le produit ne présente pas de risque pour la santé du consommateur, en tenant compte des conditions de conservation, des habitudes de consommation et des caractéristiques du produit. Il convient donc de s'assurer, par des tests microbiologiques, que le produit va être sain et de bonne qualité marchande tout au long de sa durée de vie.
- Notre analyse microbiologique a montré une absence totale des germes recherchés tels que la flore mésophile aérobie totale, Les coliformes totaux et fécaux, dans les différents milieux de culture et à une T° qui diffère selon le temps d'incubation.

# *Conclusion*

Le lait est le meilleur aliment depuis plus de 10 000 ans. Auparavant l'homme consommait d'autres aliments d'origine animale grâce à la chasse et à la cueillette : viande, poisson, œuf, miel. Empiriquement, il s'était rendu compte que le lait était plus complet que les autres, mais également qu'il était très périssable. Pour le conserver, il découvrit les laits fermentés, puis inventa les fromages ; puis la révolution scientifique, technologique et industrielle permis de mettre au point une nouvelle façon de conserver le lait qu'est la manière la plus sûre, fiable et longue de conservation de lait dénommé « poudre de lait ».

Nous sommes intéressés à un contrôle de la qualité du produit étude en réalisant des analyse microbiologique (dénombrement de certains germes tels que : la flore aérobie mésophile totale, les Coliformes totaux et fécaux), et analyse physico-chimique comme: la teneur en humidité, densité, acidité lactique, matière grasse, le pH, et les cendre.

Les analyses microbiologiques de lait en poudre Loya et Brino montre l'absence totale des germes recherchés et cela est dû aux procédés stricts et professionnels appliqués sur tous les niveaux de la chaîne de fabrication, et aux conditions d'hygiènes respectées.

L'étude des paramètres physico-chimiques à montré que tous les paramètres sont tout à fait acceptables et conformes aux normes, le ph (6.62 et 6.70), l'acidité titrable était (11°D et 12°D), l'humidité (3.6% et 2.4%), les cendre (7.5% et 5.9%) et la densité (630 g/L et 545g/L).

D'après les résultats d'analyse microbiologique, physico-chimique obtenues, on peut dire le lait en poudre Loya et Brino est de haute qualité alimentaire et sanitaire, propre à la consommation et répond aux normes internationales.

*Références*  
*bibliographiques*

**A**

**Aboutayeb R., 2009.** Technologie du lait et dérivés laitiers. <http://www.azaquar.com>.

**Afif A., Faid M., Najimi M., 2008.** Qualité microbiologique du lait cru produit dans a région de Tadla au Maroc. Reviews In Biology And Biotechnology, Canada-Morocco. Vol 7. P : 2-7.

**Afnor, 1994.** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des aliments vendus sur la voie publique de Dakar : Norme NF- V08-057-1 Novembre.

**Alais C., Guy L., Miclo L., 2008.** Biochimie alimentaire. 6<sup>ème</sup> édition, Paris. Dunod. Autre produits laitiers. P : 192-195.

**Amiot J., Fourniers S., Lebeuf Y., Paquin P., Simsoud R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait *In* : Science et technologie du lait. **Vignola C.** 3<sup>ème</sup> édition : Ecole polytechnique de Montréal Canada. P : 1- 68.

**Arie F., Srikumalaningsh et Ariesta. W., 2012.** Process engineering of drying milk powder with Foam mat drying method. Journal of basic and applied scientific research 2(4): 3588-3592.

**Augustin Ma., 2003.** The role of encapsulation in the development of functional dairy foods. Aust. J. Dairy Sci. Technol. 58:156–160.

- Presse algérienne : La tribune.
- Presse algérienne : liberté.
- Presse algérienne : quotidien d'oran.

**Ayar A., Sert D., Akin N., 2008.** The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia-Turkey. Springer Science et Business Media B.V. P: 1-12.

**Azza. M. M. Deeb. Al Hawary. I. I. I. Aman Et Doaa M H Shahine., 2010.** Bactériological investigation on milkpowder in the Egyptien marketwithemphasis on ittssafety.journal Global veterinaria .4(5): 424-433.

**B**

**Bachtarzi N., Amourache L., Dehkal G., 2015.** Quality of raw milk for the manufacture of a camembert-type soft cheese in a dairy of constantine (Eastern Algeria). International Journal of Innovation and Scientific Research. Vol. 17. P : 34-42.

**Bazinet L., Pouliot Y., Castaigne F., 2002.** Opération unitaires *In* : Science et technologie du lait. **Vignola C.** 3<sup>ème</sup> édition : École polytechnique de Montréal Canada. P : 153-270.

**Boudier. J. F., Luquet. F. M., 1981.** Dictionnaire laitier.

**Bourgeois C. M. et Leveau J. M., 1991.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires : Vol 3 : le contrôle microbiologique.-2<sup>ème</sup> éd.- Paris : Apria.- 454p.- (Sciences et technique agro-alimentaire).

**Brisson J., 2003.** Nutrition, alimentation et reproduction.

## C

**Castro-Morel M. et Harper W. J., 2003.** Effect of retentate heat treatment and spray dryer inlet temperature on the properties of milk protein concentrates (MPC's). *Milchwissenschaft* 58:13–15.

**Celestino E. L., Lyer M., Roginski H., 1997.** The Effects of Refrigerated Storage of raw milk on the quality of whole milk powder stored for different periods. *int Dairy Journal* 7. P : 119-127.

**Codex alimentarius, 2011.** Commission du codex alimentarius. Manuel de procédure vingtième édition.

## D

**Damicz W., Budsla., Wski J., Pogorzelski K., 1965.** Influence du traitement thermique du lait sur la dénaturation des protéines du lactosérum.

**Debouz A., Guerguer L., Oudjana O., Hadj Seyd Aek A., 2014.** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. Vol 7. P: 10-17.

**Diarmuid A., MacCarthy., 1985.** Effect of temperature and bulk density on thermal conductivity of spray-dried whole milk powder. *Journal of Food Engineering* 4. P: 249-263.

## F

**FAO, 2008.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine –lait de consommation.

**Franworth E. et Mainville I., 2010.** Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe.

**Fredot E., 2009.** Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. 2<sup>ème</sup> édition. Paris, Lavoisier, Tec et Doc. Le lait et les produits laitiers. P: 17-88.

**Fredot E., 2006.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

## G

**GEA Niro., Copenhagen., 2010.** Milk powder technology evaporation and spray drying écrémé. P: 65, 193, 197.

**Gledel J., 1996.** Les germes salmonella *In*: Microbiologie alimentaire: Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. **Bourgeois C. M., Mescle J. F., Zucca J.** 2<sup>ème</sup> édition. France. TEC-DOC. P : 62.

**Guiraud J. P., 1998.** Microbiologie alimentaire. Paris. P : 652.

**Guiraud J. P., 2003.** Microbiologie alimentaire. Paris. P : 652.

**Guiraud J. P., Rosec., 2004.** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. France. P: 113, 114.

## H

**Hachana Y., Aouini W., Lanouar L., Guider M., 2018.** Influence of raw milk quality on skimmed milk powder quality. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology. Vol 50(2). P : 3015- 3024.

**Hauser E. A., Heiung H., 1924.** Réactions thermodynamiques chez les poudres de lait. Leur emploi pour le dosage rapide de leur teneur en eau.

**Hough G., Sanchez R. H., Garbarini de Pablo G., Sanchez R. G., Caldero S., Villaplana N., Gimenez A. M., Gambaro A., 2002.** Consumer acceptability versus trained sensory panel scores of powdered milk shelf life defects. int Dairy Journal 85. P: 2075–2080.

## I

**International Commission or Microbiological Specification for Foods (I.C.M.S.F.), 1980.** Microbial Ecology of foods: Vol 2: Food Commodities.- New York : Academic Press.- 997p.

## J

**Jeanet R., Croguennec T. L., Mahaut M., Sschuck P., Brulé G., 2008.** Produit laitiers. Lavoisier Tec et Doc. Paris. P : 4-41.

**Joffin C., Joffin J. N., 2010.** Microbiologie alimentaire. 6<sup>ème</sup> édition. P : 187, 188, 231, 233, 244, 245, 247,252.

**JORA n°5 27 mai 1998.** Relatif au contrôle de la production et de la commercialisation du lait et produits laitiers.

**JORA n°52 4 août 2015.** Rendant obligatoire la méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies dans les produits dont l'activité d'eau est inférieure ou égale à 0,95. P : 22.

**JORA n°54 30 aout 2000.** Relatif au contrôle de la production et de la commercialisation du lait et produits laitiers.

## K

**Kajal M. F. I., Wadud. A, Islam. M. N Et Sarma. P. K., 2012.** Evaluation of some chemical parameters of powder milk available in Mymensingh town. *Journal of the Bangladesh Agricultural University.* 10(1): 95–100.

**Kalli S. Saadaoui. M, Ait Mokhtar. S et Benmebarek. A., 2018.** Eléments d'enquête générale sur la filière lait en Algérie .I.J of Business and Economic strategy vol8 pp12.19.

**Karen Smith., 2008.** Dried Dairy Ingredients. P: 60.

**Kelly Al. O'connell Je Et Fox Pf., 2003.** Manufacture and properties of milk powders. In: PF Fox, PLH McSweeney (Eds), Advanced Dairy Chemistry. Vol. 1: Proteins, 3rd ed. *Kluwer Academic/Plenum Publishers*, New York/London, pp. 1027–1061.

**Kon S. K., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.-Rome : F.A.O.-XXI – 271p.

## L

**Labioui H., Elmoualdi L., Benzakour A., El Yachioui M., Berny H., Ouhssine M., 2009.** Etude physico-chimique et microbiologique de laits crus bull. soc. pharm. bordeaux. P : 7-16.

**Lamontagne M., Champagne C. P., Reitz-Ausseau J., Moineau S., Gardner. N., Lamoureux M., Jean J., Fliss I., 2002.** Microbiologies du lait *In* : Science et technologie du lait. **Vignola C.** 3<sup>ème</sup> édition. Canada, Ecole polytechnique de Montréal. P : 75-141.

## M

**Matallah S. F., Matallah F., Djedidi I., Mostefaoui K. N., Boukhris R., 2017.** Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au nord-est Algérien.

**Mamine F. Montaigne E. et Boutonnet J. P., 2018.** Perception de la qualité des produits laitiers et comportement du consommateur algérien.

**Michel J. C., Pouliot M., Richard J., 2002.** Lait de consommation *In* : Science et technologie du lait. **Vignola C.** 3<sup>ème</sup> édition. Ecole polytechnique de Montréal Canada. P : 277-316.

## P

**Philip M., 2006.** Innovation in milk powder technology. International Journal of Dairy Technology. Ireland.69-75. Vol 59, No 2.

**Pinta A., 1973.** Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux détermination des éléments Ca, Mg, Fe, Mn, Zn et Cu par absorption atomique. France. P : 87-92.

**Pougheon S. et Coursaud J., 2001.** Le lait caractéristiques physicochimiques, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

**Pougheon., Coursaud., 2001.** Lait, caractéristiques physico-chimiques dans : Lait nutrition et santé.

**R**

**Ramesh *et al.*, 2008.** pubmed result –ncbi.

**Règlement (ce) n°853/2004.**

**S**

**Sboui A, Arroum S, Hayek N, Mekrazi H, Khorchani T., 2016.** Effet du traitement thermique sur la composition physicochimique du lait de chèvre. CIHEAM. P : 481-485.

**Seme k., Pitala w., Osseyi G. E., 2015.** Qualité nutritionnelle et hygiénique de laits crus de vaches allaitantes dans la région maritime au sud-Togo. Vol 11. P : 359-376.

**T**

**Toure O., 2001.** Contribution à l'étude de la qualité des laits secs micro conditionnés commercialisés sur le marché dakarois. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 14.

**V**

**Veisseyre R., 1979.** Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3<sup>ème</sup> édition ; Paris : La Maison Rustique.- 714p.

**Vierling. E., 1999.** Aliment et boissons. Edition : *Velizy. Paris.* Pp : 12- 15.S

**Vignola C., 2002.** Sciences et technologie du lait : Transformation du lait. Montréal : presses internationales polytechnique.- 600p.

# *Annexes*

**Observation :** La stérilisation du matériel de prélèvement

Tout le matériel de prélèvement des échantillons était parfaitement propre et stérile, afin d'éviter son influence sur les propriétés physico-chimiques, micro- biologiques du produit analysé.

Pour assurer cette propriété nous avons procédé à :

- un lavage, brossage en présence de détergents.
- puis un rinçage à l'eau de robinet et à l'eau distillée.
- Après séchage le matériel sera stérilisé dans une autoclave 120°C/20min.

**Annexe N°1: Matériels et les réactifs utilisés en tests physico-chimiques**

**1. Matériels**

Balance (KERN).

Agitateur électromagnétique (Heidolph) et baron magnétique.

Four a moufle (Furnace).

Lactodensimètre.

Bain marée (memmert).

pH mètre (Hanna).

Pipette de 10 ml.

Eprouvettes, béchers de 10 ml, 100 ml.

Erlenmeyer de 225ml.

Capsule sans couvercle.

## **2. Réactifs**

L'eau distillée.

Phénolphtaléine.

## **Annexe N°2 : Matériels et les milieux utilisés en tests microbiologiques**

### **1. Matériels**

Tubes à essais en verre de 25 ml.

Flacons de verre de 250 ml.

Boîtes de pétri.

Etuves de 30 C° et 44 C° (memmert).

Autoclave 120C° (memmert).

Agitateur électromagnétique (Heidolph) et baron magnétique.

Balance (KERN).

Vortex (VWR).

Ben marée de 80 C° (memmert).

Miro-pipette.

Bec Bunsen.

### **2- Réactifs**

Eau physiologique.

Eau distillé.

### **3. Milieux de cultures**

#### **a) GELOSE PCA (Plate Count Agar)**

La gélose glucosée à l'extrait de levure, appelée par les Anglo-Saxons "Plate Count Agar" ou PCA, est utilisée en bactériologie alimentaire pour le dénombrement des bactéries aérobies dans les produits alimentaires, les produits d'alimentation animale et les échantillons de l'environnement.

Elle est aussi utilisée pour le dénombrement des microorganismes psychrotrophes.

#### **b) GELOSE VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)**

La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) est un milieu sélectif utilisé pour la recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau, le lait, les produits laitiers et les autres produits alimentaires tels que les viandes et les produits à base de viande.

## Résumé

Le lait en poudre est un produit alimentaire considéré comme un aliment complet grâce à sa composition en protéines, glucides, lipides et sels minéraux ainsi que les vitamines. Cette richesse est aussi une cause de développement des micro-organismes lactiques et pathogènes. La croissance de ces microbes cause la non-conformité du produit à la consommation.

Au cours de ce travail, on a pris comme deux échantillons une poudre de lait, fabriquée et commercialisée en Algérie, qu'on a acheté et analysé, pour vérifier que cette poudre de lait ne présente pas de risque pour la santé du consommateur, en tenant compte des conditions de conservation, des habitudes de consommation et des caractéristiques du produit, dans cet axe, on a réalisé une analyse microbiologique et physico-chimique.

Les résultats qu'on a obtenu de cette analyse, nous ont démontré une absence totale des germes recherchés et qui sont : la flore mésophile aérobie totale, Les coliformes totaux et fécaux, dans les différents milieux de culture et à une T° qui diffère selon le temps d'incubation.

La seconde analyse physico-chimique de ce produit accomplit la teneur en eau « Humidité », la densité, l'acidité lactique, la matière grasse, ainsi que le PH.

De ce fait, nous avons trouvé que cette poudre de lait est de haute qualité alimentaire et sanitaire, propre à la consommation et répond aux normes internationales.

**Mots clés :** Lait en poudre, analyse microbiologique, analyse physico-chimique.

## Abstract

Powdered milk is a food product considered a complete food because of its composition of proteins, carbohydrates, lipids and minerals as well as vitamins. This richness is also a cause of development of lactic and pathogenic microorganisms. The growth of these microbes causes the product not to conform to consumption. In the course of this work, a milk powders, manufactured and marketed in Algeria, which was bought and analyzed, was taken as a samples to verify that this milks powders does not pose a risk to the health of the consumer, taking into account the conservation conditions, consumption patterns and product characteristics, in this axis, a microbiological and physico-chemical analysis was carried out. The results obtained from this analysis have shown us to be totally absent from the research germs: total aerobic mesophilic flora, total and fecal coliforms, in the different culture media and at a T ° which differs according to the incubation time. The second physicochemical analysis of this product carries out the moisture content "Moisture", the density, the lactic acidity, the fat for, as well as the PH. As a result, we have found that this milks powders is of high quality food and sanitary, suitable for consumption and meets international standards.

**Key words:** Powdered milk, microbiological analysis, physico-chemical analysis.

## ملخص

الحليب المجفف يعتبر غذاء كامل بسبب تكوينه من البروتينات والكربوهيدرات والدهون والمعادن وكذلك الفيتامينات. هذه الثروة هي أيضا سبب تطور الكائنات الحية الدقيقة اللبنية والممرضة. نمو هذه الميكروبات يسبب عدم امتثال المنتج للاستهلاك.

خلال هذا العمل، أخذنا عينتين من الحليب المجفف، المصنع والمسوق في الجزائر، قمنا بشرائه وتحليله، للتحقق من أن مساحيق الحليب هذه لا تشكل خطورة على صحة المستهلك، مع مراعاة ظروف التخزين، عادات الاستهلاك وخصائص المنتج، في هذا المحور، تم إجراء تحليل ميكروبيولوجي وفيزيائي-كيميائي.

أظهرت لنا النتائج التي تم الحصول عليها من هذا التحليل الغياب التام للجراثيم المنشودة والتي هي: مجموع النباتات الهوائية المتوسطة، القولونيات الكلية والبرازية، في أوساط الاستزراع المختلفة وعند درجة الحرارة والتي تختلف باختلاف زمن الحضارة.

بحق التحليل الفيزيائي والكيميائي الثاني لهذا المنتج محتوى الماء "الرطوبة"، والكثافة، وحموضة اللاكتيك، والدهون، وكذلك درجة الحموضة. نتيجة لذلك، وجدنا أن مساحيق الحليب هذه ذات جودة غذائية عالية وصحية مناسبة للاستهلاك وتلبي المعايير الدولية.

**الكلمات المفتاحية:** حليب مجفف، التحليل الميكروبيولوجي، التحليل الفيزيائي والكيميائي.