



République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen

Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre et de l'Univers

Département de Biologie et Environnement

Laboratoire des produits naturels LAPRONA

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie

Option : « **Sciences des aliments** »

Thème

Contrôle et qualité d'un lait déshydraté

Présenté par :

M^r TALEB ANES

Devant le jury, composé de :

Présidente :	Mme BELARBI. M	Professeur
Examinatrice :	Melle GHANEMI.F	Maitre assistante A
Encadreur :	Mr BENAMMAR.C	Maitre de conférences A

Année Universitaire 2016-2017

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadrant Mr : BENAMMAR .C, pour la qualité de son encadrement, l'aide précieuse qu'il m'a apportée, ses conseils éclairés et les remarques constructives tout au long de la préparation de ce mémoire.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury, professeur BELARBI Meriem et mademoiselle GHANEM .F pour l'intérêt porté à mes recherches en acceptant d'examiner mon travail.

Ces remerciements ne sauraient être complets si j'omettais de citer les enseignants du département de biologie qui, par leur enseignement, ont contribué à ma formation durant tout mon cursus universitaire.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la bonne marche de ce travail Surtout M^r Bixi Nabil et Mesli Badis et le directeur du centre vétérinaire Mansourah Nemeen D^r Bendimrad Khateb

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère, Lamia, le symbole de tendresse.

À mon père, Fethi, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes mes années d'études, et qui a aussi accepté de me voir si longtemps sur les « bancs d'école ».

Que dieu me le garde et me le protège.

Aucune dédicace ne saurait exprimer ma grande admiration, ma considération et ma sincère affection pour vous mes chers parents.

À mon très cher frère Amine et mon unique soeur Sihem.

À tous mes amis sans exception, et en particulier : Houssine, Adil, Zaki, Walid, Youcef, Anes, Nassine, Farid, Djamel.

Et à tous mes amis de classe M2 notamment Mehdi et Khalil.

Taleb Anes

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
PREMIERE PARTIE : LE LAIT	
I.1. Définition	3
I.2. La composition du lait	4
I.3. Les laits commercialisés.....	6
I.3.1. Lait pasteurisé.....	7
I.3.2. Lait stérilisé.....	8
I.3.3. Lait concentré sucré.....	10
I.3.4. Lait aromatisé.....	11
I.3.5. Lait fermenté.....	11
I.3.6. Lait en poudre.....	11
DEUXIEME PARTIE : LES POUDRES DE LAIT	
II.1. Définition de la poudre de lait	12
II.2. Différents types de poudre de lait.....	13
II.3. Différents types de la poudre de lait commercialisé.....	16
II.4. Méthode de fabrication du lait en poudre	17
II.4.1. Diagramme de fabrication.....	17
II.4.2. Séchage sur cylindres ou procédé « HATMAKER »	18
II.4.3. Séchage par pulvérisation du lait sec « SPRAY »	19
II.4.4. Différence entre les deux procédés	21
II.5. Caractéristique organoleptiques du lait en poudre.....	21
II.5.1. Couleur	21
II.5.2. Odeur	22
II.5.3. Saveur	22
II.5.4. Composition chimique	22
II.5.5. Mouillabilité	23
II.5.6. Solubilité	23
II.6. Caractéristique physico-chimiques du lait en poudre	23
II.6.1. Fluidité	23
II.6.2. Mouillabilité	24

II.6.3.Solubilité	24
II.6.4. Viscosité	24
II.6.5. Stabilité à la chaleur	25
II.6.6. Propriétés moussantes et émulsifiantes	25
II.7. Caractéristiques microbiologique des lait secs.....	25
II.7.1. Germes d'altération	26
II.7.2. Germes pathogènes	26
II.7.2.1. Staphylocoques présumés pathogènes	27
II.7.2.2. Salmonelles	27
II.8. Caractéristique d'un bon lait en poudre	28
II.9. Importance économique de la poudre de lait dans le monde et en Algérie	28
II.9.1. La poudre de lait dans le monde.....	28
II.9.2. La poudre de lait en Algérie.....	32
CHAPITRE II : EXPERIMENTATION ET DISCUSSIONS DES RESULTATS	
PREMIERE PARTIE : ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DE LA	35
POUDRE.....	
I. Matériels et méthode	36
III. Les germes recherchés pour cette denrée et leurs dénombrements.....	36
III.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale	37
III.1.1. Rappel.....	37
III.1.2. Principe	37
III.1.3. Mode opératoire	37
III.1.4. Sélection et numérotation des colonies.....	37
III.2. Dénombrement des Coliformes totaux	38
III.2.1. Rappel.....	38
III.2.2. Principe.....	38
III.2.3. Mode opératoire	38
III.2.4. Sélection et numération des colonies.....	39
III.3. Dénombrement des Coliformes fécaux	39
III.3.1. Rappel	39
III.3.2. Principe.....	39
III.3.3. Mode opératoire	39

III.3.4. Sélection et numération des colonies.....	40
III.4. Dénombrement des Staphylococcus aureus	40
III.4.1. Rappel	40
III.4.2. Principe.....	40
III.4.3. Mode opératoire	40
III.4.4. Sélection et numération des colonies.....	41
III.5. Dénombrement de Clostridium	41
III.5.1. Rappel	41
III.5.2. Principe.....	42
III.5.3. Mode opératoire	42
III.5.4. Sélection et numération des colonies.....	42
III.6. Dénombrement des Levures et moisissures	42
III.6.1. Rappel	42
III.6.2. Principe.....	43
III.6.3. Mode opératoire	43
III.6.4. Sélection et numération des colonies.....	43
III.7. Dénombrement des Salmonelles	43
III.7.1. Rappel	43
III.7.2. Principe.....	43
III.7.3. Mode opératoire	44
III.7.4. Sélection et numération des colonies.....	44
DEUXIEME PARTIE : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA «POUDRE DE	
LAIT ».....	
I. Détermination de la teneur en eau (Humidité) : Méthode par étuvage.....	45
I.1. Définition	45
I.2. Principe	45
I.3. Mode opératoire.....	45
I.4. Expression des résultats	46
II. Détermination de la densité.....	46
II.1. Définition	46
II.2. Principe	46
II.3. Mode opératoire.....	46
II.4. Expression des résultats	46

III. Détermination De l'acidité lactique de la poudre de lait.....	47
III.1. Définition	47
III.2. Principe	47
III.3. Mode opératoire.....	47
III.4. Expression des résultats	47
IV .Détermination de la teneur en matière grasse	48
IV.1. Définition	48
IV.2. Principe	48
IV.3. Mode opératoire.....	48
IV.4. Expression des résultats	49
V. Détermination de pH	49
V.1. Définition	49
V.2. Mode opératoire	49
TROISIEME PARTIE : RESULTATS OBTENUES DE L'ANALYSE.....	
MICROBIOLOGIQUE ET PHYSICO-CHIMIQUE DE « POUDRE DE LAIT ».....	
I. Résultats obtenues de l'analyse microbiologique de la« Poudre de lait »	50
II. Résultats obtenues de l'analyse physico-chimique du « lait en poudre »	50
II.1. Résultat de la teneur en eau (Humidité) du « Lait en poudre »	50
II.2. Résultat de la densité de la « poudre de lait »	51
II.3. Résultat de l'acidité lactique de « poudre de lait »	52
II.4. Résultat de la teneur en matière grasse du « lait en poudre »	53
II.5. Résultat de la mesure du PH du « lait en poudre »	53
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION DES RESULTATS OBTENUES DE	
L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE ET PHYSICO-CHIMIQUE DE « POUDRE DE	
LAIT »	
I. Discussion de l'analyse microbiologique de « Poudre de lait »	54
II. Discussion de l'analyse physico-chimique « Poudre de lait »	54
CONCLUSION GENERALE.....	59
ANNEXES.....	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Composition moyenne du lait entier.....	5
Tableau 2	Composition moyenne en % du lait de vache, chèvre, brebis et chamelle...	6
Tableau 3	Composition des laits en poudre (% m/m).....	13
Tableau 4	Composition général de la poudre de lait entier.....	14
Tableau 5	Composition général de la poudre de lait entier.....	15
Tableau 6	Composition du lait en poudre (%)......	15
Tableau 7	Classification des poudres de lait écrémé selon le WPNI.....	17
Tableau 8	Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre.....	21
Tableau 9	Composition chimique des laits entiers (Hatmaker, Spray) et écrémé en poudre.....	23
Tableau 10	Production mondiale de la poudre de lait écrémé dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes.....	30
Tableau 11	Production mondiale de la poudre de lait entière dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes.....	31
Tableau 12	Consommation mondiale de la poudre de lait écrémé dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes.....	32
Tableau 13	Consommation mondiale de la poudre de lait entier dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes.....	32
Tableau 14	Composition de l'eau peptone tamponné.....	38
Tableau 15	Résultats obtenues de l'analyse microbiologique du « lait en poudre ».....	50
Tableau 16	Résultats obtenues de l'analyse microbiologique du « lait en poudre ».....	51
Tableau 17	Résultat de la densité.....	52
Tableau 18	Résultat de l'acidité lactique.....	53
Tableau 19	Résultat de la matière grasse totale	53
Tableau 20	Résultat de la mesure de PH.....	54

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Diagramme de fabrication des laits pasteurisés.....	8
Figure 2	Diagramme de fabrication des laits stérilisés.....	9
Figure 3	Diagramme de fabrication des laits concentrés.....	10
Figure 4	Diagramme de fabrication de lait en poudre.....	17
Figure 5	Principe de séchage par le procédé des cylindres.....	18
Figure 6	Procédé par pulvérisation du lait sec (SPRAY).....	20

ABBREVIATIONS ET ACRONYMES

HTST	High Temperature Short Time
DLC	Date Limite de Consommation
UHT	Ultra Haute Température
aw	Activité de l'eau
FAO	Food Agriculture Organisation
ADPI^a	Américaine Dairy Product Institute (2002) pour les spécifications de qualité supplémentaire.
WPNI, LAP	whey protein nitrogen index (l'indice d'Azote protéique)
LH	Low Heat
MH	Poudre Médium Heat
MHH	Poudre Médium-High Heat
HH	Poudre High Heat
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
T.I.A.C	Toxi-infection Alimentaire Collective
t	tonne
g	gramme
ml	millilitre
mm	millimètre
h	heure
°C	degré Celsius
T°	Température
PCA	Plate Count Agar
VRBL	Violet Red Bile Lactose Agar
TSN	Tryptone-Sulfite-Néomycine
SAB-CH	Sabouraud
EPT	Eau Peptonée Tamponnée
F.M.A.T	Germe Aérobie Mésophile Totale
pH	Potentiel d'hydrogène
NaCl	Chlorure de sodium
HT	Teneur en eau

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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.

ARIE F., SRI K., ET ARIESTA W.A., 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.

AVEZARD C.L. et LABLEE J., 1990. Laits et produits laitiers recombines, Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 536-538-539 (637 pages).

AZZA. M. M.DEEB. AL HAWARY.I.I , I. AMAN ET DOAA M H SHAHINE., 2010. Bactériological investigation on milkpowder in the Egyptian marketwithemphasis on its safety. journal Global veterinaria .4(5) :424-433.

BAHD D., 2003. Travaux pratique de Bromatologie, 5ème année pharmacie FMPOS, Bamako.

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

CAROLE L. VIGNOLA., 2002. Livre Science et technologie du lait : transformation du lait
Carole L. Vignola edition scientifique 2002, (1 pages).

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.

CLAUDE MICHEL J., POULIOT M., RICHARD J. et VALLERAND C., 2002. Lait de
consommation, Science et technologie du lait-transformation du lait, Ecole polytechnique de
Montréal, ISBN:298 (600 pages).

CNERNA., 1981. Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition
et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981, Paris.

CROSSLEY E. L., 1966. Le lait sec. Hygiène du lait.- Genève : O.M.S.- 351p.

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

HARDING F., 1995. Milk quality, Blackie academic et professional: 113(166 pages).

)

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.

JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G. 2008., Les
produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE., 2001. Bulletin officiel n°
4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7
décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et
produits laitiers.

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.

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.

LAROUSSE AGRICOLE., 2002. 767pages.

LESEUR R. et MELIK N., 1999. Lait de consommation, Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 5 (637 pages).

M.I.A.A., 2015. Le Marché des Industries Alimentaires en Algérie 2015. L’ESSENTIEL DE L’AGROALIMENTAIRE ET L’AGRICULTURE N°97 Novembre / Décembre 2015.

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

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

TOURE O., 2001. Contribution à l’étude de la qualité des laits secs micro conditionnés commercialisés sur le marché dakarais. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 14.

VEISSEYRE R., 1979. Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3ème édition ; Paris : La Maison Rustique.- 714p.

VIERLING E., 1999. Aliment et boisson-science des aliments, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France:11(270 pages).

VIERLING E., 2003. Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

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

Introduction Générale

« La recherche procède par des moment distincts et durables intuition, aveuglement, exaltation et fièvre . Elle aboutit un jour à cette joie, et connaît cette joie celui qui a vécu des moments singuliers »

Albert Einstein, « comment je vois le monde »



INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments. Mais le lait n'a pas seulement un intérêt alimentaire, il occupe une place centrale dans l'imaginaire des algériens. Ce n'est d'ailleurs pas par hasard qu'il est offert comme signe de bienvenue, traduisant, ainsi par l'acte notre tradition d'hospitalité.

Les besoins algériens en lait et produits laitiers sont considérables. Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010, l'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb. La consommation nationale s'élève à environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru. C'est donc près d'un milliard de litres de lait qui est ainsi importé chaque année, majoritairement sous forme « de poudre de lait ». 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%. Ubifrance affirme que le marché algérien du lait est dominé par le secteur privé. «On recense 19 laiteries publiques et 52 laiteries privées. On compte environ 190 000 exploitations laitières, dont 80% sont familiales (TRANSACTION D'ALGER, 2010).

L'Office national interprofessionnel du lait (ONIL) avait décidé en 2008 de réduire de 50% les quotas accordés à certaines laiteries. Décision qui a ramené un nombre de laiteries privées à fonctionner au ralenti et à observer des arrêts de production, pour certaines. L'ONIL a importé 145 000 tonnes de poudre de lait en 2008 contre 120 000 tonnes en 2009, soit une baisse de 25 000 tonnes. La politique portant instauration d'un système de quotas, souligne-t-elle, au profit des producteurs visait essentiellement la réduction des importations massives de la poudre de lait et l'augmentation de l'intégration du lait cru dans la production nationale (ELWATAN, 2011).

L'objectif général de cette étude est d'évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique du lait en poudre.

D'une manière spécifique il s'agira de rechercher et dénombrer pour le lait en poudre :

La flore aérobie mésophile totale ;

Les coliformes totaux et fécaux ;

Les staphylocoques aureus ;

Les clostridium

Les Salmonelles ;

Les Levures et moisissures.

Et certains teneurs de la poudre de lait concernant la partie physico-chimiques

Le présent mémoire comporte deux parties :

- Une synthèse bibliographique sur les connaissances actuelles relatives à ce lait de consommation qu'est le lait en poudre, les procédés de sa fabrication mais en passant d'abord par certaines généralités sur sa matière première qu'est le lait cru ;
- Une étude expérimentale présentant le cadre de l'étude, le matériel, les méthodes, les résultats et la discussion.
- Une conclusion avec perspectives.

Chapitre 1

« Synthèse Bibliographique »

*« Quand l'homme a découvert que la vache donnait du lait,
que cherchait-il exactement à faire ce jour-là »*

Philippe Guluck



Introduction

Au commencement de tout produit laitier, il y'a le lait. De tous temps, avant même que les scientifiques analysent finement sa composition, les populations ont su empiriquement qu'il était bon pour la santé : on connaît bien sur sa teneur exceptionnelle en calcium, mais c'est aussi un cocktail unique de protéines, lipides, glucides, vitamines et autres nutriments essentiels tout au long de la vie. C'est pourquoi très vite, les hommes ont cherché à mieux le conserver par divers procédés d'où l'un est la poudre de lait dont son étude est le point fondamental de notre travail mais pour y parvenir à cerner au mieux cette forme de conservation de lait, il nous a paru utile d'aborder en premier lieu sa matière première, le lait en passant par la définition de ce dernier, sa composition, et puis ses différents types.

Première partie : Le lait

I.1. Définition

Le lait peut être défini de différentes manières :

- **Définition Alimentaire du lait**

Le lait est un liquide alimentaire opaque, blanc mat légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, à odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété, après parturition, par la glande mammaire des animaux mammifères femelles comme la vache, la chèvre et la brebis, destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (**LAROUSSE AGRICOLE., 2002**).

- **Définition Physico-chimique**

Du point de vue physicochimique, le lait est une émulsion de matières grasses dans une solution colloïde dont, le liquide inter micellaire est une solution complexe vraie. (**BAHD D., 2003**). Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (**CAROLE L.VIGNOLA., 2002**).

○ Définition réglementaire

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 S. et GOURSAUD J., 2001**).

(**JEANTET R. et al., 2008**) rapportent aussi que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

I.2. La composition du lait :

(**FRANWORTH E. et MAINVILLE I., 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 S. et GOURSAUD J., 2001**) sont :

- L'eau, très majoritaire, C'est l'élément quantitativement le plus important. Il représente environ 81% du volume du lait ;
- Les glucides principalement représentés par le lactose ;
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras ;

- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire ;
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles ;
- 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 :

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

(FREDOT E., 2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

- Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D) ;
- Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle ;
- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique) ;
- Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ 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 E., 2006).

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

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 E., 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. Les laits commercialisés

Le terme "Laits de consommation" désigne les différentes catégories de laits vendus à l'état liquide. Ces laits sont présentés obligatoirement en emballages fermés jusqu'à la remise au consommateur (CNERNA., 1981).

Suivant les propos de (VIERLING E., 1999), les laits de consommation sont des laits destinés à être consommés en l'état.

Une large gamme de lait destiné à la consommation et distingué par leur composition, leur qualité nutritionnelle et organoleptique et leur durée de conservation a été élaboré par l'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution (JEANTET R. *et al.*, 2008).

Observation : types de lait de consommation selon la teneur en matières grasses

➤ Selon la teneur en matières grasses

Il existe 3 types de lait classés en fonction de leur teneur en matière grasse :

- Le lait entier qui contient au moins 3,5 % de M.G.
La couleur rouge est la couleur qui représente le lait entier sur les conditionnements.
- Le lait demi-écrémé contenant au moins 1,5 % et au plus 1,8 % de M.G.
La couleur dominante sur ses conditionnements est ici le vert.
- Le lait écrémé qui ne contient au maximum que 0,3 % de M.G.
La couleur dominante des emballages est le bleu (CNERNA., 1981).

I.3.1. Lait pasteurisé

(HARDING F., 1995) évoque que la pasteurisation a pour but d'éliminer la majorité des formes végétatives des micro-organismes pathogènes du lait, tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à sa structure physique, à ses équilibres chimiques, ainsi qu'à ses éléments biochimiques : les diastases et les vitamines.

Toutefois le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué (la reconstitution est l'opération qui consiste à diluer dans une eau convenable une poudre spray grasse, elle peut aussi correspondre à reconstituer un lait écrémé (AVEZARD C.L. et LABLEE J., 1990), écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose).

D'après (JEANTET R. *et al.*, 2008), on distingue trois types de traitements :

- **Pasteurisation basse (62-65°C/30min)** : elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie.
- **Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s)** ou HTST (high temperature short time) : elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. La date limite de

consommation (DLC) des laits ayant subi une pasteurisation haute est 7 jours après conditionnement (bouteille en verre ou en carton, polyéthylène ou aluminium).

- *Flash pasteurisation (85-90°C/1-2s)* : elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites.

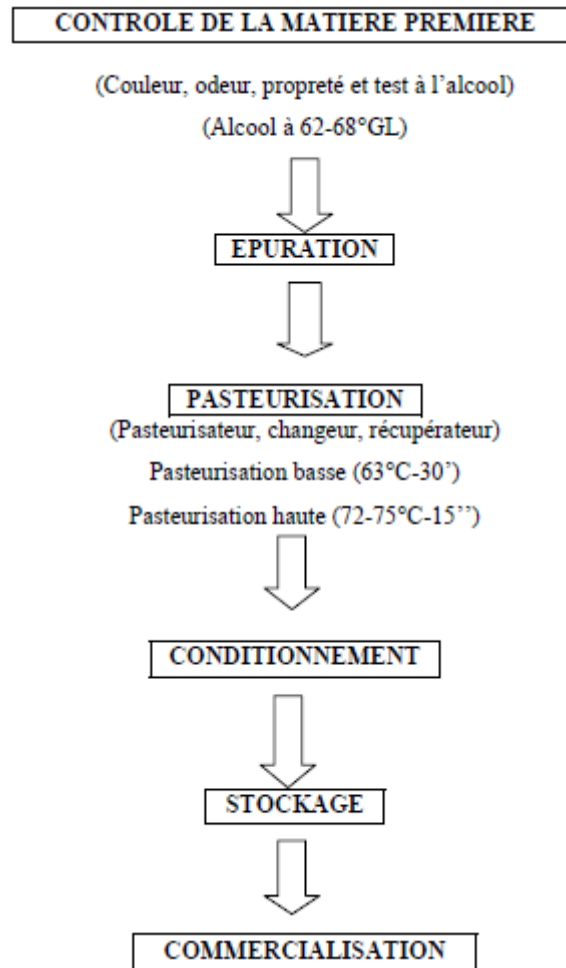


Figure 1 : Diagramme de fabrication des laits pasteurisés (JEANTET R. *et al.*, 2008).

I.3.2. Lait stérilisé

(LESEUR R. et MELIK N., 1999) ont montré que selon le procédé de stérilisation qui est une conservation du lait par la destruction thermique des germes capables de s'y développer, et qui se fait avec des échangeurs thermiques à plaques ou tubulaires, on peut distinguer le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation.

- **Lait stérilisé** : C'est un lait conditionné- stérilisé après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes par la chaleur, capable de détruire les enzymes les microorganismes pathogènes.

La stérilisation est réalisée à une température de 100 -120°C pendant une vingtaine de minutes.

- **Lait stérilisé UHT (Ultra Haute Température)** : C'est un lait traité par la chaleur, détruisant les enzymes, les microorganismes pathogènes, puis conditionné aseptiquement dans un récipient stérile hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Réalisé à 135-150°C pendant 2.5 secondes environ (LESEUR R. et MELIK N., 1999).

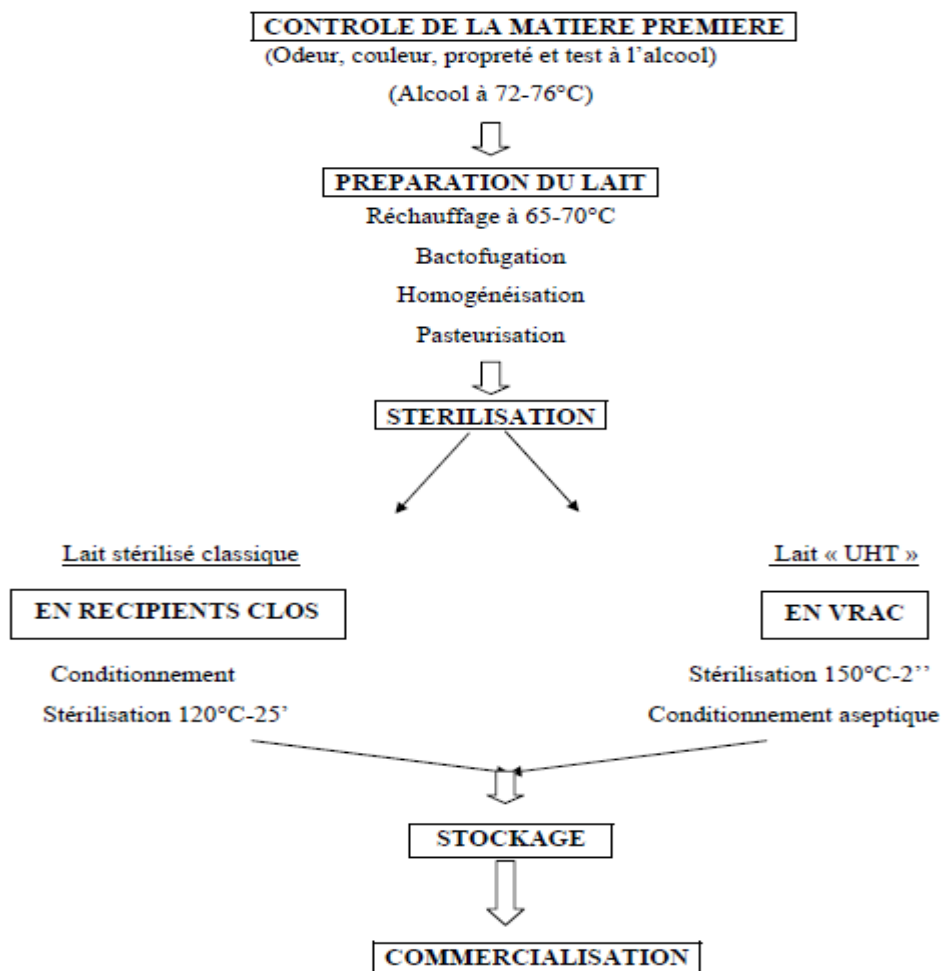


Figure 2 : Diagramme de fabrication des laits stérilisés (LESEUR R. et MELIN.,1999)

***I.3.3. Lait concentré sucré**

Lait concentré c'est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. Cette opération peut se faire avec ou sans addition de sucre (**JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE., 2001**).

Selon (**JEANTET R. et al., 2008**), la stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau (aw). On y parvient par élimination partielle de l'eau et ajout de sucre.

Le principe consiste à effectuer une évaporation sous vide afin d'abaisser la température d'ébullition. L'évaporation s'effectue dans des évaporateurs tubulaires ou à plaques.

L'addition de saccharose assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des micro-organismes par abaissement de l'aw.

Leur teneur en eau est de 24% environ, les constituants ont une concentration proche du triple de celle du lait, la teneur en saccharose atteint plus de 40% (**VIERLING E., 2003**)

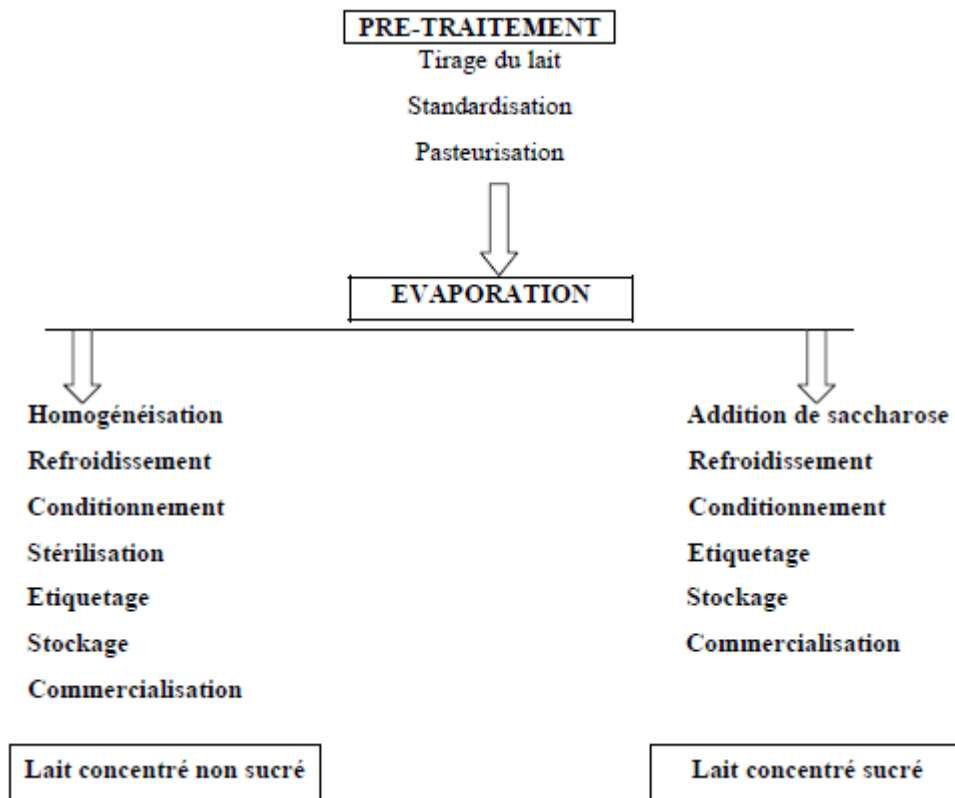


Figure3 : Diagramme de fabrication des laits concentrés (**VIERLING E., 2003**).

I.3.4. Lait aromatisé

(VIERLING E., 1999) rappelle que cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées préparées à l'avance, constituées exclusivement de lait écrémé ou non, sucré ou non, additionné des colorants généralement autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement : abricot, ananas, fraise, prune, cerise, framboise.

Les laits aromatisés peuvent avoir subi l'addition d'agar-agar, alginates, carraghénanes et pectines comme stabilisants. Les laits aromatisés sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT.

Ce sont tous des laits stérilisés auxquels on a ajouté des arômes autorisés (notamment cacao, vanille, fraise) (LESEUR R. et MELIK N., 1999).

I.3.5. Lait fermenté

D'après (FREDOT E., 2006), Les laits fermentés sont des produits fabriqués à partir des laits (écrémés ou non), des laits concentrés ou en poudre (écrémés ou non), ayant subi : la pasteurisation, la stérilisation ou l'ébullition, homogénéisés ou non ;ensemencés par des microorganismes spécifiques.

Parmi les laits fermentés il y a :

- Les yaourts qui sont : nature sucré ou non ; aromatisé ; fruité.
- Les laits caillés.

I.3.6. Lait en poudre

(CLAUDE MICHEL J. *et al.*, 2002) évoque que la production de lait condensé avait débuté dans les années 1860, celle de lait en poudre commença plus tardivement (Industrie laitière).

Les essais de dessiccation de lait entier, demi-écrémé ou écrémé entrepris dans la seconde moitié du XIXe s. avaient donné des produits insatisfaisants à la réhydratation. C'est au début du XXe s. que l'on mit au point des procédés aptes à un usage industriel, dont les plus importants restent aujourd'hui encore l'atomisation et le séchage sur cylindres chauffants, qui réduisent la teneur en eau du lait de 88% à 2-4% (Tableau 7).

Selon la loi sur les aliments et drogues du Canada, les poudres de lait ou « lait secs » sont des produits obtenus par l'élimination du quasi-totalité de l'eau par la chaleur ou le froid. Il

constitue un bon procédé de conservation, les micro-organismes s'y développent difficilement à cause de la teneur en eau faible. Et on répartit les poudres en trois groupes :

La poudre de lait entier, la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé (CLAUDE MICHEL J. *et al.*, 2002).

✚ *Dans la seconde partie qui suit de ce chapitre nous allons nous approfondir d'avantage dans l'étude de la poudre de lait, le types de lait de consommation qui a suscité le plus notre curiosité et retenu notre attention pour ses multiples atouts tels qu'une conservation longue, une préservation des qualités nutritionnelles du lait, une facilité de stockage et de transport, la réduction des coûts, un substitut de qualité, et en plus de ses utilisations diverses.*

Deuxième partie : Les poudres de lait

II.1. Définition de la poudre de lait

Le lait en poudre ou lait sec, désigné réglementairement sous le terme de « lait totalement déshydraté » est le produit solide obtenu directement par l'élimination partielle de l'eau du lait et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdue et le lait devient poudre (ARIE F. *et al.*, 2012). On distingue trois catégories de lait en poudre : entier, partiellement écrémé et totalement écrémé dont la composition est donnée au tableau ci-dessous. Selon cette norme, ils peuvent recevoir des additifs alimentaires (stabilisants, émulsifiants, antiagglomérants) dans certaines conditions. 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, 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 lait en poudre est le produit provenant de la dessiccation de lait entier ou lait écrémé ou de lait partiellement écrémé propre à la consommation humaine, lorsqu'ils sont additionnés à du sucre (saccharose) dans une proportion conforme aux usages, la mention « sucré » est portée sur l'étiquette ou le récipient, toute fois l'expression « en poudre » peut-être remplacé par le mot « sec » suivi ou non d'une mention indiquant le mode de présentation (poudre, granulés paillettes...).

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 à transporter 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 F. *et al.*, 2012).

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

Tableau 3 : Composition des laits en poudre (% m/m) (ARIE F. *et al.*, 2012)

Composants	Lait entier	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé
Matière grasse laitière			
Minimum	26	>105	
Maximum	<40	<26	105
Eau maximum	5	5	5

II.2. Différents types de poudre de lait

Le lait en poudre est un produit solide obtenu directement par l'élimination de l'eau du lait totalement 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, répartis selon leur pourcentage en matière grasse (ARIE F. *et al.*, 2012) :

- **Le lait en poudre riche en matières grasses** ou poudre de lait riche en matières grasses : lait déshydraté contenant, en poids, au moins 24 % de matières grasses.
- **Le lait en poudre entier** ou poudre de lait entier : lait déshydraté contenant, en poids, au moins 26% de matières grasses.

Utilisation :

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.

Le tableau 4, représente la spécification de la qualité supplémentaire de la poudre de lait entier. (Comparaison entre deux références).

Tableau 4 : la composition générale de la poudre de lait entier d'après
(PHILIP M., 2006).

Composants	ADPI ^a	Codex alimentaire
Matière grasse	Min 26.0%,Max 40%	Min 26.0% Max 24%
L'eau	Max 4.5%	Max 5.0%
Protéine		Min 34%
L'acidité titrable	Max 0.15%	Max 18%
Indice de solubilité	Max 1.0 ml	Max 1.0 ml
Particules brulées	Max Disc B (15mg)	Max Disc B

ADPI^a : Américaine Dairy Product Institute pour les spécifications de qualité supplémentaire.

- **Le lait en poudre partiellement écrémé** ou poudre de lait partiellement écrémé : lait déshydraté dont la teneur en matières grasses est, en poids, supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 % en terme de poids.

Le tableau ci-dessous, détermine la composition chimique de la poudre de lait partiellement écrémé.

Tableau 5 : Composition général de la poudre de lait partiellement écrémé d’après (PHILIP M., 2006).

Composants	Pourcentage (%)
Cendre	4.5%
Teneur en matière grasse	Plis de 105% et moins de 26%
Eau	4%
Protéine	30%

- **Le lait en poudre écrémé** ou poudre de lait écrémé : lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1.5% de matières grasses.

Utilisation :

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.

Le tableau suivant détermine la composition du lait en poudre en %, selon :

Tableau 6 : Composition du lait en poudre (%) (CROSSLEY E. L., 1996).

Composition	Constituants (%)					
	Eau	Matière grasse	Lactose	Matières azotées	Matières salines	Matière non grasse
Spray	3.5-4	1-1.5	50-52	34-37	9.5-10	94.5-95.5
Spray26%	2-4	26	35-37	27-29	7.5-8	70-72

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 M., 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 M., 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 M. et HARPER W.J., 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 M. et HARPER W.J., 2003**).

Le tableau 7, donne une classification de la poudre de lait écrémé en fonction de la charge thermique (WPNI).

Tableau 7 : Classification des poudres de lait écrémé selon le WPNI
(CASTRO-MOREL M. et HARPER W.J., 2003)

Classe	WPNI (mg d'N/g de poudre)
Faible température	≥6.0
Température moyen	4.5-5.99
Haut température moyen	1.51-4.49
Haut température	≤1.5

WPNI=whey protein nitrogen index

II.4. Méthode de fabrication du lait en poudre

II.4.1. Diagramme de fabrication

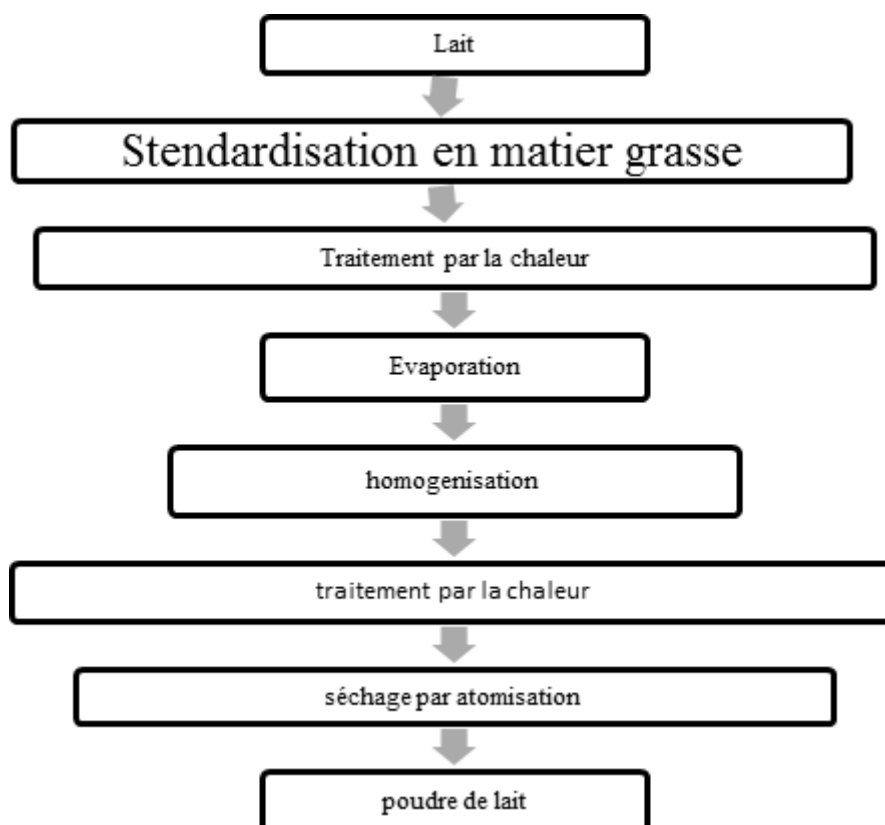


Figure 4 : diagramme de fabrication de lait en poudre (TOURE O., 2001)

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 C., 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 5). 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.

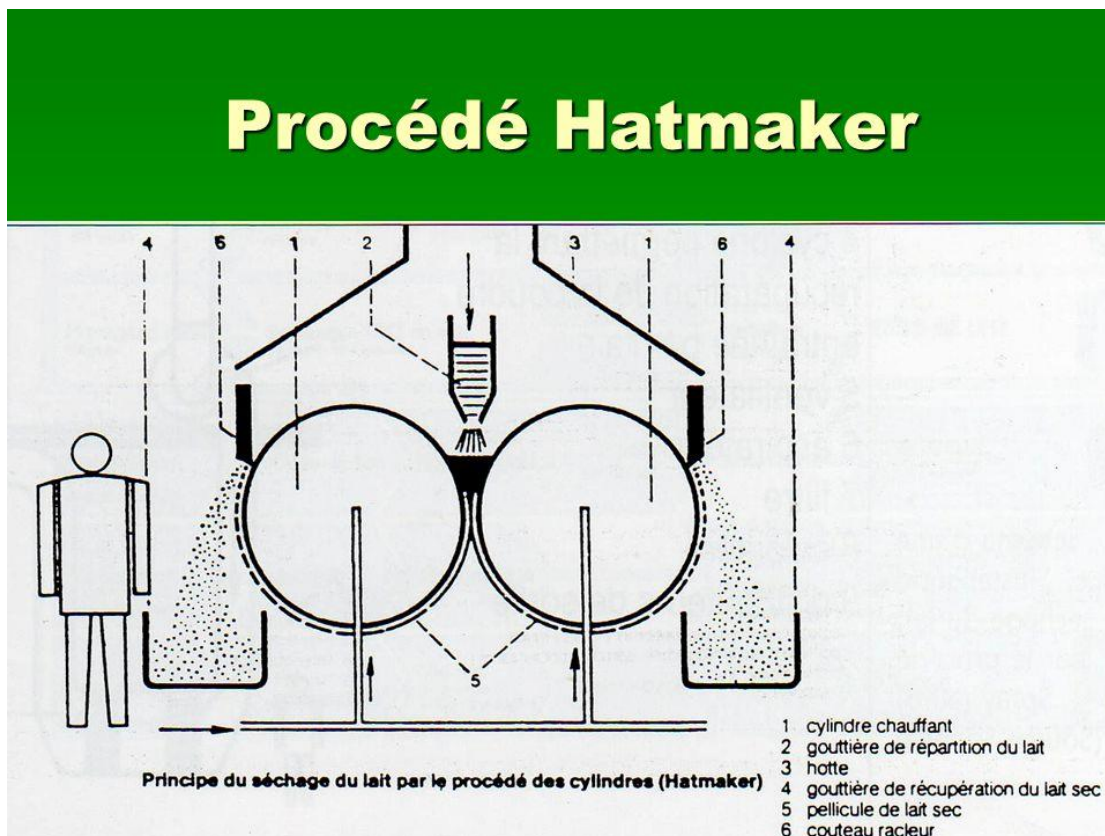


Figure 5 : principe de séchage par le procédé des cylindres (VEISSEYRE R., 1979).

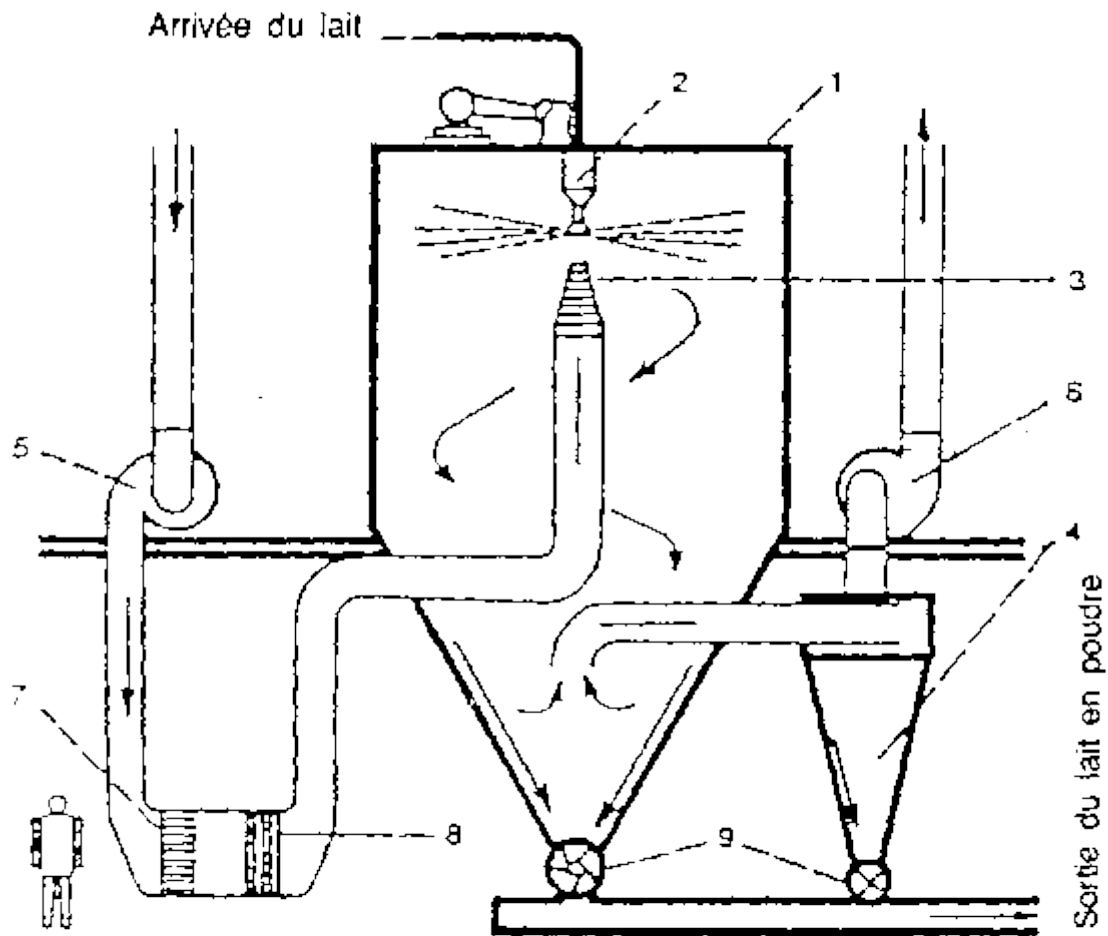
Cet appareil présente plusieurs variantes, notamment en ce qui concerne le nombre des cylindres et l'alimentation en lait. Toutefois, le traitement thermique brutal auquel est toujours soumis le produit entraîne des modifications sensibles de la structure physico-chimique, qui font qu'on utilise de plus 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 S. K., 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 S. K., 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 6).



- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Tour de séchage | 5. Ventilateur |
| 2. Atomiseur | 6. Aspirateur |
| 3. Distributeur d'air chaud | 7. Filtre |
| 4. Cyclone permettant la récupération de la poudre entraînée par l'air | 8. Calorifière |
| | 9. Distributeur de sortie |

Figure 6 : procédé par pulvérisation du lait sec (SPRAY) (KON S. K., 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 S. K., 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 S. K., 1995).

Tableau 8 : Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre (KON S. K., 1995).

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

II.5. Caractéristiques organoleptiques du lait en poudre

II.5.1. Couleur

Elle doit être blanche et légèrement crémeuse.

II.5.2. Odeur

Elle doit être franche.

II.5.3. Saveur

Elle doit être franche.

II.5.4. 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 S. K., 1995**).

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

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

Tableau 9 : Composition chimique des laits entiers (Hatmaker, Spray) et écrémé en poudre (KON S. K., 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.5.5. Mouillabilité

L'aptitude du lait à pénétrer facilement dans l'eau.

II.5.6. Solubilité

L'aptitude du lait à être dissous ou dispersé dans l'eau (KON S. K., 1995).

II.6. 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.6.1. 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 M. *et al.*, 2010).

II.6.2. 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 M. *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 AL. *et al.*, 2003).

II.6.3. 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 M. *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.6.4. 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 M.F.I. et al., 2012**).

II.6.5. 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 M.F.I. et al., 2012**).

II.6.6. 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 tensio-actifs 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 MA., 2003**).

II.7. Caractéristiques microbiologiques des laits secs

L'importance de la destruction bactérienne au cours du séchage dépend du genre de micro-organisme 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.7.1. 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 :

- Des bactéries (*Micrococcus*, *Bacillus*...) ;
- Des levures (*Candida*...) ;
- Des moisissures (*Aspergillus*, *Penicillium*...) (BOURGEOIS C. M. et LEVEAU J. M., 1991).

II.7.2. 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.

- 1- La mélamine est donc un produit chimique utilisé dans la fabrication des colles et de plastiques (**BOURGEOIS C. M. et LEVEAU J. M., 1991**).

II.7.2.1. 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 :

- Des taux importants de staphylocoques sont nécessaires pour produire suffisamment de toxines ;
- Le lait a besoin d'être maintenu à une température supérieure à 28°C pendant 24 heures pour une production suffisante de toxine ;
- La toxine de contamination est fréquemment diluée dans le volume ;
- 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.7.2.2. 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 C. M. et LEVEAU J. M., 1991**).

Le nombre de salmonelles dans les laits en poudre qui peuvent être à l'origine de toxi-infection 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**).

II.8. Caractères d'un bon lait en poudre

Le lait sec doit être de qualité physico-chimique et microbiologique irréprochables, pour jouer pleinement son rôle dans l'alimentation.

Les qualités d'un bon lait sec sont les suivantes :

- Aptitude à la reconstitution de façon à obtenir facilement un liquide homogène exempt de particules macroscopiques. Elle est sous la dépendance des propriétés de mouillabilité et de solubilité ;
- Absence des saveurs anormales (goût de cuit, de brûlé, de rance, etc.) ;
- Absence de germes pathogènes (salmonelles, staphylocoques), de toxines et de micro-organismes capables de nuire à sa conservation ou à son utilisation ;
- Absence de substances anormales (antibiotiques) et de résidus divers provenant des conditions de production, de récolte et de conservation du lait ;
- Absence de modification de la structure et de la composition physico-chimique pouvant nuire à sa valeur nutritionnelle et de ses aptitudes technologiques.

Ces qualités dépendent de la qualité du lait cru mis en œuvre, du traitement thermique du lait, de la méthode de concentration, de séchage et des conditions de stockage (**BOURGEOIS C. M. et LEVEAU J. M., 1991**).

II.9. Importance économique de la poudre de lait dans le monde et en Algérie :

II.9.1. La poudre de lait dans le monde :

L'économie laitière mondiale entre dans une décennie de prix relativement élevés, de demande soutenue de lait et de produits laitiers, mais aussi des élévations des coûts de production et, peut-être, de nouvelle instabilité des marchés. La période des perspectives démarre sous les auspices de troubles géopolitiques en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, des retombées incertaines de la tragédie où un tremblement de terre a plongé le Japon et de l'accommodation de l'économie mondiale à l'élévation des coûts de l'énergie (**M.I.A.A.,**

2015). La vigueur des marchés des produits laitiers peut sans doute être attribuée en grande partie à la fois à la forte demande qui prévaut en Russie et dans le Sud-est asiatique, et aux disponibilités réduites en Océanie. Les importations de lait en poudre de la Chine ont explosé, stimulées par l'augmentation des revenus mais aussi par les problèmes de sécurité des aliments mis en relief par les incidents relatifs au lait frelaté (**M.I.A.A., 2015**).

D'après l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), une forte élévation en 2007, une chute spectaculaire en 2008, puis un brusque rebond en 2009, les prix internationaux des produits laitiers se sont à peu près stabilisés à un niveau élevé pendant la majeure partie de 2010. Ils ont enregistré une vive poussée vers la fin de l'année et début 2011.

D'après l'OCDE, il y'a eu une augmentation de la production mondiale du lait d'environ 121 million de tonnes, La production de poudre de lait a augmenté de façon substantielle à l'échelle mondiale ces dernières années. On a constaté une venue ces dernières années de **pays d'Océanie** (Nouvelle-Zélande et Australie), avec d'autre pays tels que **le Brésil** qui devient l'un des producteurs très important de poudre de lait. **La Chine**, aussi a rapidement augmenté sa production annuelle. Elle arrive à 800 000 tonne, l'équivalent de la sortie des puis UE-15 (**PHILIP M., 2006**).

L'augmentation de la production mondiale de lait écrémé en poudre devrait être imputable en majeure partie à la Nouvelle- Zélande (33 %), aux États-Unis (24 %) et à l'Inde (18 %). S'agissant de ce dernier produit, la progression est fortement ralentie par la baisse de la production dans l'Union européenne, qui devrait céder aux États-Unis la tête du classement mondial des producteurs, Les importations de lait en poudre de la Chine ont augmenté, stimulées par la hausse des revenus mais aussi par les problèmes de sécurité des aliments mis en relief par les incidents relatifs au lait frelaté.

Venant s'ajouter aux autres facteurs qui influent sur les prix, la forte augmentation des prix des céréales et de l'énergie a mis sous tension les coûts de l'alimentation du bétail et a freiné l'accroissement de l'offre (**PHILIP M., 2006**).

Selon le ministère de l'Agriculture Etats-Unis (2012), La Chine devrait rester le principal producteur de lait entier en poudre et produire plus d'un quart du volume total. D'après les projections, la production de lait entier en poudre va augmenter en Nouvelle-Zélande, consécutivement à la hausse de la production laitière du pays. La Chine et la Nouvelle-Zélande représentent à elles deux les deux tiers de l'augmentation totale de la production de lait entier en poudre.

Les tableaux 10 et 11 ci-dessous, représentent le taux de production mondiale de deux types de poudre de lait à savoir la poudre de lait écrémé et la poudre de lait entière.

Tableau 10 : la production mondiale de la poudre de lait écrémé dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes. D'après (M.I.A.A., 2015).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013(p)
Amérique du nord						
Canada	90	83	72	76	86	82
Mexique	24	25	13	13	12	13
Etat unis	859	786	824	889	965	930
Total	973	894	909	978	1063	1025
Amérique du sud						
Argentine	25	33	35	39	40	41
Brazil	128	125	130	132	141	146
Total	153	158	165	171	181	187
Union Européen-27 (Union soviétique)						
Russie	120	70	42	57	55	70
Ukraine	65	51	53	43	48	50
Total	185	121	95	100	103	120
Asie						
Chine	53	54	55	56	57	58
Inde	345	360	380	430	450	455
Japon	158	167	156	137	140	140
Corée	20	15	10	4	4	5
Total	576	596	601	627	651	658
Océanie						
Australie	177	203	222	230	235	235
Nouvelle Zélande	252	385	344	366	386	380
Total	429	588	566	596	621	615
TOTAL des pays Sélectionnée	3296	3437	3396	3652	3889	3895

Tableau 11 : la production mondiale de la poudre de lait entière dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes. D'après (M.I.A.A., 2015).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013(p)
Amérique du nord						
Etat Unis	23	27	32	30		
Total	23	27	32	30	26	25
Amérique du sud						
Argentine	200	210	210	309	318	329
Brésil	572	473	500	515	531	549
Chili	80	55	63	73	69	69
Total	852	738	773	897	918	947
Union Européen -27 (Union soviétique)	840	790	780	685	660	660
Russie	95	50	40	70	65	65
Ukraine	30	16	15	10	11	11
Total	125	66	55	80	76	76
Asie						
Chine	1120	977	1030	1100	1155	1210
Indonésie	48	56	62	66	70	74
Taiwan	2					
Total	1170	1033	1092	1166	1225	1284
Océanie						
Australie	142	137	147	148	140	145
Nouvelle Zélande	677	768	947	1141	1250	1270
Total	819	905	1094	1289	1390	1415
Total des pas sélectionné	3829	3559	3829	4147	4295	4407

En règle générale, la majeure partie de l'UE-27 expéditions du lait entier en poudre aller à l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, mais les destinations des exportations de lait entier en poudre des destinations clés comme l'Algérie et le Nigeria en 2012 ont été à la traîne par rapport à l'année dernière. En Argentine, les exportations pour 2013 devraient augmenter de 3 % à 239.000 tonnes. Ces dernières années, environ 70 % de l'Argentine WMP a été expédié au Venezuela, au Brésil et en Algérie (M.I.A.A., 2015).

En revanche, Les tableaux ci-dessous 12 et 13 représentent, le taux de consommations de deux types de poudre de lait à savoir la poudre de lait écrémé et la poudre de lait entière.

Tableau 12 : la consommation mondiale de la poudre de lait écrémé dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes d'après (M.I.A.A., 2015).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013(p)
Amérique du nord						
Canada	62	84	72	70	76	71
Mexique	176	190	168	207	237	238
Etat unis	454	568	434	444	530	486
Total	692	842	674	721	843	795
Amérique du sud						
Argentine	9	17	18	19	21	22
Brazil	134	135	144	163	170	176
Total	143	152	162	182	191	198
Union Européen-27 (Union soviétique)						
Russie	180	175	159	128	125	140
Ukraine	21	32	41	23	29	30
Total	201	207	200	151	154	170
Asie						
Chine	107	124	144	186	252	288
Inde	310	355	390	410	425	465
Indonésie	156	172	184	197	205	210
Japon	170	152	162	157	152	150
Corée	26	25	21	38	24	30
Philippine	64	89	97	92	95	95
Total	834	917	998	1080	1153	1238
Océanie						
Australie	49	50	51	68	70	71
Nouvelle Zélande	1	1	3	3	3	4
Total	50	51	54	71	73	75
TOTAL des pays Sélectionnée	2728	2765	2837	3012	3149	3211

Tableau 13 : la consommation mondiale de la poudre de lait entière dans les 6 dernières années en 1.000 tonnes (M.I.A.A., 2015).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013(p)
Amérique du nord						
Etat unis	14	35	29	27	19	23
Total	14	35	29	27	19	23
Amérique du sud						
Argentine	75	54	75	89	91	92
Brazil	512	517	532	569	585	603
Total	587	571	607	658	676	695
Union Européen-27 (Union soviétique)						
Russie	130	71	79	88	81	81
Ukraine	9	12	9	9	10	10
Total	139	83	88	97	91	91

Asie						
Chine	954	1064	1373	1433	1493	1613
Inde	91	106	112	118	126	128
Japon	9	9	10	6	10	11
Corée	18	28	26	32	30	31
Total	27	1207	1521	1589	1659	1783
Océanie						
Australie	27	28	45	40	42	41
Nouvelle Zélande	1	1	1	2	2	2
Total	28	29	46	42	44	43
TOTAL des pays Sélectionnée0	2356	2427	2790	2887	2932	3090

II.9.2. La poudre de lait en Algérie :

Le directeur de l'office interprofessionnel du lait (ONIL), a annoncé que l'Algérie n'est pas uniquement un gros importateur de céréales, mais aussi le deuxième importateur de poudre de lait au monde, elle talonne la Chine surclasse l'Inde qui compte plus d'un milliard d'habitants. Les importations de poudre de lait ont atteint 800 millions de dollars en 2010, pour l'année 2012, 40 milliards de dinars (571 millions de dollars) ont été consentis comme subvention du lait.

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%.

Le document d'Unifrance note que "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. La suppression progressive entre 2004 et 2008 des restitutions communautaires sur les produits laitiers a entraîné une importante hausse des prix dans ces trois pays, ralentissant logiquement leurs exportations vers l'Algérie qui s'est alors tournée vers des pays tiers et notamment l'Ukraine, la Nouvelle-Zélande et les Etats-Unis".

En 2011, l'Algérie a confirmé que l'Algérie a importé 800 millions de dollars en 2011. Les importations algériennes de la poudre de lait ont atteint 48 316 tonnes lors de trois premiers mois de 2012, contre 90 784 lors de même période de l'année précédente. Les importations de lait de transformation ont reculé de 46,78% par rapport à 2011.

En 2012, le responsable des statistiques et de la production auprès du ministère énonce que, les importations de la poudre de lait ont nettement reculé lors du 1^{er} semestre de cette année, cela est dû à l'amélioration de la production nationale du lait et de la collecte du lait cru ont

largement contribué à cette baisse des importations de la poudre de lait durant les six premiers mois pour 2012. (M.I.A.A., 2015).

➤ L'industrie du lait en Algérie

L'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb, avec une consommation de l'ordre de 140 l/habitant/an. Sur la consommation totale, qui est d'environ 5,5 Md de litres équivalent lait, environ 3 Md de litres proviennent de l'importation (M.I.A.A., 2015).

L'Algérie importe 260 à 300 000 t de poudre par an, pour une valeur de 800 à 900 M EUR, ce qui en fait le 2^e ou 3^e importateur mondial de poudre de lait. La production nationale de lait de vache est de l'ordre 2,4 Md l/ an mais seulement 0,9 Md l sont collectés pour l'industrie. C'est-à-dire que le lait produit en Algérie représente moins de 30% des besoins de l'industrie. L'industrie transforme environ 3,4 Md de litres, dont 1,6 Md pour la production de lait liquide et 0,8 Md pour la production de yaourts, desserts et laits fermentés. *Le lait instantané en poudre (40 000 t par an) et les laits infantiles (15 000 t par an)* Il existe un marché du lait en poudre (surtout en boîtes de 500g) : Gloria, Loya, Celia, Novilait, Nespray, Candia,...Etc. L'Algérie ne produit pas mais conditionne sur place (M.I.A.A., 2015).

Chapitre 2

« *Expérimentation et discussions
des résultats* »

« *Je ne connais aucune exception à cette règle, qu'il est moins
couteux d'acheter son lait que d'avoir une vache* »

Samuel Butler



Introduction

En Algérie, la production du lait en poudre est fortement développée. Actuellement il existe 71 laiteries localisées au niveau des trois principales régions du pays (Est, centre et ouest). Le lait en poudre doit répondre à des critères de qualité stricts et contrôlés en permanence. Dans les pays développés, le lait en poudre est payé à la qualité (qualité physico-chimique, qualité microbiologique et qualité hygiénique).

L'objectif général de notre travail c'est l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique d'une marque de lait en poudre fabriqué et commercialisé en Algérien.

Observation :

❖ La stérilisation du matériel de prélèvement :

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

Pour cela le matériel doit être :

- Lavé à l'eau courante pour éliminer les traces des précédents prélèvements,
- Puis brossé, lavé à l'eau contenant une solution détergente (hypochlorite de sodium),
- Rincé à l'eau de robinet et finalement par l'eau distillée,
- Après séchage le matériel sera stérilisé dans un auto clave à l'air humide à 134° C.

Première partie : Analyse microbiologique de la poudre du lait

Objectif :

Le lait en poudre est un produit très riche en éléments nutritifs qui peuvent favoriser la croissance de divers micro-organismes surtout dans le cas où l'hygiène et les conditions de fabrication, ainsi que celles du conditionnement ne sont pas respectées c'est pour cette raison qu'on réalise des analyses de contrôle de la qualité de la poudre du lait avant la reconstitution.

Dans cette partie on s'intéresse à l'évaluation de la qualité microbiologique du lait en poudre. D'une manière spécifique il s'agira de rechercher et de dénombrer des espèces bactériennes présentes dans produit laitier « Poudre de lait ».

I. Matériels et méthodes (voir Annexe 1)

- **Différents matériels utilisés pour les analyses microbiologiques**
- **Différents milieux de cultures utilisés pour les analyses microbiologiques**

II. Echantillonnage

Introduire et diluer aseptiquement 25 g de l'échantillon du produit laitier « Poudre de lait », qui constitue l'unité d'analyse dans un sachet stérile, contenant au préalable 225 ml de dilution **EPT (Eau Peptonée Tamponnée)**, qui va permettre de revitaliser les micro-organismes présents. On scelle ensuite ce sachet pour qu'il puisse être utilisé dans le stomacker. Cet appareil, par une action mécanique, va assurer le broyage et l'homogénéisation, afin d'obtenir une solution mère à la dilution 10^{-1} par rapport au produit de départ.

III. Les germes recherchés pour cette denrée et leurs dénombrements

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 totale ;
 - ➡ Les coliformes totaux ;
 - ➡ Les coliformes fécaux ;
 - ➡ Les *Staphylococcus aureus* ;
 - ➡ Les *Clostridium* ;
- Les micro-organismes qui altèrent la qualité marchande du produit :
 - ➡ Levure et moisissures.
- Les bactéries responsables des intoxications alimentaires :
 - ➡ Les *Salmonelles*.

III.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale :

III.1.1. 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.

III.1.2. Principe

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

III.1.3. 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 ;
- A partir du mélange préparé (dilution 10^{-1}) préparer lors de l'échantillonnage citer plus haut, prendre aseptiquement 1 ml et le mettre dans une boîte de pétrie vide préparée à cet usage ;
- Compléter ensuite avec environ 15ml de gélose PCA fondue puis refroidie à 47°C ;
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose ;
- Laisser solidifier sur paillasse ;
- La boîte sera incubée à 30°C pendant 72h.

III.1.4. Sélection et numération des colonies

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

III.2. Dénombrement des Coliformes totaux

III.2.1. 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).

III.2.2. 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.

III.2.3. Mode opératoire

- Porter aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-1} , à mettre dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage, et recouvrir par la suite avec 15 à 20 ml de la gélose **VRBL** préalablement liquéfié et refroidit à $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- Faire ensuite des mouvements circulaires de va et de vient en forme de « 8 » pour homogénéiser le tout ;
- Laisser solidifier le mélange sur une paillasse ;
 - ➔ Une fois le milieu est solidifié, couler à nouveau environ 4 à 5 ml de la même gélose : cette double couche a pour rôle de protéger contre les diverses contaminations ;
- Laisser solidifier à nouveau ;
- La boîte est incubée, couvercle en bas pendant 24 h à 30°C pour la recherche des coliformes totaux ;
- La recherche des coliformes totaux se fait donc par la méthode d'ensemencement en profondeur double couche : on met le volume de solution nécessaire dans la boîte de pétri, puis on le recouvre de milieu de culture **VRBL**, après que la gélose soit à peu près solide on rajoute une seconde couche de gélose. Cette méthode a pour but d'éviter que les colonies s'étalent. Ce qui permet un meilleur dénombrement.

III.2.4. 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 due à la précipitation de la bile.
- ✓ Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes / ml du produit.

III.3. Dénombrement des Coliformes fécaux :

III.3.1. 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.

III.3.2. 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.

III.3.3. Mode opératoire

- L'opération s'effectue à proximité d'une flamme ;
- Porter aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-1} , à mettre dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage, et recouvrir par la suite avec 15 à 20 ml de la gélose **VRBL** préalablement liquéfié et refroidit à $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- Faire ensuite des mouvements circulaires de va et de vient en forme de « 8 » pour homogénéiser le tout ;
- Laisser solidifier le mélange sur une paillasse ;
 - ➔ Une fois le milieu est solidifié, couler à nouveau environ 4 à 5 ml de la même gélose : cette double couche a pour rôle de protéger contre les diverses contaminations ;

- Laisser solidifier à nouveau ;
- La boîte est incubée, couvercle en bas pendant 24 h à 44°C pour la recherche des coliformes fécaux ;
- La recherche des coliformes fécaux se fait donc par la méthode d'ensemencement en profondeur double couche : on met le volume de solution nécessaire dans la boîte de pétri, puis on le recouvre de milieu de culture **VRBL**, après que la gélose soit à peu près solide on rajoute une seconde couche de gélose. Cette méthode a pour but d'éviter que les colonies s'étalent. Ce qui permet un meilleur dénombrement.

III.3.4. 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 due à la précipitation de la bile.**
- ✓ **Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes / ml du produit.**

III.4. Dénombrement des *Staphylococcus aureus* :

III.4.1. Rappel

Staphylococcus aureus est une Cocci Gram positif, catalase positive, ce dernier a un diamètre d'environ 0,5 à 1,5 µm, non sporulé, immobile et facultativement anaérobique, qui fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau.

Staphylococcus aureus est une bactérie à l'origine de nombreuses infections ou intoxications alimentaires.

III.4.2. Principe

Avec la dilution initiale 10^{-1} , on ensemence en surface de gélose Baird Parker pré coulée en boîte de pétri à l'avance.

Après une incubation de 48 h à 37 °C, les colonies caractéristiques et / ou non caractéristiques apparues sont dénombrées dans le produit laitier « Poudre de lait ».

III.4.3. Mode opératoire

Par cette méthode, les *Staphylococcus aureus* font l'objet d'une recherche et dénombrement sur le milieu Baird Parker.

- Sécher la boîte de gélose dans une étuve à $46\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ jusqu'à disparition complète des gouttelettes à la surface du milieu (couvercle enlevé et surface de la gélose tournée vers le bas) ;
- Homogénéiser la dilution décimale 10^{-1} avant inoculation à la surface de la boîte gélosée ;
- Déposer ensuite 0.1 ml, de la suspension mère réalisée préalablement (dilution décimale 10^{-1}), à la surface de la gélose Baird Parker ;
- Étaler, par la suite, soigneusement la dilution, et le plus rapidement possible sans toucher les bords de la boîte à l'aide d'une pipette stérile (pipette râteau) ;
- Laisser la boîte, couvercle fermé, pendant 15 minutes à température ambiante ;
- Incuber à l'étuve pendant 48 h à 37 °C ;
- La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait donc par la méthode d'ensemencement en surface où son principe est de couler déjà le milieu qu'on laisse refroidir, puis d'étaler la solution à l'aide d'un étaleur stérile, comme il l'a été soigneusement explicité précédemment.

III.4.4. Sélection et numération des colonies

- ✓ **Les colonies caractéristiques après 48 h d'incubation sont noires ou grises, brillantes et convexes dont le diamètre est au minimum de 1 mm et au maximum la boîte contient moins de 10^2 de colonies caractéristiques et / ou non caractéristiques selon la norme, alors cette dernière est retenue de 2.5 mm entourées d'un halo d'éclaircissement et de précipitation.**
- ✓ **Les colonies non caractéristiques après 48 h d'incubation sont noires et brillantes avec ou sans bord blanc étroit avec des halos d'éclaircissement et de précipitation absents ou à peine visibles. Elles peuvent être grises dépourvues de zone claire.**

III.5. Dénombrement de Clostridium

III.5.1. Rappel

Ce sont des germes qui se développent sans oxygène (anaérobie) qui résistent à la cuisson en sporulant, appartenant à la famille des Bacillacées.

III.5.2. Principe

La recherche des *Clostridium* est basée pour la plupart des milieux sur une croissance dans de milieu contenant du sulfite de sodium, et sur leur pouvoir de réduire le sulfite de sodium et de donner en présence de fer du sulfure de fer, d'où une coloration noire.

III.5.3. Mode opératoire

- Introduire dans un tube stérile 1 ml de la solution mère (dilution 10^{-1} de l'échantillonnage) ;
- On remplit le reste de tube avec la gélose TSN et on le ferme bien ;
- Incuber à 46°C pendant 24h ;
- La recherche des *Clostridium* se fait donc par la méthode d'ensemencement en profondeur.

III.5.4. Sélection et numération des colonies

Les *Clostridium* se développent sous forme de grosses colonies noires dues à la réduction des sulfites qui se précipitent avec les ions de fer, chaque colonie noire est issue d'une spore. On détermine le nombre de spores dans le produit.

III.6. Dénombrement des Levures et moisissures :

III.6.1. Rappel

Les moisissures et les levures, regroupées sous le nom de « Mycètes » ou « Champignons », forment comme les bactéries, un groupe imposant de micro-organismes.

Comme les bactéries, les mycètes sont présent un peu partout, on en rencontre dans le sol et les substances organiques en décompositions, dans l'eau, dans l'air qui véhicule de grandes quantités de spores, dans les aliments comme le lait où dans ce dernier, ils peuvent causer de graves conséquences fatales et nuisibles à la santé des humains.

La température joue un rôle primordial dans la croissance de ces mycètes, la plupart se développent entre 15 et 30 °C. Leur croissance est habituellement stoppée ou ralentie par la réfrigération.

III.6.2. Principe

Le dénombrement des levures et moisissures repose sur l'emploi de milieux de culture rendus sélectifs soit par acidification (pH=3,5 et pH=4,5) soit par addition d'antibiotiques (terramycine chloramphénicol).

III.6.3. Mode opératoire

- Introduire dans une boîte de pétri 1ml de la solution mère 10^{-1} ;
- Couler ensuite, le milieu Gélose **SAB-CH** préalablement préparé dans des boîtes de pétris ;
- Incuber à 30°C pendant 72h ;
- La recherche des Levures et moisissures se fait donc par la méthode d'ensemencement en profondeur.

III.6.4. Sélection et numération des colonies

- ✓ **Retenir pour le comptage de la boîte si elle contient moins de 150 colonies ;**
- ✓ **Levures : elles peuvent avoir des bords réguliers, ou irréguliers des formes convexes ou plates, et sont pigmentées souvent opaque.**
- ✓ **Moisissures : colonies toujours pigmentées, à l'aspect velouté plus ou moins proéminent.**

III.7. Dénombrement des Salmonelles :

III.7.1. Rappel

Ce sont des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles à gram négatif et qui se développent à une température de 37°C de 24 à 72h sur milieu Hektoen, formant de petites colonies, pigmentées en vert ou en bleu vert.

III.7.2. Principe

Du fait de leur rareté, il s'applique un processus de revivification et de multiplication, correspondant à un enrichissement voire un pré enrichissement de cellules. Ces opérations sont suivies d'isolements sur divers milieux gélosés sélectifs.

III.7.3. Mode opératoire

1) Pré enrichissement non sélectif :

Cette première étape consiste à :

- Prélever un fragment de « Poudre de lait » de 25g, avec une sonde stérile, qui constitue l'unité d'analyse, placer en suite ce dernier, dans un mélangeur (sachet stérilisé stomacker) avec 225ml d'**EPT**, et bien homogénéiser ;
- Laisser à température ambiante pendant 1h ;
- Incuber à 37°C pendant 18h.

2) Enrichissement sélectif :

Cette seconde étape consiste à :

- Prélever 0.1 ml de l'échantillon c.-à-d. du milieu de pré enrichissement incubé à l'aide d'une pipette stérile, et l'introduire dans un tube contenant 10 ml de bouillant de RAPPAPORT ;
- Homogénéiser la solution à l'aide d'un vortex ;
- Incuber le tube à 37°C pendant 24h.

3) Isolement

Cette troisième étape consiste à :

- Mettre dans une boîte de pétrie l'échantillon (Rappaport + 0.1 ml échantillon : du milieu d'enrichissement) à l'aide d'une lance de platine, contenant la gélose **HEKTEON** ;
- Prélever avec une pipette pasteur une goutte de l'échantillon et ensemercer par technique de strie ;
- Incuber à 37°C pendant 24h ;
- La recherche des *Salmoncloelles* se fait donc par la méthode d'ensemencement en surface c.-à-d. en strie comme il vient d'être cité préalablement.

III.7.4. Sélection et numération des colonies

- ✓ **Soumettre à l'épreuve biochimique un nombre suffisant de colonies caractéristiques, colonies transparentes à centre noir.**

Deuxième partie : Analyse physico-chimique de « Poudre de lait »

Objectif :

Les 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).

Notre analyse physico-chimique est basée sur la détermination de l'humidité, la densité, l'acidité lactique, la teneur en matière grasse, ainsi que, la mesure du pH.

- **Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques (voir Annexe 2)**

I. Détermination de la teneur en eau (Humidité) : Méthode par étuvage

I.1. Définition

L'humidité de la poudre de lait est le pourcentage en masse d'échantillon.

I.2. Principe

Dessiccation de la poudre de lait à 100C° plus ou moins 2C° et pesée du résidu.

I.3. Mode opératoire

- Placer la capsule dans une étuve à dessiccation pendant 30 min, à une température de 100C° plus ou moins 2C°. Couvrir la capsule et la placer dans le dessiccateur, laisser refroidir la boîte à la température ambiante et la peser ;
- Introduire 5g de la poudre de lait dans la capsule et peser rapidement ;
- Placer ensuite, la capsule sans couvercle dans l'étuve à 100°C pendant 2 h, puis la capsule avec son couvercle dans le dessiccateur pour environ 1 h, laisser refroidir à T° ambiante et la peser ;
- Mettre la boîte ouverte et son couvercle dans l'étuve pendant encore une heure, et laisser refroidir à T° ambiante, puis la peser de nouveau ;

Répéter l'opération jusqu'à ce que les pesées successives ne révélant pas un écart de plus de 0,0005g. La dessiccation est généralement terminée après les 2 premières heures.

1.4. Expression des résultats

- Mode de calcul :

Le teneur en eau est donné par la formule suivante :

$$HT = (m_1 - m) / (m_1 - m_0) \times 100$$

m_0 : est la masse en grammes de la capsule vide ;

m_1 : est la masse en grammes de la capsule avec la prise d'essai avant séchage;

m : est la masse en grammes de la capsule avec la prise d'essai après séchage.

II. Détermination de la densité

II.1. Définition

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau.

II.2. Principe

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

II.3. 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.

II.4. 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).

III. Détermination De l'acidité lactique de la poudre de lait

III.1. Définition

L'acidité du lait est la sommation de l'acidité d'un certain de ces composants tels que : la Caséine; les substances minérales et les acides organiques, les réactions secondaires des phosphates, et l'acide lactique ainsi d'autres acides résultantes de l'activité microbienne. Elle est déterminée par titrage de l'acide lactique.

III.2. Principe

Titration de l'acidité par une solution alcaline en présence de phénolphtaléine.

III.3. Mode opératoire

- Dans un bêcher de 100ml, peser 1g de l'échantillon.
- Ajouter lentement 9ml d'eau distillée, en agitant le bêcher.
- Bien mélanger à l'aide d'une baguette en verre (qui servira pendant le titrage) jusqu'à complète dispersion de prise d'essai.
- Laisser refroidir pendant une vingtaine de minutes.
- Ajouter 1ml (entre 5 à 10 gouttes) d'indicateur coloré de phénolphtaléine 1 %,
- Titrer la solution avec une solution sodique d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) (1 ml/l) jusqu'à apparition d'une coloration rose pâle persistante (pendant 30 secondes).

III.4. Expression des résultats :

L'acidité lactique est calculée selon la formule suivante :

$$A=10(V/V') \text{ (g/l)}$$

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 tétrable en degrés DORNIC ($^{\circ}$ D), la valeur de A est multipliée par 10.

IV. Détermination de la teneur en matière grasse

IV.1. Définition

La méthode est basée sur la méthode acido-Butyrométrique de Van Gulik.

IV.2. Principe :

Après dissolution des protéines de la poudre de lait 1g par addition d'acide sulfurique 10 ml, la matière grasse a été séparée par centrifugation dans un butyromètre de Van Gulik. Cette séparation est favorisée par addition d'une petite quantité d'alcool isomylique 1 ml. La matière grasse est obtenue, en gramme par 100 grammes de poudre de lait, par lecture directe sur l'échelle du butyromètre, si aucune correction n'est nécessaire.

IV.3. Mode opératoire :

1 g de l'échantillon émietté est introduit dans des godets en verre préalablement tarés. L'acide sulfurique (masse volumique = 1.522 g/ml) est par la suite ajouté par l'ouverture de la tige du butyromètre (en prenant soin de ne pas mouiller son col jusqu'à ce que son niveau dépasse le godet de 2 mm environ).

Le butyromètre, le col en bas, est placé pendant 10 mn dans un bain-marie à $65 \pm 2^{\circ}\text{C}$, et ensuite retiré du bain en position verticale, le col en bas.

Il est par la suite agité énergiquement suivant le plan horizontal pendant 10 secondes en évitant que les particules de la poudre ne pénètrent dans sa tige. Ce dernier est placé de nouveau dans le bain-marie chaud et cette opération est répétée plusieurs fois jusqu'à dissolution complète de la prise d'essai (1h).

Une fois que le butyromètre est retiré du bain marie, on introduit 1 ml d'alcool isoamylique à l'aide d'une pipette. L'acide sulfurique dilué, est ajouté par la suite jusqu'au trait de 35 de la graduation. Le butyromètre, col en bas, est bouché et placé de nouveau dans le bain-marie chaud pendant 5 mn.

Après 5 mn de centrifugation, le bouchon est retiré du bain, le bouchon du butyromètre est ajusté de façon à faire coïncider le plan inférieur de la matière grasse avec une division principale de l'échelle graduée.

La lecture doit être effectuée en 10 secondes, sinon le butyromètre est replongé dans le bain d'eau pendant 5 mn pour une seconde lecture.

IV.4. Expression des résultats :

La teneur en matière grasse (MG), exprimé en gramme pour cent gramme de poudre de lait est donnée par la formule suivante :

$$\text{MG (\%)} = \text{B-A}$$

Avec :

A : la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de MG ;

B : la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de MG.

V. Détermination de pH

V.1. Définition :

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité. On détermine le pH à l'aide de pH-mètre. L'électrode de référence pour la mesure de la concentration en ions H⁺ (donc du pH) est l'électrode à l'hydrogène. Celle-ci en platine, spécialement traitée est immergée dans la solution dont le pH doit être mesuré.

V.2. Mode opératoire :

Le pH est mesuré à l'aide d'une électrode combinée, placée 30 s au contact d'un broyat de 1g de poudre de lait dans 9 ml d'eau distillée.

Troisième partie : Résultats obtenues de l'analyse microbiologique et physico-chimique de « Poudre de lait »

I. Résultats obtenues de l'analyse microbiologique du de « Poudre de lait »

Tableau 15 : Résultats obtenues de l'analyse microbiologique du « lait en poudre »

<i>Bactérie</i>	<i>Milieu de culture</i>	<i>T° d'incubation</i>	<i>Temps d'incubation</i>	<i>Résultats</i>	<i>Norme</i>	<i>Référence</i>
F.M.A.T	<i>P.C.A</i>	<i>30°C</i>	<i>72h</i>	<i>Négative (-) ABS</i>	<i>3.10⁵</i>	Journal officiel N°5 27 mai 1998
Coliformes totaux	<i>V.R.B.L</i>	<i>30°C</i>	<i>24h</i>	<i>Négative (-) ABS</i>	<i>10²</i>	Journal officiel N°5 27 mai 1998
Coliforme Fécaux	<i>V.R.B.L</i>	<i>44°C</i>	<i>24h</i>	<i>Négative (-) ABS</i>	<i>10</i>	Journal officiel N°5 27 mai 1998
Staphylococcus Aureus	<i>Baird Parker</i>	<i>37°C</i>	<i>48h</i>	<i>Négative (-) ABS</i>	<i>10²</i>	Journal officiel N°5 27 mai 1998
Clostridium	<i>T.S.N</i>	<i>46°C</i>	<i>24h</i>	<i>Négative (-) ABS</i>	<i>30</i>	Journal officiel N°5 27 mai 1998
Levure et moisissure	<i>SAB-CH</i>	<i>30°C</i>	<i>72h</i>	<i>Négative (-) ABS</i>	<i>9001</i>	Journal officiel N°5 27 mai 1998
Salmonelles	<i>E.P.T</i> <i>RAPPAPORT</i> <i>HEKTEON</i>	<i>37°C</i> <i>37°C</i> <i>37°C</i>	<i>18h</i> <i>24h</i> <i>24h</i>	<i>Négative (-) ABS</i>	<i>Abs</i>	Journal officiel N°5 27 mai 1998

II. Résultats obtenues de l'analyse physico-chimique du « lait en poudre »

II.1. Résultat de la teneur en eau (Humidité) du « Lait en poudre » :

- Mode de calcul et formule :

La teneur en eau est donnée par la formule suivante :

$$HT = (m_1 - m) / (m_1 - m_0) \times 100$$

Avec :

m_0 : est la masse en grammes de la capsule vide ;

m_1 : est la masse en grammes de la capsule avec la prise d'essai avant séchage;

m : est la masse en grammes de la capsule avec la prise d'essai après séchage.

- Application numérique :

Le poids de la capsule vide $m_0 = 28.2077$ g.

Le poids de l'échantillon = 5.0318 g.

Le poids du résidu sec avec la capsule vide $m = 33.1088$ g.

Le poids de la capsule vide avec l'échantillon $m_1 = 33.2395$ g.

$$HT = (m_1 - m) / (m_1 - m_0) \times 100$$

$$HT = (33.2395 - 33.1088) / (33.2395 - 28.2077) \times 100 = 2.60\%$$

Le résultat de l'humidité est conforme avec la valeur de la norme.

Tableau 16 : résultat de l'humidité

<i>Détermination</i>	<i>Résultats</i>	<i>Norme</i>	<i>référence</i>
Humidité	2.60 %	4 %	Journal officiel N°54. 30 aout 2000

II.2. Résultat de la densité de « poudre de lait » :

- Mode de calcul et formule :

La densité est égale à :

$$D = M / V$$

Avec :

M : la masse en grammes du produit laitier

V : Volume d'eau

➤ Application numérique :

$$M = 50.05 \text{ g.}$$

$$V = 90 \text{ ml.}$$

$$D = M / V$$

$$D = 50.05 / 90$$

→ On multiplie par 1000

$$D = 556 \text{ g/l.}$$

La densité totale est conforme en comparaison avec la valeur de la norme.

Tableau 17 : résultat de la densité

<i>Détermination</i>	<i>Résultats</i>	<i>Norme</i>	<i>référence</i>
Densité (g/l)	556 g/l	630 g/l	Journal officiel N°54. 30 aout 2000

II.3. Résultat de l'acidité lactique de « poudre de lait » :

➤ Mode de calcul et formule :

La teneur d'acidité lactique de l'échantillon est égale à :

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

Avec :

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.

➤ Application numérique :

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

$$A = 1.1 \times 10$$

$$A = 11 \text{ °D}$$

L'acidité lactique est conforme en comparaison avec la valeur de la norme.

Tableau 18 : résultat de l'acidité lactique

<i>Détermination</i>	<i>Résultats</i>	<i>Norme</i>	<i>référence</i>
Acidité lactique (°D)	11 °D	12 °D	Journal officiel N°54. 30 aout 2000

II.2. Résultat de la teneur en matière grasse du « lait en poudre » :

- Mode de calcul et formule :

La teneur en matière grasse totale de l'échantillon est égale à :

$$\text{MG (\%)} = \text{B-A}$$

Avec :

A : la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de MG ;

B : la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de MG.

- Application numérique :

$$\text{MG} = (\text{B-A}) \times 10$$

$$\text{MG} = 1,9 \times 10$$

→ On multiplie par 10 (le volume d'eau de la dilution : volume d'eau = 10 ml)

$$\text{MG} = 19\%$$

La matière grasse totale est supérieure en comparaison avec la valeur de la norme.

Tableau 19 : résultat de la matière grasse totale

<i>Détermination</i>	<i>Résultats</i>	<i>Norme</i>	<i>référence</i>
Matière grasse total	19 %	13 %	Journal officiel N°54. 30 aout 2000

II.4. Résultat de la mesure du PH du « lait en poudre » :

- Mode de mesure :

Le pH est mesuré à l'aide d'une électrode combinée, placée 30 s au contact d'un broyat de 1g de « poudre de lait » dans 9 ml d'eau distillée.

- Lecture :

PH = 6.5

La mesure du PH est conforme en comparaison avec la valeur de la norme.

Tableau 20 : résultat de la mesure de PH

<i>Détermination</i>	<i>Résultats</i>	<i>Norme</i>	<i>référence</i>
PH	6.5	6.5	Journal officiel N°54. 30 aout 2000

Quatrième partie : Discussion des résultats obtenues de l'analyse microbiologique et physico-chimique de « Poudre de lait »

I. Discussion de l'analyse microbiologique de « Poudre de lait »

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 tel que la flore mésophile aérobie totale, Les coliformes totaux et fécaux, les *Staphylococcus aureus*, les *Clostridium*, les levures et moisissures et enfin les *Salmonelles*, dans les différents milieux de culture et à une T° qui diffère selon le temps d'incubation.

- Donc, notre produit est de qualité microbiologique satisfaisante concernant tous les germes recherchés et ceci conformément à l'arrêté interministériel n°35 du 24/01/98 du journal officiel.

II. Discussion de l'analyse physico-chimique de « Poudre de lait »

L'analyse physico-chimique est un outil important dans le processus qui consiste à mettre à la disposition du consommateur des produits sains et loyaux.

Ces analyses permettent de vérifier :

- La composition des produits (loyauté de la transaction commerciale),
- Les fiches techniques du produit,

- Le respect des normes et des dispositions réglementaires,

Notre analyse physico-chimique a précisé que le produit est conforme pour les déterminations effectuées conformément à l'arrêté interministériel n°54 du 24/07/2000 (journal officiel), vu les différentes valeurs d'analyse accomplies, tel que la teneur en eau « Humidité » pour une valeur de 2.60%, la densité pour une valeur de 556 g/l, l'acidité lactique pour 12 °D, la matière grasse totale pour une valeur de 19% qui est légèrement supérieure par rapport à la norme égale à 13%, ainsi que le PH pour une valeur de 6.5 en égalité avec la norme du PH.

Conclusion :

D'après les résultats d'analyse microbiologique, physico-chimique obtenues, on peut dire que notre produit est de haute qualité alimentaire et sanitaire, propre à la consommation et répond aux normes internationales.

Conclusion Générale

«Je ne compte pas sur le passé, j'en tire des conclusions pour le présent »

Eric Fisher



CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce manuel, il conviendrait de retenir que :

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 ».

Ce travail vise deux axes de recherche, le premier concerne la technologie du lait, et plus particulièrement notre produit laitier qu'est le lait en poudre.

En seconde phase, nous nous sommes intéressés à un contrôle de la qualité du produit étudié en réalisant des analyse microbiologique (dénombrement de certains germes tels que : *La flore aérobie mésophile totale* ; *Les coliformes totaux et fécaux* ; *Les Staphylocoques aureus* ; *Les Salmonelles* ; *Les Levures et moisissures*) et physico-chimique (en évaluant la teneur en humidité, densité, acidité lactique, matière grasse, ainsi que le PH) de ce dernier.

Il en ressort :

Du point de vu microbiologique que le produit laitier est de qualité microbiologique satisfaisant avec une absence totale des germes recherchés et ceci conformément à l'arrêté interministériel n°35 du 24/01/98 JO.

Les analyses physicochimiques montrent que ce produit :

- Présente une acidité de 11°D ;
- Humidité de 2.60 % ;
- Elle présente une densité à 556 g/l;
- Matière grasse légèrement élevée à 19 % ;
- PH à 6.5

Notre analyse physico-chimique a précisé alors que le produit est conforme pour les déterminations effectuées conformément à l'arrêté interministériel n°54 du 24/07/2000 (journal officiel).

De l'ensemble de ces résultats on peut dire que notre produit est de haute qualité, et cela est dû aux procédés stricts et professionnels appliqués sur tous les niveaux de la chaîne de fabrication, et aux conditions d'hygiène respectées.

Comme perspective dosage des vitamines, minéraux, des protéines, lipides etc...



Annexes

Annexe 1 : ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

1. Différents milieux de cultures pour les analyses microbiologiques

a) 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.

b) GELOSE TSN (Tryptone-Sulfite-Néomycine)

La gélose TSN est principalement destinée au dénombrement, à 46°C, des microorganismes sulfitoréducteurs (spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs et *Clostridium perfringens*) dans certaines denrées animales ou d'origine animale.

c) GELOSE Baird-Parker (Milieu Baird Parker)

C'est un milieu différentiel modérément sélectif servant à l'isolement et à l'énumération des *Staphylococcus aureus* issus d'échantillons alimentaires, environnementaux et cliniques, ce dernier contient une base nutritive riche, il contient des accélérateurs de la croissance : le pyruvate de sodium et le glycolle.

d) GELOSE EPT (Eau Peptonée Tamponnée)

- ✓ Pour la préparation des suspensions mères de laits en poudre et concentrés, de yaourts, de produits laitiers, de produits d'origine animale et d'autres produits alimentaires ;
- ✓ Egalement utilisé pour le pré-enrichissement préalable aux phases d'enrichissement sélectif et d'isolement des salmonelles en permettant notamment de revivifier les microorganismes ayant subi des traitements sublétaux ;
- ✓ Utilisé comme milieu de suspension et de revivification pour le dénombrement des *Listeria monocytogenes* ;
- ✓ Aussi employé pour effectuer les dilutions en vue de l'examen microbiologique.

Composition (g) pouvant être modifiée pour 1 litre de milieu :

Tableau 14 : composition de l'eau peptone tamponné

Composants	Concentrations
Mélange de péptones	10.0g/litre
Chlorure de sodium	5.0g/litre
Hydrogénophosphate disotique	3.5g/litre
Hydrogénophosphate de potassium	1.5g/litre
pH final :7.2±0.2	

e) GELOSE RAPPAPORT

Le milieu Rappaport Vassiliadis est un milieu d'enrichissement des *Salmonelles*. Il permet une multiplication de ces bactéries, et permet de faire une recherche plus facilement.

f) GELOSE HEKTOEN

La gélose Hektoen est un milieu de culture sélectif servant à isoler et à différencier les *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*.

2. Matériels utilisés pour les analyses microbiologiques

- ✓ Pipettes graduées 10 ml, 1 ml ;
- ✓ Tubes à essais en verre de 25 ml ;
- ✓ Flacon de verre de 500 ml et 250 ml ;
- ✓ Boîtes de pétri ;
- ✓ Etuves de 30° C, 37° C, 44° C (HERAEUS) ;
- ✓ Autoclave au tester -G ;
- ✓ Agitateur électromagnétique ;
- ✓ Petits sacs en plastique stérilisés ;
- ✓ Gants stérilisés ;
- ✓ Capsule cylindrique en verre et son couvercle ;

- ✓ Sonde stérile (Spatule stérile) ;
- ✓ Bec Bunsen ;
- ✓ Flacon pour milieu de culture ;
- ✓ Dessiccateur.

Annexe 2 : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

1. Matériels utilisés pour les analyses physico-chimiques

- ✓ Electrode combinée ;
- ✓ Centrifugeuse ;
- ✓ Butyromètre (GERBER) ;
- ✓ Pipettes de 1 ml, 2 ml, 5 ml, 11 ml ;
- ✓ Eprouvettes, burettes, béchers entonnoir, fioles ;
- ✓ Minis burette ;
- ✓ Balance analytique ;
- ✓ Erlenmeyer de 225ml;
- ✓ Lactodensimètre ;
- ✓ Acidimètre Dornic ;
- ✓ Agitateur;
- ✓ Baguette en verre;
- ✓ Conductivimètre;
- ✓ Turbidimètre.

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 échantillon 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, les staphylococcus aureus, les clostridium, les levures et moisissures et enfin les salmonelles, 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 » pour une valeur de 2.60%, la densité pour une valeur de 556 g/l, l'acidité lactique pour 12 °D, la matière grasse totale pour une valeur de 19% qui est légèrement supérieur par rapport à la norme égale à 13%, ainsi que le PH pour une valeur de 6.5 en égalité avec la norme du 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, poudre de lait, microbiologique, 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 powder, manufactured and marketed in Algeria, which was bought and analyzed, was taken as a sample to verify that this milk powder 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, staphylococcus aureus, clostridium, yeasts and molds, and finally Salmonellae, 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" at a value of 2.60%, the density at 556 g / l, the lactic acidity at 12 ° D, the total fat for one Value of 19% which is slightly higher than the standard equal to 13%, as well as the PH for a value of 6.5 in par with the norm of the PH. As a result, we have found that this milk powder is of high quality food and sanitary, suitable for consumption and meets international standards.

Key words: milk, milk powder, microbiological, physico-chemical.

ملخص :

الحليب المجفف يعتبر غذاء كامل بسبب تكوينه من البروتينات والكربوهيدرات والدهون والمعادن وكذلك الفيتامينات. هذه الثروة هي أيضا قضية تمية الكائنات الحية الدقيقة البنية ومسببات الأمراض.

نمو هذه الميكروبات يسبب عدم امتثال المنتج للاستهلاك. خلال هذا العمل، اخذنا كمية مسحوق الحليب تم تصنيعها وتسويقها في الجزائر، اشتريتها وحللناها للتأكد من أن الحليب المجفف لا يشكل خطرا على صحة المستهلك، مع الأخذ في عين الاعتبار ظروف التخزين، والعادات الاستهلاكية وخصائص المنتج، في هذا المحور، أدركنا التحليل الميكروبيولوجي والفيزيائي.

النتائج التي تم الحصول عليها من هذا التحليل، قد أظهرت الغياب التام للجراثيم التي كان يبحث عنها والتي هي: مجموع النباتات متوسطة الحرارة الهوائية الكاملة، والقولونية الكلية والمكورات العنقودية الذهبية، و الكلوستريديوم، القالب والخميرة وأخيرا السالمونيلا في وسائل الثقافة المختلفة و درجة الحرارة التي تختلف اعتمادا على فترة حضانة.

التحاليل الفيزيائية والكيميائية الثانية من هذا المنتج تحقق محتوى الماء "الرطوبة" في قيمة 2.60٪، وكثافة إلى قيمة 556 غرام / لتر، حامض اللبنيك إلى 12 درجة D، ومحتوى الدهن الكلي لقيمة 19٪ وهي نسبة أعلى قليلا بالمقارنة مع مستوى يساوي 13٪ ودرجة الحموضة إلى قيمة 6.5، على قدم المساواة مع القاعدة من PH. ولذلك، وجدنا أن مسحوق الحليب هو من المواد الغذائية العالية الجودة والصحية، مناسبة للاستهلاك وتلبي المعايير الدولية.

الكلمات المفتاحية: الحليب، مسحوق الحليب، الميكروبيولوجية، الفيزيائية والكيميائية.