

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة الجزائر
كلية علوم الطبيعة والحياة
العدد: 1327
رقم التسجيل:



29.09/08

UNIVERSITE DE JIJEL

Faculté des Sciences
Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire



Mémoire

De fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie

Option : Contrôle de Qualité et Analyses

Thème

**Qualité physico-chimique et microbiologique de lait en
poudre**

Membre du jury :

➤ Présidente : M^{lle}.LAGGOUNE .S

➤ Examinatrice : M^{lle}.BOUSSOUF.L

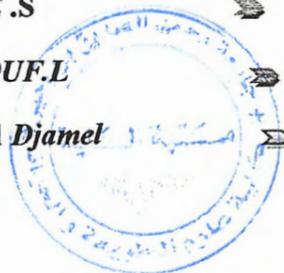
➤ Encadreur : Mr.BOUDJERDA Djamel

présenté par :

➤ YASSAD Nadjet

➤ BOUAMLI Zahia

➤ BOUKELIA Naziha



Promotion : juin 2008

Liste des abréviations

Abs: Absence
Art: Article
°C:Degré celcius
CT: Coliformes totaux
CSR:Clostridium sulfitoréducteurs
D °:Degré dornic
E. coli: *Escherichia coli*
ESNG :acide gras non saponifiable
F.T.M :la flore totale mésophile
G:Germe
g: Gramme
H: Heure
Kg: Kilogramme
L : Litre
Min: Minute
ml: Millilitre
MG :matière grasse
NS: Effet non significatif
pH : Potentiel hydrogène
µg:Microgramme
UHT: Ultra haute température
S:Effet significatif
SS: Signification statistique

Sommaire

Introduction	1
I-Synthèse bibliographique :	
Chapitre I : Généralités sur le lait	
I-1. Définition du lait.....	2
I-2. Caractères généraux.....	2
I-3. Propriétés physico-chimiques et nutritionnelles du lait.....	2
3-1. Propriétés physiques du lait.....	2
3-2. Composition chimique du lait.....	3
I-4. Flore microbienne du lait.....	7
4-1. Flore saprophyte.....	7
4-2. Flore opportuniste.....	7
4-3. Flore pathogène.....	8
I-5. L'effet de la flore microbienne du lait.....	8
5-1. L'effet de la flore microbienne du lait sur la qualité du lait.....	8
5-2. L'effet de la flore microbienne du lait sur la santé humaine.....	9
I-6. Les différents types du lait.....	10
6-1. Lait cru.....	10
6-2. lait traité par la chaleur.....	10
6-2-1- Thermisation.....	10
6-2-2- Pasteurisation.....	10
6-2-3- Stérilisation	10
6-2-4- Traitement UHT.....	10
6-2-5- Concentration du lait.....	10
6-2-6- Déshydratation du lait.....	10
Chapitre II : Les procédés de déshydratation et séchage du lait	
II-1. Généralité sur le séchage.....	11
II-2. Historique de séchage du lait.....	11
II-3. Définition du lait en poudre.....	12
II-4. Composition et propriétés physico-chimiques de lait en poudre.....	12
II-5. Classification des poudres de lait.....	16
II-6. Technologie et fabrication.....	17
II-6-1. Technologie de lait en poudre.....	17
II-6-2. Les procédés de fabrication.....	21
II-7. La qualité de la poudre du lait.....	24
II-8. Les niveaux du contrôle.....	25
II-9. Conservation, usages et défauts de lait en poudre.....	26
9-1. La conservation de poudre du lait.....	26
9-2. Conditionnement et emballage.....	26
9-3. Stockage de la poudre de lait.....	27
9-4. Différentes usages de la poudre de lait.....	28
9-5. Défauts des poudres de lait.....	28
II-10. L'effet de la déshydratation sur les principaux constituants du lait.....	29

II- Matériel et méthodes

II-1. Matériel.....	32
II-1-1. Matériel de laboratoire.....	32
II-1-2. Matériel biologique.....	32
II-1-3. Echantillons.....	33
II-2. Méthodes de travail.....	33
II-2-1. Echantillonnage.....	33
II-2-2. Prélèvement.....	34
II-2-3. Analyse physico-chimique.....	34
2-3-1-Mesure du pH et détermination de l'acidité titrable.....	35
2-3-2-Détermination de la teneur en eau.....	36
2-3-3-Détermination de taux de cendre.....	36
2-3-3- Détermination de la solubilité.....	37
2-3-4- Recherche d'un produit amylacé.....	38
II-2-4- Analyse microbiologique.....	38
2-4-1-Préparation des échantillons.....	38
a. Reconstitution du lait.....	38
b. Préparation des dilutions.....	39
2-4-2-Recherche et dénombrement des flores	39
a. Dénombrement de la flore totale mésophile.....	39
b. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants	40
c. Dénombrement de levures et moisissures.....	40
d. Dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfitoréducteurs et les anaérobies sulfitoréducteurs.....	41
c. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	41
f. Recherche de <i>Salmonella</i>	42
g. Recherche des Streptocoques	43
2-4-3- Identification des germes.....	44
a. Les microcoques.....	44
b. Les entérobactéries.....	45
II-2-5. Test de la sensibilité aux antibiogrammes	47

III- Résultats et discussions

III-1. Résultats et discussions de l'analyse physico-chimique.....	49
III-1-1. Résultats et discussions de la mesure du pH.....	49
III-1-2. Résultats et discussions de la détermination de l'acidité titrable.....	49
III-1-3. Résultats et discussions de la teneur en eau.....	51
III-1-4. Résultats et discussions de la détermination du taux de cendre.....	52
III-1-5. Résultats et discussions de la solubilité.....	53
III-1-6. Résultats et discussions de la recherche d'un produit amylacé.....	54
III-2. Résultats et discussions de l'analyse microbiologique.....	55
III-2-1. Résultats et discussions de la recherche et dénombrement des flores....	55
III-2-2- Résultats et discussions d'identification des souches	59
III-3. Résultats du test de la sensibilité aux antibiotiques.....	60
III-3-1. Résultats de la sensibilité des Staphylocoques.....	60
III-3-2. Résultats et discussions de la sensibilité des Streptocoques	61

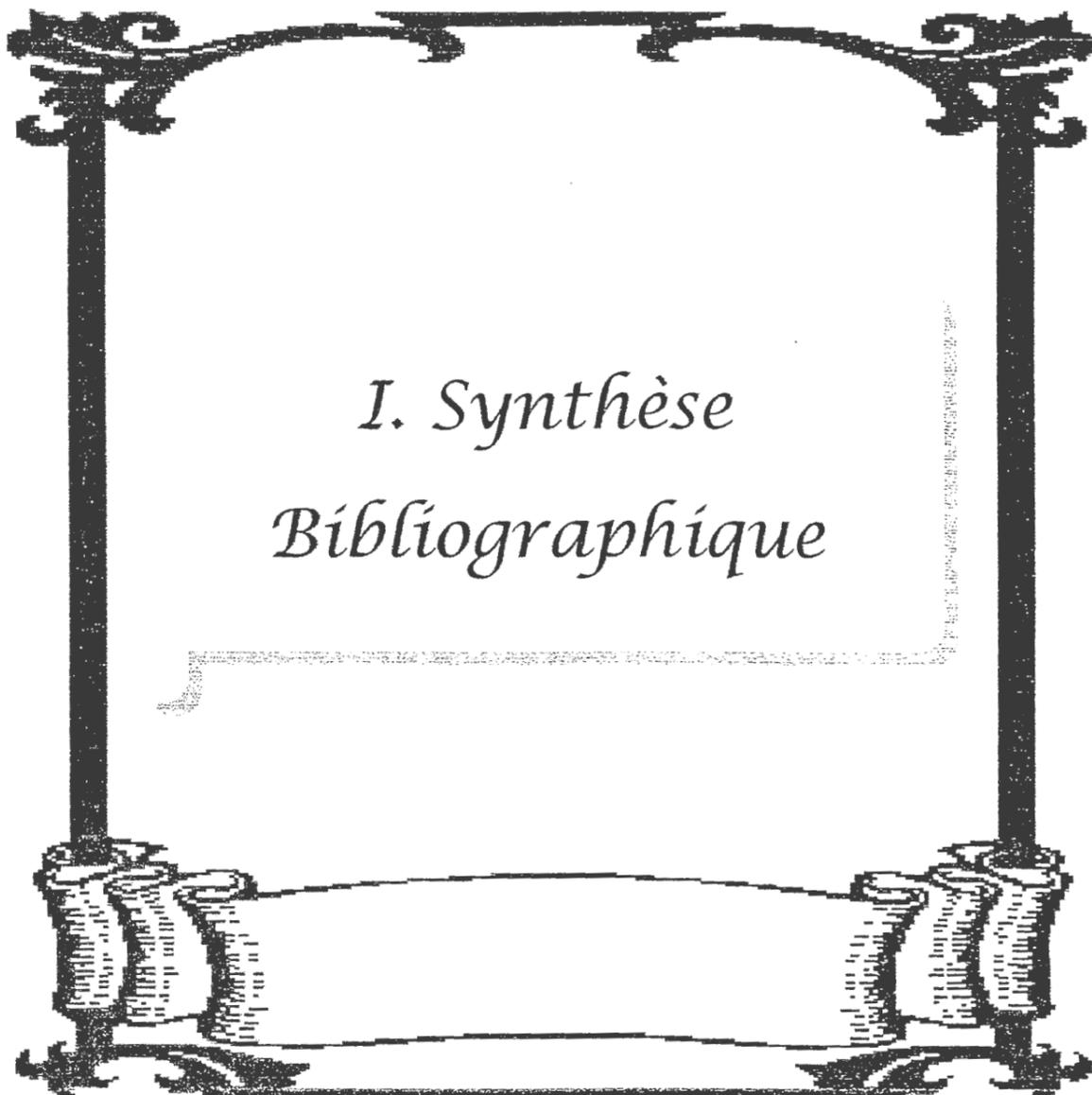
Conclusion.....	63
Annexes	
Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Estimation de la composition de la membrane du globule gras.....	4
Tableau N°02 : Composition du lait en minéraux.....	5
Tableau N°03 : Composition chimique habituelle des différents types de lait.....	6
Tableau N°04 : Les microorganismes originaux du lait avec leur proportion. Relative.....	7
Tableau N°05 : Composition des laits secs entiers.....	13
Tableau N°06 : Aperçu des propriétés physico-chimiques de lait en poudre.....	24
Tableau N°07 : Les concentrations radioactives maximales dans le lait en poudre.....	25
Tableau N°08 : Défauts des poudres laitières et causes potentielles	28
Tableau N°09 : Dénaturation complète par la chaleur des diverses fractions protéiques du lait de vache.....	30
Tableau N°10 : Effets de divers traitements thermiques sur la perte vitaminique.....	31
Tableau N°11 : Représente l'ensemble des échantillons ainsi que les dates de fabrication, dates de péremption et les numéros de lot, des marques étudiées	34
Tableau N°12 : Evolution d'acidité du lait en poudre.....	49
Tableau N°13 : Evolution du pH de lait en poudre.....	50
Tableau N° 14 : Evolution de la teneur en eau de lait en poudre	51
Tableau N°15 : Evolution du taux de cendre.....	52
Tableau N° 16 : Evolution de la solubilité.....	53
Tableau N° 17 : Caractéristiques physico-chimiques des poudres de laits étudiées.....	54
Tableau N° 18 : Résultat de dénombrement de la F.T.M	55
Tableau N° 19 : Résultat de dénombrement des levures et moisissures	57
Tableau N° 20 : Résultats d'identification biochimique pour <i>E. coli</i>	58
Tableau N° 21 : Résultats de test de sensibilité aux antibiotiques pour Staphylocoque.....	59
Tableau N° 22 : Résultats de test de sensibilité aux antibiotiques pour les Streptocoques.....	60
Tableau N° 23 : Résultats de l'analyse microbiologique du lait en poudre.....	62

Liste des figures

Figure N° 01 : Etapes essentielles de fabrication de la poudre de lait entier.....	19
Figure N° 02 : Schéma du procédé de fabrication de poudre de lait écrémé.....	20
Figure N° 03 : Procédé de fabrication des laits secs « Spray »	22
Figure N° 04 : Séchage du lait par le procédé « Spray » (atomisation).....	23
Figure N° 05 : Courbe représentant l'évolution d'acidité titrable.....	50
Figure N° 06 : Courbe représentant l'évolution du pH.....	50
Figure N° 07 : Histogramme représentant l'évolution de la teneur en eau	51
Figure N° 08 : Histogramme représentant l'évolution de taux de cendre.....	52
Figure N° 09 : Histogramme représentant l'évolution de la solubilité.....	53
Figure N° 10 : Histogramme représentant l'évolution de la flore totale mésophile...55	
Figure N° 11 : Aspect des levures et moisissures.....	56
Figure N° 12 : Histogramme représentant l'évolution de nombre des levures et moisissures.....	57
Figure N° 13 : Résultats d'identification biochimique pour <i>.coli</i>	58
Figure N° 14 : Sensibilité aux antibiotiques pour les Staphylocoques	59



*I. Synthèse
Bibliographique*

Introduction

De tous les aliments, le lait est celui qui se rapproche le plus de l'aliment complet. Il peut à lui seul couvrir tous les besoins de l'organisme durant les premiers mois de la vie. Il contient pratiquement tous les éléments nécessaires à la croissance et au développement harmonieux de l'organisme humain et animal. Cette richesse et cette diversité de constituants font donc du lait sous toutes ces formes, un des éléments de base d'un régime alimentaire équilibré (ANONYME, 1999).

Depuis longtemps, l'homme a cherché de mettre à son profit, l'aptitude laitière exceptionnelle des vaches et à mis en place toute une industrie de transformation laitière dont l'objectif est de satisfaire aux mieux les besoins de consommateurs en produits lactés (LUQUET, 1990).

Pour sa part, l'Algérie n'a cessé de développer son industrie dans ce domaine afin de satisfaire une demande toujours croissante. En effet, selon le ministère de l'agriculture 2003, la consommation du lait en Algérie a connue une importance hausse de 950 millions de litres en 1970, 3700 millions de litres en 1985 et 3380 millions de litres en 2002, cependant l'Algérie reste encore déficitaire en lait. Afin de résoudre de ce problème l'Algérie a recours à l'importation de la matière première sous forme de poudre qui présente des facilités tant de point de vue transport qu' la conservation (BENCHERIF, 2000).

Le lait présente l'inconvénient d'être facilement altérable d'où, la nécessité d'assurer et de garantir sa qualité microbiologique durant toute la période de sa conservation ; la préoccupation essentielle étant évidemment la sécurité du consommateur. Dans le but de contribuer à l'estimation de la qualité du lait en poudre importée nous nous sommes proposés à faire un travail et qui se divise en deux parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale et qui a pour objectif, le contrôle de la qualité physicochimique et microbiologique des différentes marques de lait en poudre importées et commercialisées localement. De plus les souches bactériennes qui seront isolées intentionnellement à partir des différents échantillons, subiront un test d'estimation de leur sensibilité aux différents antibiotiques les plus utilisés. Ce travail devrait nous renseigner sur la conformité des laits en poudre importés.

Le contrôle de lait implique des examens nombreux et attentifs à tous les stades de la fabrication et de la distribution. En effet, les caractéristiques de la poudre de lait évoluent au cours du temps et ne peuvent être garanties au de là d'une certaine durée de la vie commerciale.



Chapitre I
Généralités Sur
Le Lait

I-1- Définition du lait.

Le lait est un aliment biologique par excellence qui présente un intérêt nutritionnel évident et dont la production organisée remonte à plus de dix mille ans (HANAKE, 2002).

Selon le premier congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève 1908, le lait est défini comme étant : « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie, et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (VEISSEYRE, 1979).

Cette définition a été adaptée par la législation algérienne relative aux dispositions de l'arrêté interministériel du 18-08-1993, concernant les spécifications et les présentations de certains laits de consommation.

I-2- Caractères généraux.

Le lait est le produit intégral de la sécrétion des glandes mammaires des mammifères destiné à l'alimentation du jeune animal naissant.

Le lait est un milieu hétérogène dans lequel, trois phases distinctes co- existent :

-La phase aqueuse qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles peuvent donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes).

-La suspension colloïdale micellaire (2.6 %), qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action des micro-organismes ou d'enzymes.

-L'émulsion (4.2%), qui peut donner naissance à la crème, une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (DEBRY, 2001).

I-3- Propriétés physico-chimiques et nutritionnelles du lait.**3-1-Propriétés physiques du lait.**

A / L'aspect : le lait est le produit liquide blanc et opaque. Il est deux fois plus visqueux que l'eau, sa saveur est légèrement sucrée et son odeur peu accentuée (VIERLING, 1999).

B / La densité : la densité du lait est une résultante de la densité intrinsèque des constituants. Elle dépend aussi de leur degré d'hydratation notamment en ce qui concerne les protéines. Depuis longtemps, on a tenté de corrélérer la densité avec la composition en matière sèche ou en matière grasse.

La densité d'un mélange de lait à 15° C se situe entre 1.028 à 1.035 avec une moyenne de 1.032. Il est à noter également, que la densité diminue avec la température (WATSON et TISLER, 1961 cités par HARDY, 1987).

C / L'acidité : A la sortie du pis de la vache, le lait se caractérise par une certaine acidité qui est due principalement à la présence des protéines, surtout la caséine de la α lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates et le CO₂, le lait se caractérise aussi par la présence d'acides organiques, le plus souvent l'acide lactique, on l'appelle l'acide apparent ou acidité naturelle du lait, elle varie entre 0.13 et 0.17 % d'équivalent d'acide lactique (AMIOT et coll., 2002).

D/Point de congélation : Il peut varier de -0.530° C à -0.575° C avec une moyenne de -0.555° C, le point de congélation permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'une cryoscopie (EDUCAGRI, 2002).

3-2-Composition chimique du lait.

Le lait est un aliment presque complet. Il contient la plus part des nutriments nécessaires au développement et au maintien des fonctions de l'organisme. La composition chimique du lait est sujette à certaines variations, surtout en ce qui concerne la teneur en matière grasse et en protéines. Plusieurs facteurs entrent en ligne de compte que la race bovine ou l'âge de l'animal, l'époque de la lactation, la composition du fourrage...etc.

Ces variations sont en partie compensées par le mélange de laits provenant des vaches différentes, mais il subsiste néanmoins, dans l'ensemble des variations suivant les saisons.

-L'eau : L'eau est quantitativement le constituant principal de lait (87.2%) c'est une propriété à ne pas négligée car il contribue ainsi à hydrater l'organisme. Il peut former une solution variée avec les substances polaires telles les glucides et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum (AMIOT et coll., 2002).

-Glucides : le lactose est le glucide prédominant du lait de vache. Sa teneur s'élève en moyenne à 50g par litre de lait. Il joue un rôle important dans l'entretien d'une flore digestive lactique et pour l'absorption du Calcium. En plus de lactose, le lait peut contenir des facteurs de croissance qui sont les polysaccharides et les oligosaccharides. Ce sont notamment des polysaccharides contenant du fructose et des glucides azotés tels que la N-acétylglucosamine (SARVILLE, 1984).

-Matière grasse et globule gras: Le lait entier est en général, un aliment gras, le lait de vache apporte 40 à 50 % de calories d'origine lipidique, seulement il est pauvre en acides gras essentiels (TRIMOLIERES, 1984).

Du fait que les matières grasses possèdent un caractère non polaire (hydrophobe), elles ne peuvent se dissoudre et formeront une émulsion de type huile dans l'eau (H/E) (AMIOT et coll., 2002).

La teneur en matière grasse du lait ou taux butyreux (TB) est le nombre de grammes de substance dans un kilo ou un litre de lait, séparée des autres constituants selon la méthode par extraction éthéro-chlorhydrique ou la méthode internationale par extraction éthéro-ammoniacale ou toute autre méthode reconnue pour le paiement différentiel du lait.

-Constitution de la matière grasse.

A - Définitions et généralités.

La matière grasse est sous forme de globule gras (visible au microscope optique) en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Une émulsion est une dispersion de fines gouttelettes d'une substance liquide dans un autre liquide. Suivant la nature de la phase dispersée, il y a les émulsions de matière grasse dans l'eau (le lait) des émulsions d'eau dans la matière grasse (le beurre).

La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une enveloppe lipido-protéique chargée négativement (PINTTURIER, ADDA, 1969).

Le diamètre du globule gras est variable (0,1 à 20 μm , le diamètre moyen du globule gras du lait de vache est : 3 à 5 μm) : il diminue du début à la fin de la lactation tandis que le nombre de globules gras augmente et au cours d'une traite, le

diamètre augmente ; un globule gras est donc plus gros enfin de traite de début de lactation.

La taille des globules gras est aussi un caractère propre à la race.

Une émulsion laissée au repos à 15° C se sépare en deux phases distinctes : il y a une remontée des globules, ce qui constitue le phénomène de crémage (c'est un phénomène réversible). La remontée de la crème s'effectue beaucoup plus rapidement dans le lait de vache que dans le lait de chèvre, ceci est due à la présence de globuline (eu-globuline, protéine thermolabile) qui ont la propriété de favoriser l'agglutination des globules gras entre eux (POUGHEON, 1974).

B - Composition du globule gras.

La structure du globule gras est hétérogène, en allant du centre à la périphérie, il y a successivement :

- Une zone de glycérides à bas point de fusion, liquide à température ambiante.
- Une zone riche en glycérides à haut point de fusion.
- Une zone corticale : la membrane du globule gras qui joue un rôle très important en raison de sa composition et de ses propriétés.

-Composition de la membrane du globule gras.

Les constituants totaux de la membrane représentent 2 % du globule gras, la membrane du globule gras (2 à 6 %), composée essentiellement pour moitié respectivement de protéines et lipides représentant au moins 90 % de sa masse comporte :

- Protéines ,0.3 à 0.4 g/l : butyrophiline glycolysée constituant majeur typique lié à la xanthine oxydase et nombreuses autres substances telles les mucines ;
- Lipides : triglycérides (62%), phospholipides certains glycolysés (28%), diglycérides (9%), acides gras libres, stéroles, hydrocarbures (1%).
- hexoses, hexosamines, acides sialiques (traces).
- Enzymes, plus de 25 dont surtout des hydrolases type phosphatase alcaline.
- Vitamines A, D, E, K.

Tableau N°01: Estimation de la composition de la membrane du globule gras (KEENAN, Pattons, 1995).

Constituants	% globule	% membrane
Protéine	0.9	42
Phospholipides	0.6	28
Glycérides neutres	0.3	14
Eau	0.2	9
Cérébrosides	0.08	4
Cholestérol	0.04	2
Gangliosides	0.02	1
Fer	0.3-10 ⁻³	-
Carotène + Vit A	0.04-10 ⁻³	-
Cuivre	0.01-10 ⁻³	-
Total	2.14	100

La membrane du globule gras est très complexe et difficile à étudier car son extraction et purification sont sujettes à variations ce qui explique l'évolution de l'estimation de sa composition.

Elle enveloppe la goutte lipidique essentiellement glycéridique hydrophobe, elle permet au globule d'être hydrophile, chargé négativement et d'assurer une émulsion stable. Elle est en remaniement continu depuis la création du globule gras en fonction des traitements technologiques que subira le lait (JENSEN, 1995).

-Matières azotées : les matières azotées du lait englobent deux groupes, les protéines et les matières non protéiques qui représentent respectivement 95% et 5 % de l'azote minéral du lait (GOURSAUD, 1985).

Les protéines du lait se représentent sous forme de deux phases : une phase micellaire et une phase soluble. La phase micellaire constitue la caséine totale du lait formée par la caséine α_1 , caséine α_2 , caséine β , caséine δ . Elle représente 78% des protéines totales et joue un rôle essentiel dans les industries fromagères. La fraction protéique soluble (17%) regroupe : les Albumines (13%), les globulines (2%) et les protéines mineures (2%).

Lorsque les caséines sont coagulées, les autres protéines restent en solution en même temps que le lactose et les sels minéraux, constituant ce que l'on appelle le lactosérum (CHEFTEL et CHEFTEL, 1984).

-Matière minérale : Le lait est une source importante de phosphore et de calcium (très bon rapport de Ca/p, soit de 1 à 4). Il est classé parmi les aliments dont le phosphore et le calcium sont les mieux utilisés par l'organisme en voie de croissance ou à l'état adulte (COMELADE, 1995).

Il faut distinguer entre les matières salines (9 à 9.5 g/l) et la matière minérale identifiée (7g à 7.5 g/l) souvent aux cendres (VEISSEYRE., 1979).

Les cendres ne représentent pas exactement la somme des sels du lait dans leur état naturel, car il y a volatilisation du CO_2 et H_2O et une partie de chlorure au cours de la calcination (ALIAS., 1975).

Le tableau 02 indique la composition du lait en minéraux :

Tableau N° 02 : Composition du lait en minéraux (AMIOT et coll., 2002).

MINERAUX	TENEUR (mg/kg)	MINERAUX	TENEUR (mg/kg)
Sodium	445	Calcium	1180
Magnésium	105	Fer	0.50
Phosphore	896	Cuivre	0.10
Chlore	958	Zinc	3.80
Potassium	1500	Iode	0.28

-Vitamines : Le lait est une source non négligeable de vitamines. Ces derniers sont en général, des petites molécules de structure très variée. Elles développent, très souvent une activité protéolytique nécessaire à la croissance, l'entretien et le fonctionnement de l'organisme. Il existe deux grands groupes de vitamines :

. Vitamines liposolubles (vitamine A, D, E, K) sont associées à la matière grasse (beurre, crème).

. Vitamines hydrosolubles (Vitamine de groupe B, vitamine C) restent dans le lait écrémé et le babeurre (VEISSEYRE, 1979).

-**Enzymes** : leurs nombres dans le lait est important ; plus de 60. Leur quantité faible et leur grande activité sont responsables d'importantes modifications du lait. Elles ont pour origine l'excrétion et la sécrétion par le tissu mammaire ou la sécrétion par les micro-organismes.

Leur activité dépend du pH et de la température. Elles sont détruites, en général, à 70 ° C (VIERLING, 1999).

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (oxydases) et les oxygénases (AMIOT et Coll, 2002).

Tableau N° 03 : Composition chimique habituelle des différents types de lait (PINTTURIER, ADDA, 1969).

a/Principaux composants	Le lait de vache (%)	Lait maternel (%)	Lait de chèvre (%)	Lait de brebis (%)
Matière sèche	12.8	12.2	12.9	18.8
Eau	87.2	87.8	87.1	81.2
Matière grasse	3.8	3.8	4.1	7.9
Matière sèche exempte de graisse	9.0	8.4	8.8	10.9
Protéines totales	3.5	1.25	3.3	5.2
Caséine	2.8	0.37	2.49	4.08
Protéines sériques	0.5	0.56	1.10	0.88
Azote non protéique	-	-	-	-
Calculé les Albumines	0.2	0.25	0.25	0.3
Lactose	4.8	7.0	4.7	4.8
Matière minérale (cendres)	0.72	0.21	0.77	0.9
b/Matière minérale	Mg/10g	Mg/100g	Mg/100g	Mg/100g
Sodium..... (calculé en Na)	38	15	41	37
Potassium..... (calculé en k)	157	45	180	188
Calcium..... (calculé en Ca)	125	25	130	180
Magnésium... (calculé en Mg)	11	4	16	11.5
Phosphore..... (calculé en P)	93	55	181	130
Soufre..... (calculé en S)	32	14	7	-
Chlore..... (calculé en Cl)	100	50	180	95

I-4-Flore Microbienne du lait.

Le lait cru provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normale, renferme, cependant de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (DUPIN et coji, 1992). Néanmoins, la multiplication des microorganismes naturellement présents dans le lait ne débute pas immédiatement après la traite en raison des propriétés bactériostatiques naturelles du lait. Cette protection est efficace pendant les heures qui suivent la traite. Il faut profiter de cette période pour refroidir le lait (4° C) afin de freiner la croissance microbienne (HANAK E., 2002).

Le refroidissement n'élimine pas les microorganismes présents dans le lait, il favorise la prédominance des bactéries psychrotrophes, agents protéolytiques qui induisent une dégradation de la qualité nutritive du lait. Aux microorganismes naturellement présents dans le lait s'ajoutent aux apportés par des contaminations d'origines très divers (HANAK E., 2002).

4-1-Flore Saprophyte.

Elle se développe lorsque la récolte est peu soignée.

- **Bactéries Coliformes :**

Leur présence est un indice de pollution car elles sont d'origine fécale. Parmi elles, on trouve *Escherichia-coli* qui est responsable de troubles digestifs (EMILIE, 2005).

- **Bactéries protéolytiques :**

La présence des germes protéolytiques peut se manifester directement par l'odeur, les germes incriminés sont ; *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* et d'autres germes de la flore banale Gram négatif (GUIRAUD., 1998).

- **Bactéries lipolytiques :**

Elles détruisent les matières grasses et donnent un goût de rance au lait : *Pseudomonaceae* et les Sporulées (*Bacillus cereus*) ... (EMILIE, 2005).

Tableau N° 04 : Les microorganismes originaux du lait avec leur proportion relative (GUIRAUD et GALZY, 1980).

Microorganismes	Pourcentages (%)
<i>Micrococcus</i>	30 à 90
<i>Lactobacillus</i>	10 à 30
<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	< 10
Gram négatif	< 10

4-2-Flore opportuniste :

De nombreux micro-organismes qui se développent abondamment dans le lait peuvent être occasionnellement pathogènes, parmi ces germes : les Streptocoques du groupe "N", les Staphylocoques catalase négative et les coliformes...etc.

4-3-Flore pathogène :

Selon EMILIE (2005), les germes pathogènes de lait proviennent généralement soit des lésions existantes dans la mammaire soit des bactéries responsables des maladies chroniques chez la vache et secrétées par les mammaires.

Les germes responsables de cette pathologie sont des espèces du genre *Listeria*, les germes du genre *Tuberculosis* et des espèces du genre *Brucella* d'autres sont parfois négligeables comme : *Yersinia*, *Compylobacter* et *Salmonella*.

- **Brucella** : Elle est responsable de la Brucellose (ou fièvre du Malt).
- **Bacilles Tuberculeux** : elles sont responsables de tuberculose.
- **Staphylocoques ou Streptocoques** : Ils sont responsables des infections transmises par des mammites (qui sont des inflammations des mammaires chez la vache .Leur lait sera alors impropre à la consommation).
- **Compylobacter jejuni** : Il provoque des infections gastro- intestinales.
- **Yersinia entérocolistica** : Elle se développe dans les laits refroidis à 2-4° C.
- **Listéria monocytogènes** : C'est une bactérie psychrophile qui peut se développer dans les réfrigérateurs.
- **Salmonella** : Elle se développe dans le lait cru principalement au moment de la traite.

I-5-Effet de la flore microbienne du lait.**5-1-L'effet de la flore microbienne du lait sur la qualité du lait.**

De nombreux microorganismes peuvent se développer abondamment dans le lait en entraînant par leur action des modifications de texture et de goût. Ces altérations vont dépendre des conditions de stockage du lait (aération, température) et des traitements qu'il a subis.

-Surissement et acidification avec coagulation :

Le pH normal du lait est de 6.6. La plupart des microorganismes du lait sont capables de fermenter le lactose en produisant une acidification qui entraîne la coagulation de la caséine. Cette coagulation se produit à partir du pH 4.6. Elle est facilitée par le chauffage du lait acidifié. Les fermentations microbiennes responsables de l'acidification sont de type homo ou hétéro lactiques. Les germes incriminés sont variables en fonction du type de contamination du lait et de la température de stockage. De 10° C à 37 ° C, le germe le plus fréquemment impliqué est *Lactococcus lactis* (ex : *Streptococcus lactis*) avec plus rarement association avec des coliformes, entérocoques, microcoques et lactobacilles.

Au-dessus de 37 ° C, les germes incriminés sont *Streptococcus thermophilus*, *Entérocooccus faecalis* (ex :*Streptococcus faecalis*) ou *Lactobacillus bulgaricus*.

Lorsque le lait a été pasteurisé, l'acidification est produite par des germes thermotolérants ou des sporulés ayant résisté (*Clostridium*,*Bacillus*).

Lorsque des bactéries lactiques hétéro-fermentaires interviennent, il y a un dégagement de gaz qui peut conduire à la formation d'un caillé alvéolaire (GUIRAUD, 1998).

-Protéolyse :

Elle est favorisée par un long stockage à basse température. La protéolyse peut se manifester directement par l'odeur et par une légère alcalinisation du lait, les germes incriminés sont : *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* et des autres germes de la flore banale Gram (-).

Ces microorganismes interviennent directement ou par l'action de leurs enzymes thermostables. Pour *Pseudomonas fluorescens* par exemple une charge supérieure à 5.10^6 germes /ml doit avoir été atteinte pour que les enzymes protéolytiques puissent avoir une action sur un lait UHT.

La protéolyse peut aussi se développer sur le caillé issu d'une acidification, elle provoque alors la digestion de ce caillé (GUIRAUD, 1998).

-Filage :

Il peut être due à des agents non bactériens (excès de crème, coagulation de la lactalbumine par chauffage), à une action microbienne indirecte (passage de leucocytes et de fibrine dans le lait consécutivement à une mammite) ou à une action microbienne directe. Il est causé alors par les capsules mucilagineuses de bactéries telles que : *Alcaligenes viscosus*, *Micrococcus*, *Entérobacter* ou *Leuconostoc*, qui se développent à faible température (VIGNOLA, 2002).

-Autres dégradations :

Les pseudomonaceae et les sporulées (*Bacillus cereus*) peuvent dénaturer la matière grasse par oxydation des acides gras insaturés, hydrolyse, ou les deux. D'autres germes, *Pseudomonas fluorescens* ou *Alcaligenes faecalis*, peuvent provoquer une alcalinisation importante avec formation d'urée, d'ammoniac et de carbonate. *Lactococcus lactis var maltigenes* peut donner au lait un goût de caramel.

Enfin, des microorganismes pigmentés peuvent entraîner des colorations parasites : bleue (*Pseudomonas syncyanea*), jaune (*Flavobacterium*) ou rouge (*Brevibacterium*) (GUIRAUD, 1998).

5-2-L'effet de la flore microbienne du lait sur la santé humaine.

Les germes pathogènes sont capables de transmettre dans le lait et provoquer des maladies graves notamment pour l'homme lorsqu'il consomme un lait impropre (qui est contaminé), parmi ces maladies graves :

- **La tuberculose** : due aux *Mycobacterium* du lait est rare.
- **Les Brucelloses** : sont plus fréquentes, en particulier à partir du lait de chèvre (*Brucella melitensis* s'y développe abondamment).
- **Les fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes** : peuvent être causées par les Salmonelles.
- **Les intoxications ou des toxi-infections** : due aux Staphylocoques (*Staphylococcus aureus*...etc.).
- **La dysenterie** : peut être causée par la *Shigella*.
- **Les intoxications ou des gastro-intestinales** : provoquées par les *Escherichia coli* Entero-pathogènes.
- **Les angines ou Scarlatine** : Par les *Streptococcus pyogene* qui sont rares.
- **La transmission du charbon ; de la listériose, de la fièvre Q ou de maladies virales** : Le danger potentiel étant considérable, les traitements appliqués au lait seront calculés de façon à éliminer tout risque.

I-6-Les différents types de lait.

Du point de vue qualitatif, on peut définir à la production plusieurs types de lait : le lait normal, les anormaux qui proviennent d'une modification physiologique de l'animal producteur (colostrum, lait de rétention, lait de mammites, etc.) et les laits altérés qui subissent une modification les rendant impropres à la consommation avant ou après la traite. Seul le lait normal peut être mis sur le marché en l'état (lait cru) ou il peut être traité industriellement pour obtenir une modification de composition ou une conservation accrue (GUIRAUD, 1998).

6-1-Lait cru :

La flore du lait cru est abondante et susceptible d'évaluer rapidement. Il faut donc abaisser la température à moins de 10 ° C le plus rapidement possible, au mieux, dans l'heure qui suit la traite. Il doit toujours être maintenue au froid, leur durée de conservation est courte en raison de la possibilité du développement des germes psychrotrophes (quelques jours) (VIGNOLA, 2002).

6-2-Lait traité par la chaleur :

Les traitements industriels consistent en une modification de composition (lait écrémé ou lait demi écrémé par opposition au lait entier) et en un traitement thermique destiné à éliminer les éventuels germes pathogènes et à prévenir l'altération rapide et spontanée du lait, on distingue selon GUIRAUD.

6-2-1-La thermisation : c'est un traitement thermique modéré qui réduit la charge microbienne en particulier celle de la flore psychrophile (réalisé à 63-65 °C pendant 15 à 20 secondes).

6-2-2-La pasteurisation : qui entraîne la destruction de la plupart des formes végétatives des microorganismes banaux et celle de tous les microorganismes pathogènes, deux types de pasteurisation : (réalisé à basse température 65 ° C pendant 30 minutes, ou à haute température 72° C pendant 15 minutes).

6-2-3-La stérilisation : consiste à la destruction de toutes les formes pathogènes ou toxigènes, mais également de toutes les formes revivifiables (elle est réalisée à une température de 120 ° C pendant 20 minutes).

6-2-4-Le traitement UHT : détruit la plupart des formes végétatives ce qui permet une stabilité accrue (réalisé à 140-150°C pendant 1 ou 2 secondes).

6-2-5-La concentration du lait : Le lait pasteurisé est soit évaporé, homogénéisé et stérilisé dans un emballage étanche (150°C pendant 2-5 secondes), pour obtenir un lait concentré non sucré, soit sucré pendant ou avant l'évaporation et emballé sans stérilisation, pour obtenir un lait concentré sucré stable.

6-2-6-La déshydratation du lait :

Le lait peut être séché sur cylindre ou par atomisation, il n'est pas stérile mais il est stabilisé par déshydratation (obtenir une faible activité d'eau a_w). Les traitements thermiques subis laissent subsister des bactéries sporulées aérobies ou anaérobies mésophiles ou thermophiles (*Clostridium sp...*). Si l'humidité augmente, les laits secs peuvent être dégradés par ces bactéries ou par d'autres germes ayant contaminé au moment d'emballage (Entérobactéries, levures, moisissures...etc.).



Chapitre II
Des Procédés De
Déshydratation Et
Séchage Du Lait

II-1- Généralités sur le séchage

Le séchage consiste à faire passer de l'eau de l'état liquide dans le produit à l'état de vapeur hors du produit. Ce changement de la phase demande beaucoup d'énergie ; il faut donc utiliser la meilleure stratégie pour transférer l'énergie à l'eau du produit. Puisque le séchage ou l'air sert de caloporteur n'est pas très efficace sur le plan énergétique. On procède pratiquement toujours à une concentration préalable du lait. La concentration par procédé à membrane, bien que très efficace à faible concentration de solides, ne permet pas d'atteindre des teneurs très élevées en solides. L'évaporation sous vide est le moyen privilégié par l'industrie laitière pour atteindre des niveaux de solides élevés (VIGNOLA et coll., 2002).

Le séchage est un procédé de conservation extrêmement ancien, dont l'objet principal est de convertir des denrées périssables en produits stabilisés par l'abaissement de « l'activité d'eau » de produit. Le procédé de séchage du lait est conçu de telle manière à soumettre le produit à des conditions de température relativement douces, et le transformer en solide. La poudre du lait obtenue contient de 2.5 à 5 % d'eau (MICHEL et coll., 2002).

De nombreux produits alimentaires et biologiques, subissent un séchage lors de leur transformation et/ou de conservation. C'est souvent une opération de formulation plus que fabrication, qui intervient avant l'étape de commercialisation, et qui contrôle en grande partie la qualité du produit (BIMBENET et coll., 2002).

Les raisons de séchage de lait sont presque aussi nombreuses, mais elles peuvent être regroupées en 04 catégories principales :

-Assure par la diminution du contenu en eau, jusqu'à un niveau où le développement microbien et les réactions de dégradation ne peuvent plus avoir lieu (MICHEL et coll., 2002).

-Permettre ou faciliter la conservation, et amortir le caractère saisonnier des produits.

-Réduire le poids et le volume du lait ce qui diminue les frais de transport.

-Donner une présentation, une structure ou une fonctionnalité particulière (DOHMERS, 1995).

Les deux principaux problèmes techniques attachés au séchage sont :

- Le risque d'altération de la forme, de la texture et des qualités nutritionnelles et organoleptiques du produit.

- La consommation énergétique considérable ; en effet, On estime que le secteur agroalimentaire consacre 60 % de sa consommation d'énergie au séchage (BIMBENET et coll., 2002).

II-2- Historique de séchage du lait

Une des premières descriptions du séchage de lait est rapportée par Marco Polo au XII^{ème} siècle. Les tartares obtenaient un lait desséché en exposant aux rayons solaires de minces couches de lait (MICHEL et coll., 2002).

Six siècles plus tard, la fabrication du lait sec ou lait en poudre a été tentée par PARMENTIER en 1805, mais c'est GRENWALD en 1855, qui réalisa les essais industriels (VEISSEYRE, 1979).

Le premier dispositif de séchage du lait fut celui à rouleau de JUST-HATMAKER, breveté en 1902, puis le brevet pour une évaporation de lait fut délivré à KRAUSE en 1912, GRAY JENSEN fut le premier aux États-Unis (LUQUET, 1990).

Toutefois, il fallut attendre le début de XX^{ème} siècle pour voir s'implanter dans divers pays, surtout aux U.S.A, une puissante industrie du lait en poudre. En 1939, la 2^{ème} guerre mondiale favorisa considérablement son développement. Les livraisons de lait sec américain palliant, dans une mesure appréciable, la sévère pénurie des produits laitiers en Europe. En effet, cette région souffrait pendant les années qui ont immédiatement suivi la fin des hostilités (VEISSEYRE, 1979).

II-3-Définition du lait en poudre :

Vue l'arrêté du 02/12/1998 relatif aux spécifications techniques des laits en poudres et aux conditions et modalités de leurs présentation ; le lait en poudre ou lait sec ou lait déshydraté, est le produit solide obtenue directement par élimination de l'eau du lait.

Les normes algériennes exigent qu'il soit fabriqué selon le procédé « Spray » et être de la qualité A pour l'alimentation humaine (Catégorie A : moins de 10.000 germes totaux par millilitre).

On entend par lait en poudre ou lait déshydraté ou lait sec, le produit solide obtenu directement par élimination de l'eau du lait (C.A.C.Q.E, 1998).

II-4-Composition et propriétés physico-chimiques du lait en poudre :

II-4-1-Propriétés physico-chimiques :

Le lait en poudre se présente sous l'aspect d'une poudre homogène, ne contenant pas d'impuretés de grumeaux ni de parcelles colorées (Article3 : arrêté interministériel du 02/12/1998).

L'aspect, la composition et la structure physico-chimique sont variables avec les conditions technologiques dont lesquelles a été préparé.

Selon la structure physico-chimique, la poudre de lait est caractérisée par certains paramètres qui sont :

1/ La densité :

Elle exprime par la densité d'air contenu à l'intérieur de chaque particule de la poudre de lait (VEISSEYRE, 1979).

Elle est de 0.45 pour le lait en poudre entier, de 0.48 pour le lait en poudre écrémé (Anonyme, 2001).

2/ La mouillabilité :

Elle règle l'aptitude à la reconstitution par addition d'eau. La mouillabilité dépend de très nombreux facteurs : la composition des particules est l'un des plus importants, une forte teneur en matière grasse et la taille des particules de la poudre du lait (VEISSEYRE, 1979).

Les poudres agglomérées ont une meilleure capillarité, par conséquent une mouillabilité accrue. On obtient également une meilleure mouillabilité avec des particules de plus grande taille (130 à 150 µm) (DOHMERS, 1995).

3/ La dispersibilité :

On obtient une bonne dispersibilité lorsque les poudres ajoutées à l'eau ne dispersent individuellement sans faire de grumeaux. La structure des particules des poudres, ainsi que la confirmation des molécules protéiques sont très importantes. Une poudre ayant une forte teneur en protéines dénaturées est difficile à disperser (DOHMERS, 1995).

4/ La solubilité :

La question de solubilité présente une importance capitale dans l'étude des caractéristiques physiques de la poudre de lait. La solubilité c'est la faculté qu'a le lait desséché de se mélanger avec de l'eau pour former une solution, une suspension ou une émulsion qui reproduiront les caractéristiques physiques du lait naturel. La solubilité du lait en poudre à l'état rigoureusement frais varie avec le procédé appliqué pour sa fabrication, avec l'acidité du lait liquide qui a été desséché et avec certaines conditions dépendant du mode opératoire employé pour la dessiccation (SUPPLEE et BELLIS, 1993).

La solubilité des poudres de lait est un excellent critère de qualité et de la valeur alimentaire. En effet, la diminution de la solubilité est généralement provoquée par des phénomènes physico-chimiques qui abaissent également la valeur alimentaire des poudres (DUPIN et coll., 1992).

Cette propriété détermine la façon dont les poudres se dissolvent et forment une suspension stable. Le degré de solubilité dépend beaucoup de la technologie utilisée pour la fabrication de la poudre. (DOHMERS, 1995).

Selon VEISSEYRE (1979), le lait en poudre est caractérisé par des constantes physico-chimiques spécifiques :

-L'acidité :

0.11 – 0.15 % pour le lait 28 % MG.

Maximum 0.11 % pour le lait écrémé.

Maximum 0.116 % pour le lait 26 %MG.

-Humidité :

Maximum 03 % pour le lait 28 % MG.

Maximum 04 % pour le lait écrémé.

Maximum 02.78 % pour le lait 26 %MG.

-pH : 06.6**II-4-2-Composition chimique moyenne des laits en poudre :**

La composition des laits secs entiers est portée dans le tableau

Tableau N°05 : Composition des laits secs entiers (FEINBERG, 1996)

Constituant	Moyenne
Eau	30.0 g/kg
Matière sèche	970.0 g/kg
Azote total	40.8 g/kg
Protéines	260.0 g/kg
Lipides totaux	263.0 g/kg
Glucides disponibles	394.0 g/kg
Vitamines	61.0 g/kg

Minéraux	33.8 g/kg
Energie	4880.0 kcal/kg 2045.0 kJ/kg

II-4-2-1-Eau :

La quantité d'eau qui reste dans les poudres après le séchage est un facteur très important de conservation. Au delà de 5 %, on observe un début de cristallisation du Lactose et une série de transformations qui l'accompagne : mauvaise odeur, prise en masse, augmentation de l'acidité, diminution de la solubilité et le brunissement (réaction de MAILLARD) (VEISSEYRE, 1979).

II-4-2-2-Les glucides :

Selon LUQUET(1985), le principal sucre du lait est le lactose, c'est le composant majeur des poudres. Ce sont les deux oses qui le composent : glucose et galactose, il forme avec les minéraux du lait le lactosérum.

On constate la présence d'autres sucres dans le lait en faibles quantités tels que :

- **Les glucides azotés :**

- N-acetylglucosamine.
- N-acetylgalactosamine

- **Les glucides azotés acides :**

Acide N-acetylneuraminique

II-4-2-3-Les protéines :

Le lait en poudre contient au minimum 34 g de protéines par 100 g d'extrait sec dégraissé (article 4 : arrêté au 27/10/1999), sa teneur en protéines joue un rôle important dans sa transformation technologique (GOURSAUD et QUINQUE, 1980).

L'état de ces protéines après séchage joue un rôle majeur au point de vue des possibilités de reconstitution du lait (VEISSEYRE, 1979).

Elles sont le support de sa richesse nutritionnelle, elles comprennent 78 % de caséines, 16.8% des protéines solubles et 5% de substances azotées non protéiques (MICHEL et coll, 2002).

La caséine, la fraction la plus importante, est insensible à la chaleur, par contre ; les micelles de caséinate- phosphate sont sensibles et leur destruction est un phénomène irréversible qui compromet définitivement la mise en solution (VEISSEYRE, 1979).

II-4-2-4-Matière grasse :

Selon ALAIS (1975), la matière grasse est un facteur très important d'appréciation de la qualité, sa teneur varie selon le type du lait sec (entier, écrémé, demi-écrémé).

La matière grasse du lait se trouve sous deux formes différentes :

-Lipides :

-Simple : Glycérides, Stérides.

-Complexe : Céphalines, lécithines.

-La fraction insaponifiable : -Caroténoïdes.

-Tocophérol.

-Stérol.

Les triglycérides représentent 98% des lipides, ils renferment des acides gras saturés tels que l'acide butyrique (C4), l'acide stéarique (C18) avec une forte proportion d'acide palmitique (C16), associés à des acides gras insaturés tels que l'acide oléique (18 :1).

Les phospholipides représentent 1 % de la matière grasse du lait entier dont la majorité, sont liée aux protéines.

Les vitamines sont associées à la matière grasse, ces substances protègent celle-ci de l'oxydation, tels que tocophérol (vitamine E) qui résiste bien au traitement thermique (ANONYME, 2002).

II-4-2-5-Sels minéraux et acides organiques :

Selon LUQUET (1985), la teneur totale varie selon les laits, en général, la poudre contient en poids au maximum 8g/100g (Art 9 : arrêté interministériel du 02/12/1998).

Les acides phosphoriques et citriques, calcium, magnésium et le phosphore sont les plus importants, il existe aussi l'acide neuraminique, des acides gras libres, quelques acides aminés libres, l'acide lactique, acétique. Le calcium, magnésium et le phosphore sont des macros éléments dont leur répartition dans le lait en poudre est :

Ca	{	2/3 lié à la micelle, dont	{	21 % lié aux caséines.
				46% sous forme $(\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3$.
		1/3 non micellaire, dont		21.5 % sous forme de citrates ou phosphates.
				11.5 % sous forme Ca^{+2} libre.
P	{	1/2 lié à la caséine, dont	{	19% organique (protéique phosphorylée).
				30% $(\text{PO}_4)_2 \text{CO}_3$.
		1/2 non micellaire, où		17% organique (phospholipides).
				34% minéral libre.
Mg	{	1/3 micellaire		
		2/3 libre		

Alors que le Zinc, Fer, Cuivre, Manganèse sont naturellement présents dans le lait en poudre en très faible quantité, la présence du Plomb, Cadmium et Mercure et l'arsenic peut résulter d'une pollution.

L'iode est présent en quantité notable, les autres sels comme Sélénium, Silicium, Brome, Fluor, Aluminium, Chrome et Molybdène sont présents en faible quantité.

La plupart des métaux lourds sont liés à la phase grasse, par contre ; le Zinc est aussi abondant dans le lait écrémé que dans celui entier, il est en majeure partie associé à la caséine (ANONYME, 2001).

II-4-2-6-Les vitamines :

Ce sont des substances organiques sans valeur énergétique propre mais nécessaires à la croissance, l'entretien et le fonctionnement de l'organisme.

Les teneurs des poudres sont assez faibles surtout en vitamines sensibles au traitement thermique, toutefois : elles peuvent être additionnées à la poudre du lait pour l'enrichir dans le cas des laits en poudres spéciaux.

On distingue deux grands groupes de vitamines :

- Les vitamines liposolubles : telles que vitamine A, D et E.
- Les vitamines hydrosolubles : telles que les vitamines du groupe β (β_1 , β_2 , β_5 , β_6 , β_{12}) la vitamine C et PP. (BENEDICTE, 1995).

II-5-Les poudres de lait et leur classification.

Il existe plusieurs classification des poudres de lait, certains sont classées selon leur composition en matière grasse (APFELBAUM et coll, 1982). D'autres poudres sont classées selon l'index thermique, appelé aussi index de dénaturation des protéines, il existe aussi une autre classification basée sur leur utilisation (LUQUET et BOUDRIERT, 1981).

II-5-1-Classification selon la composition en matière grasse.

On distingue trois types principaux des poudres de lait (VEISSEYRE, 1979).

- 1-Poudres de lait à 0 % de matière grasse (poudre de lait écrémé).
- 2- Poudres de lait à 28 % de matière grasse (poudre de lait entier).
- 3- Poudres de lait à 26 % de matière grasse (poudre de lait semi écrémé).

II-5-2-Classification selon l'index thermique (AFRI, 2001).

Elle prend en considération l'intensité des traitements thermiques subit par le lait au cours du séchage ainsi on distingue :

- Poudre « basse température » : moins de 6 mg de protéines solubles par g « Low heat ».
- poudre « haute température »: 1.5 mg de protéines solubles par g « High heat ».
- poudre « moyenne température » : entre 1.5-5.99mg de protéines solubles par g «Medium heat ».

II-5-3Classification selon leurs utilisations.**a- Poudre du lait destiné aux industries alimentaires.**

Les poudres de lait sont éventuellement destinées aux industries laitières pour être utilisées directement dans la reconstitution du lait et la production de ses dérivées (yaourt, fromage, ...) (LUQUET et BOUDRIERT, 1981).

b- Poudre de lait destiné à la consommation humaine.

La poudre de lait écrémé est employée comme additif alimentaire par les fabricants de crème glacé, des pâtes alimentaires, les biscuiteries, les chocolateries.

La poudre de lait entier existe sous forme de deux catégories.

1-Laits entiers destinés aux adultes.

2-Laits infantiles : ce sont des laits en poudre spécialement conçus pour s'adapter aux besoins des nourrissons. Leur dénomination légale est : « aliments lactés diététiques pour nourrissons ».

II-6-Technologie et fabrication.**II-6-1-Technologie du lait en poudre.**

Selon la loi sur les aliments et drogues du Canada, les poudres de lait sont des produits résultant de l'enlèvement partiel de l'eau du lait (VIGNOLA, 2002).

Cette déshydratation ne s'effectue pas à une température suffisamment élevée, il faut qu'elle soit obligatoirement précédée d'une pasteurisation efficace.

La fabrication du lait en poudre que ce soit entier ou écrémé passe par plusieurs étapes à l'exception de celle d'écémage qui entre dans la fabrication du lait sec écrémé (PIEN, 1975).

II-6-1-1-Opérations préalables de Séchage du lait.**6-1-1-1-Réception, collecte et refroidissement du lait.**

En vue de traitement industriel, il est procédé à la traite mécanique pour recueillir le lait dans un état d'équilibre stable.

Afin de rationaliser la collecte, le lait est stocké à la ferme dans des cuves réfrigérées à 04 °C pendant 48 heures en moyenne, collecté en citerne. Les différents laits crus réfrigérés sont mélangés et transportés à l'usine.

Le lait cru réfrigéré âgé de 48 heures n'a plus les caractéristiques du lait frais issu de la mulsion (traite).

Le but de la conservation au froid est de conserver la qualité initiale du lait jusqu'au moment de sa transformation, il doit intervenir dès la fin de la traite et pour une durée de conservation donnée (JACOUET et THERVENOT, 1961).

6-1-1-2-Standardisation.

Consiste à régler la composition du lait de point de vue extrait sec et de la matière grasse afin que celui-ci ait finalement une composition constante, cette opération est consacrée pour la fabrication du lait sec entier (MANSAR, 1984).

6-1-1-3-Epuration physique.

Par ce moyen, on élimine rapidement et complètement les particules du lait même pour les plus fines.

6-1-1-4-L'homogénéisation.

Le but est de maintenir la matière grasse du lait sous forme d'émulsion en suspension dans la phase aqueuse du lait entier.

6-1-1-5-Ecémage.

On procède à l'écémage pour la fabrication des laits secs écémés. Le but consiste à enlever la majeure partie de la matière grasse. Le principe de cette opération est basé sur l'utilisation d'une force centrifuge destinée à séparer la crème du lait (MANASAR, 1984).

6-1-1-6-Préchauffage.

Au cours de la chaîne de fabrication du lait sec, on procède à un préchauffage en vue de détruire les germes et inactiver les enzymes les plus thermorésistants, et éviter les chocs thermiques.

Cependant ce traitement thermique favorise la libération des dérivés sulfhydriles à partir des protéines, agissant comme antioxydants et protégeant la matière grasse de la poudre au cours du stockage (VEISSEYRE, 1979).

6-1-1-7-Concentration par évaporation.

Elle est pratiquée sous vide, elle consiste à un transfert de matière, c'est-à-dire le passage de l'eau du lait à l'état de vapeur laissant un liquide plus concentré (ANONYME, 2002).

6-1-1-8-Séchage.

Le séchage ou dessiccation est l'un des anciens procédés de préservation des aliments, on entend généralement par déshydratation un procédé permettant d'enlever par vaporisation de la majeure partie d'eau d'un aliment (Figure N° 01 et 02). Du fait d'une faible activité de l'eau, les microorganismes ne peuvent pas proliférer et la plupart des réactions chimiques et enzymatiques de détérioration sont ralenties (BESANCON et CHEFTEL, 1977).

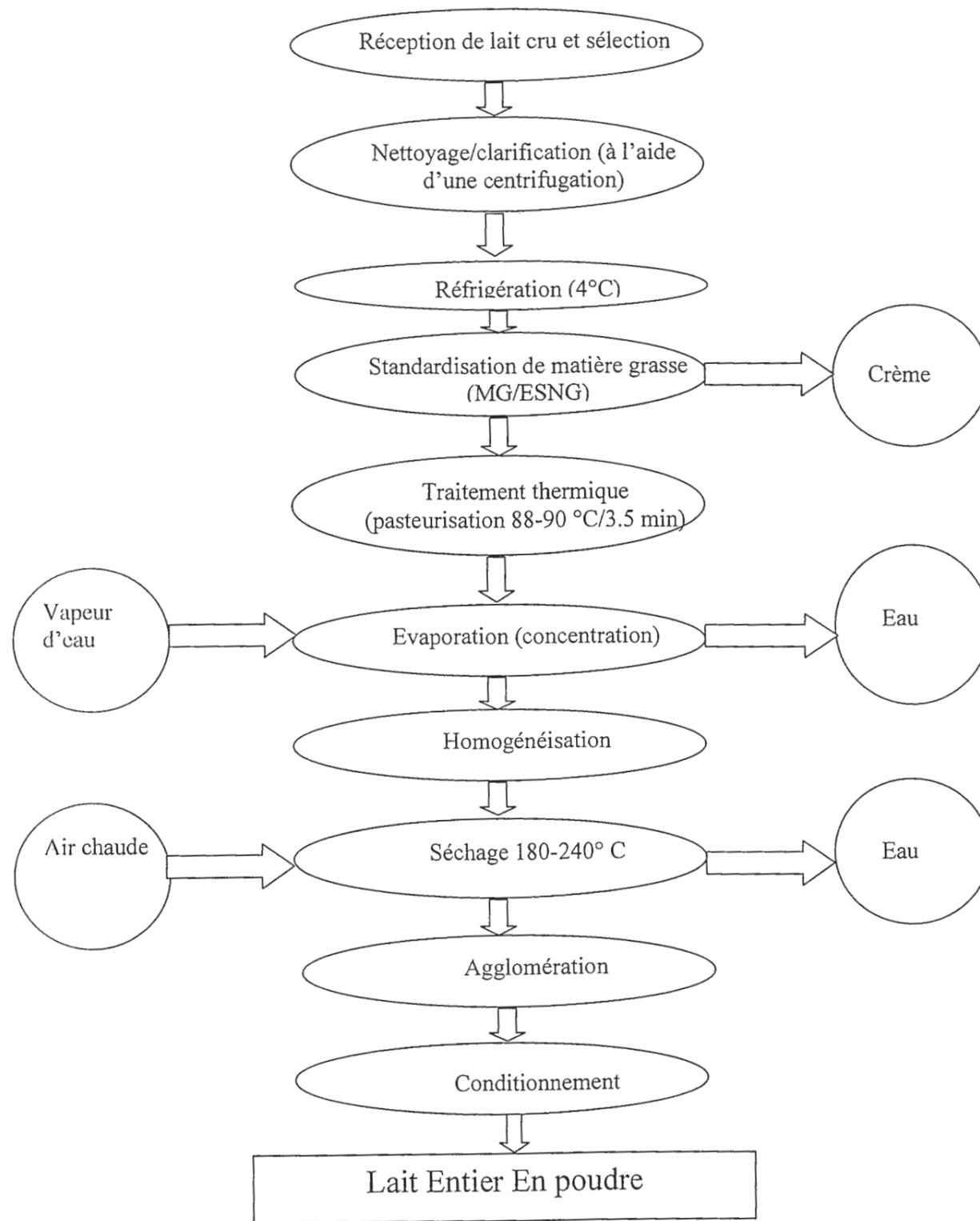


Figure N°01 : Etapes essentielles de fabrication de la poudre de lait entier (ANONYME, 2002).



Figure N°02 : Schéma du procédé de fabrication de poudre de lait écrémé (VIGNOLA ..., 2002).

II-6-2-Procédés de fabrication.

Il existe deux procédés industriels de dessiccation :

- Séchage en film sur cylindre chauffant.
- Séchage par atomisation en atmosphère d'air surchauffé.

6-2-1-Séchage sur cylindre ou procédé « JUST-HATMAKER ».

Le lait préalablement concentré est déposée sur un ou deux cylindres à l'intérieur desquels règne une pression de vapeur de 4 à 6 kg/cm² (140 ° à 160 °C) (PIEN, 1975).

Le lait se répartit uniformément sur leur surface sous forme de fine pellicule sèche qui est détachée par un couteau racleur, collectée, broyée et tamisée. La vapeur d'eau formée est aspirée par une hotte placée au dessus des cylindres. Les particules fines après broyage par le marteau et le refroidissement, elles sont criblées et ensuite emballées, ces particules ont une forme d'écaille et sont plates (VEISSEYRE, 1979).

La poudre est peu soluble et peu agréable, elle se présente sous forme de plaquettes rugueuses et de teinte brunâtre, c'est une poudre qui est difficilement reconstituable dans l'eau sans traitement thermique à cause des problèmes de mouillabilité de la poudre, des grumeaux se forment et sont lentement mouillés et dissout (LUQUET, 1981).

Ce procédé entraîne une dessiccation rapide, mais par contre entraîne des modifications sensibles de la structure physico-chimique qui sont irréversibles. Les températures élevées provoquent une dénaturation des protéines lactiques, une caramélisation du lactose et un brunissement dû à la réaction de Maillard, en raison de la dénaturation des protéines (VEISSEYRE, 1979).

On tente avec succès d'améliorer, en opérant sous vide donc une température beaucoup plus réduite (VEISSEYRE, 1992).

6-2-2-Le procédé du Brouillard « Spray process ».

Le séchage par atomisation est la méthode de séchage la plus souvent utilisée pour le lait en poudre (Figure N°03). Le lait est d'abord concentré dans des appareils à multiples. Ensuite, le lait concentré (50 à 60 % de la matière sèche) est introduit au sommet de la tour d'atomisation (ROUX, 1994).

Ce lait est pulvérisé sous la forme d'un brouillard dans une vaste chambre parcourue par un courant d'air chaud (150°-160 °C) (figure N° 04). L'évaporation de l'eau est instantanée, l'abaissement de la température provoque l'apparition de fines particules sphériques (TREMOLIERE, 1984).

Les particules de poudre se retrouvent au fond du cyclone de l'enceinte cylindro-conique, tandis que l'air humide est éliminé (ROUX, 1994).

La poudre « Spray » obtenue par ce procédé est formée de particules plus blanches, généralement sphériques et lisses, dont les dimensions sont fonction de la teneur en matière sèche du lait entrant dans la tour de séchage, au dispositif de pulvérisation et des conditions dans lesquelles il fonctionne (VEISSEYRE, 1992).

Ce procédé est recommandé pour tous les produits thermolabiles, car il respecte la composition chimique de la matière traitée (ADRIN et al, 1981).

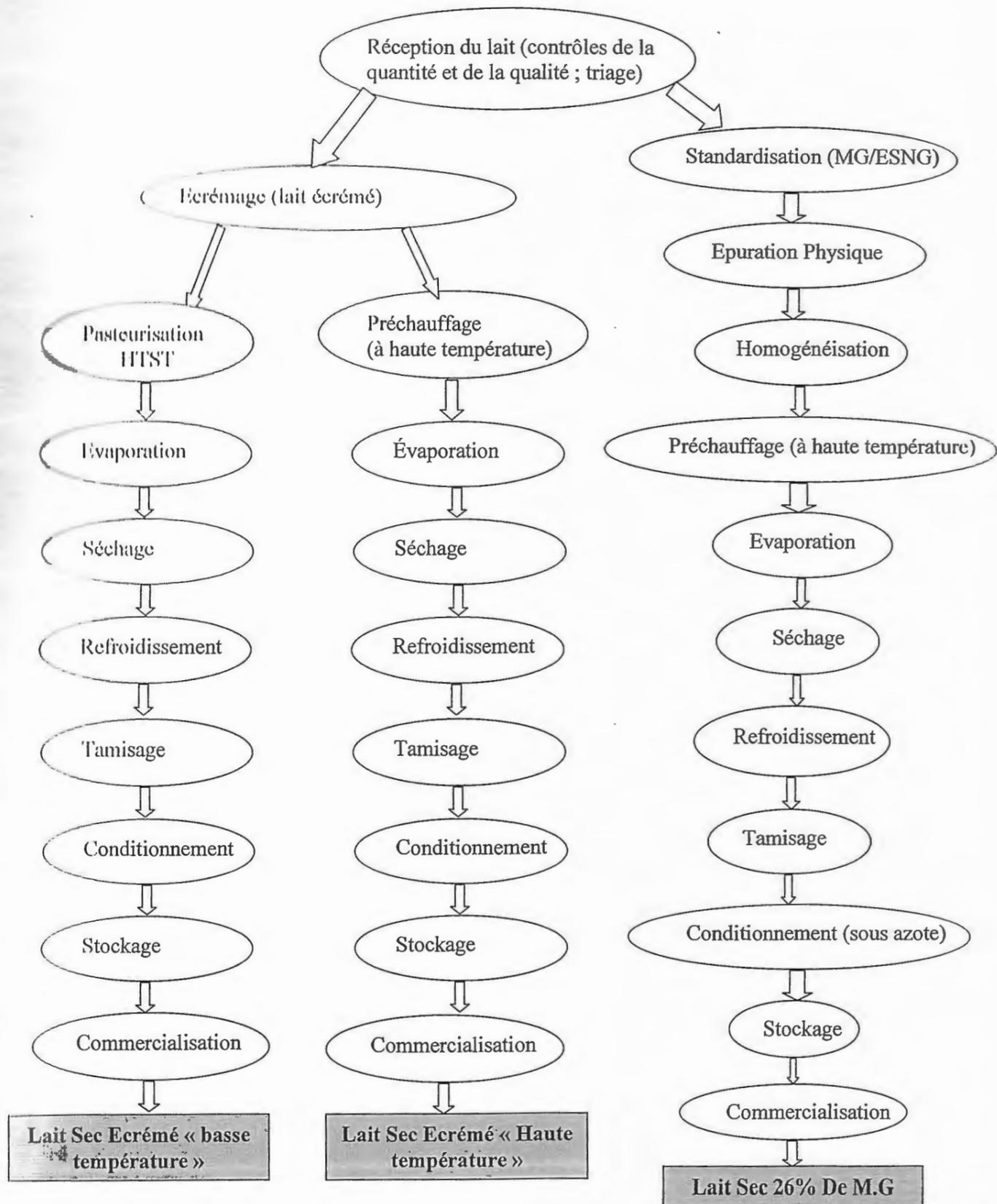
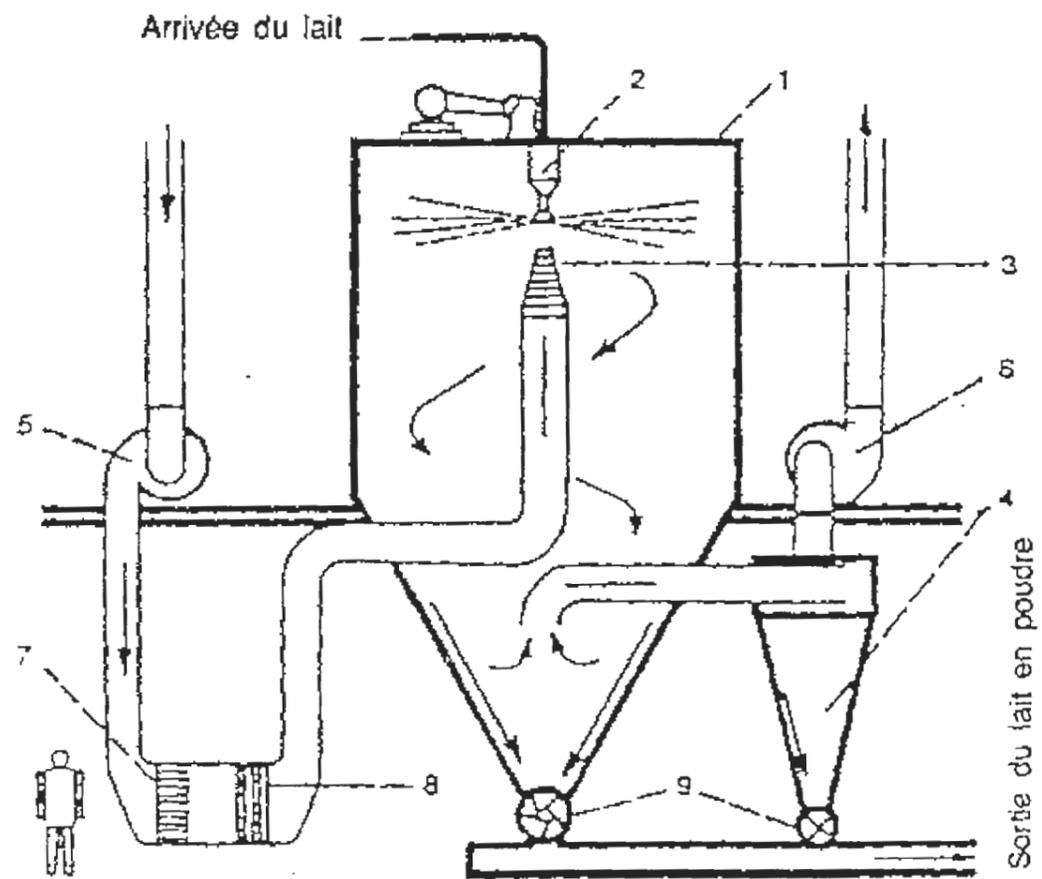


Figure N°03 : Procédé de fabrication des lais secs « Spray » (VEISSYRÉ, 1979).



- | | |
|--|---------------------------|
| 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. Calorifère |
| | 9. Distributeur de sortie |

Figure N°04 : Séchage du lait par le procédé Spray (Atomisation) (VEISSYRE ,1979).

-Comparaison entre les poudres de lait obtenues par les deux procédés de dessiccation : (Séchage par cylindre ou par atomisation « Spray »).

Tableau N°06 : Aperçu des propriétés physico-chimiques de lait en poudre (ANONYME, 2006).

	Poudre issue d'un séchage par atomisation	Poudre issue d'un séchage par cylindre
Structure des particules	Particules sphériques d'inclusion d'air.	Compacte, forme irrégulière, pas d'inclusion d'air.
Surface des particules	Lisse en partie pliée.	Rugueuses.
Dimension des particules	10-250 µm	/
Densité apparente [g/cm ³]	0.50-0.70	0.3-0.5
Solubilité, dénaturation	Dénaturation de protéines peu élevée. ↓ Bonne solubilité.	Taux de dénaturation élevée des protéines. ↓ Mauvaise solubilité.
Teneur en oxygène résiduel dans les poudres contenant matière grasse	< 0.01 ml d'O ₂ /g	/
Brunissement dû à la réaction de Maillard	Peu marqué.	Plus marqué.

II-7-La qualité de la poudre de lait.

La qualité d'un lait en poudre est déterminée par plusieurs paramètres :

Du point de vue organoleptique, le lait doit se présenter sous forme de poudre jaunâtre, de franc d'odeur, un goût doux sans saveur anormale (goût de cuit, de brûlé, de rance,...).

Du point de vue physico-chimique, la teneur du lait en poudre en composants nutritionnels doit être conforme aux normes homologuées et couvrir les besoins énergétiques et nutritionnels journaliers.

En ce qui concerne la toxicologie, le lait en poudre doit être exempt d'impuretés, de colorants, et d'une manière générale de toute substance étrangère nocive ou toxique.

-Les spécifications toxicologiques du lait en poudre :

-Antiseptiques.....	Absence
-Antibiotiques.....	Absence
-Dioxines.....	Absence
-Fer.....	(10 ppm) 10 partie par million au maximum
-Cuivre.....	(10 ppm) 1.5 partie par million au maximum

(Article 6 : Arrêté du 27/10/1999)

Tableau N°07: les concentrations radioactives maximales dans le lait en poudre (Article 7 : arrêté du 27/10/1999).

Source	Concentration
Américium 241	1 Becquerel /kg
Plutonium 239	1 Becquerel /kg
Iode 131	100 Becquerel /kg
Strontium 90	100 Becquerel /kg
Césium 134	1000 Becquerel /kg
Césium 137	1000 Becquerel /kg

Enfin, du côté microbiologique, la poudre du lait ne doit pas contenir sous aucune forme de germes pathogènes (*Salmonelle*, *Clostridium*-sulfito-réducteur...). Donc le contrôle microbiologique est qualitatif et non quantitatif.

-La qualité microbiologique de lait sec :

Pour les lais modifiés industriellement, les traitements peuvent entraîner une modification de composition (lait écrémé, demi écrémé et lai entier). Un traitement thermique destiné à éliminer un grand nombre des germes pathogènes, et prévenir l'altération rapide et spontanée du lait (GUIRAUD et GALZY, 1980).

Les traitements subits peuvent favoriser le développement des bactéries sporulés aérobies ou anaérobies mésophiles ou thermophiles (*Clostridium thermosaccharolyticum*, *Desulfotomaculum nigrificans*).

Si l'humidité augmente, les laits secs peuvent être dégradés par ces bactéries ou par d'autres germes ayant contaminé au moment de conditionnement (levures et moisissures, Entérobactéries dont *E.coli*, *Microcoques* et *Streptocoques* β - hémolytiques). Des problèmes sanitaires liés à la présence de certaines de ces bactéries, tels que *Staphylococcus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, ainsi qu'à celle des mycotoxines, sont rares (GUIRAUD, 2003).

-Les normes bactériologiques de la poudre de lait :

- Absence de germes pathogènes (*Salmonella*).
- Germes aérobies totaux correspondent à 50 000 germes/millilitre.
- bactéries coliforme correspondent à 5 bactéries / gramme.
- Absence des *Clostridium*-Sulfito-réducteurs.
- Absence de *Staphylococcus aureus*.
- Levures et moisissures 50germes/gramme.
- Absence des Antibiotiques.
- Germes aérobies mésophiles à 30° C, Maximum : 10 000 germes /gramme. (J.O.N° 35 du 27/05/1998).

II-8-Les niveaux de contrôle.

Le procédé de production du lait en poudre comprend une série de différents stades, à savoir la réception et la sélection du lait cru, le traitement thermique, l'évaporation, l'homogénéisation, la déshydratation par Spray, le conditionnement et le stockage. Dans la réalisation d'un processus soumis au système obligatoire d'auto contrôle, et pour éviter tout ceci, il faut toujours respecter et appliquer à chaque étape la méthode H.A.C.C.P (ANONYME, 2007).

Le lait en poudre comme étant un produit alimentaire doit répondre aux normes réglementaires, dans le cas contraire, il y aurait certaines anomalies au niveau de la fabrication et par conséquent du produit fini, et pour éviter toutes les anomalies, il faut contrôler ces variations à plusieurs stades :

1-Le contrôle du lait cru après la collecte:

Il s'agit de connaître essentiellement la charge microbienne globale en vue de vérifier sa qualité hygiénique et aussi de vérifier sa composition.

2-le contrôle du lait cru au cours de la fabrication :

Le but est de déterminer l'aptitude du lait à la transformation et de surveiller la qualité du lait au cours de la chaîne de fabrication.

3-Le contrôle des produits finis mis à la distribution et à la consommation :

Et ceci pour respecter les normes microbiologiques et compositionnelles en vue de protéger la santé du consommateur. (SCRIBANRENE, 1998).

II-9-Conservation, usages et défauts de lait en poudre.

9-1-Conservation de la poudre de lait.

La conservation de la poudre pose des problèmes, Malgré le préchauffage à haute température tout risque de rancissement n'est pas complètement écarté.

On outre, l'auto-oxydation de la matière grasse peut se produire l'influence de certains facteurs : lumière, acidité, présence des métaux catalyseurs (fer et surtout cuivre) et présence d'oxygène dans la poudre. Ce dernier point étant le plus important, on généralise aujourd'hui le conditionnement en boîte sous atmosphère d'azote ou de gaz carbonique. La proportion d'oxygène qui subsiste, doit être inférieure à $0.02 \text{ cm}^3/\text{g}$ de poudre (VEISSEYRE, 1979).

Il importe de conserver la poudre au sec et à température ambiante inférieure à 30°C . En effet, des études de Mauron ont montré qu'au dessus de cette température, la valeur biologique des protéines peut baisser de 40% au cours d'un entreposage de quelques mois par la réaction de Maillard (LEDRER, 1983).

La poudre de lait entier peut s'altérer par le rancissement ou suifage de la matière grasse, inversement la poudre de lait écrémé est d'une conservation fort aisée. Pour cela, on généralise aujourd'hui, la conservation par conditionnement sous atmosphère inerte ou sous vide afin de réduire, les risques d'accidents (VEISSEYRE, 1992).

9-2-Conditionnement et emballage.

Afin de conserver la qualité du lait en poudre, un emballage approprié est important. L'emballage doit protéger le lait en poudre contre l'humidité, la lumière et les souillures. A cet effet, il faut naturellement remplir les exigences en matière de logistique (ANONYME, 2007).

La composition du lait en poudre peut être modifiée au cours du stockage par plusieurs facteurs (VEISSEYRE, 1979).

A cette raison, il faut que le conditionnement s'effectue sous l'azote ou gaz carbonique (pour diminuer la proposition d'oxygène) et prolonger la durée de conservation du lait en poudre (6 mois jusqu'à 24 mois) à température ambiante (VIGNOLA, 2002).

La poudre de lait conditionnée dans des sacs de papiers à plusieurs épaisseurs doublés de polyéthylène ou dans des boîtes métalliques revêtues d'un vernis avec

Possibilité d'ajouter un additif alimentaire (stabilisant, émulsifiant ou antiagglomérant) (VEISSEYRE, 1979).

Le conditionnement de lait écrémé en poudre destiné au consommateur final, peut se faire en sacs, généralement de 25 kg ou d'autres types d'emballage en plastique, en carton ou en métal. Les emballages doivent autant que possible porter indication de la nature du produit, de sa teneur en matière grasse, du nom de fabricant ainsi qu'un code permettant de connaître la date et le lot de fabrication (BROCHU et coll., 1984).

Dans la poudre de lait entière ou dans la poudre issue de lait partiellement écrémé, la matière grasse du lait peut être oxydée. La présence de la conservation élevée en oxygène dans l'emballage ainsi que la lumière et les ions métalliques tels que le cuivre et le fer et dans une moindre mesure d'autres métaux, favorisent cette oxydation, et pour éliminer l'oxygène par le biais d'emballage sous vide ou d'emballage sous gaz protecteur (ANONYME, 2007).

9-3-Étiquetage.

L'étiquetage des laits en poudre préemballés pour la vente au détail doit contenir les mentions obligatoires :

- Le nom ou l'adresse de la personne fabricant, distributeur ou importateur.
- La dénomination de vente « lait en poudre sec ou déshydraté, Entier, partiellement écrémé ou écrémé ».
- La composition (liste des ingrédients, le pourcentage de matière grasse...).
- La quantité nette et le numéro de lot et le numéro d'identification officiel d'usine.
- la date de fabrication et la date limite de consommation.
- Le mode d'emploi et les conditions particulières de conservation.

Ces mentions doivent être portées sur l'emballage en langue nationale et à titre complémentaire, dans une autre langue, de façon visibles, lisibles et indélébiles (C.A.C.Q.E., 1998).

9-4-Stockage de la poudre de lait.

Le lait en poudre est stocké à température ambiante, le lait en poudre peut être conservé moins longtemps que le lait écrémé en poudre en raison d'oxydation de la matière grasse (ANONYME, 2007).

Il importe de conserver la poudre au sec et à température ambiante modérée. Le produit est très hygroscopique. Au delà de 5 % d'humidité, des transformations rapides accompagnant la cristallisation du lactose : prise en masse, acidification, brunissement, diminution de la solubilité et mauvaise odeur (DUPIN et coll., 1992).

Les produits finis préemballés doivent être entreposés dans des conditions de manière à empêcher leur contamination et à préserver leur intégrité (bateau, entrepôts et magasins de vente au détail) (C.A.C.Q.E., 1998).

Le lait en poudre est stocké à température ambiante, il peut être conservé moins longtemps que le lait écrémé en poudre en raison de la possibilité d'oxydation de la matière grasse (ANONYME, 2007).

9-5-Les bons usages de lait en poudre.

Le lait en poudre constitue un excellent aliment aux utilisations multiples, non seulement, lorsqu'il est entier, on le consomme après reconstitution du lait liquide mais, sous forme de poudre écrémé (VEISSEYRE, 1979).

La poudre de lait a de multiples usages, et notamment appréciée en tant qu'adjuvant précieux dans tous les aliments aussi du point de vue nutritif que techno fonctionnel (ANONYME, 2007).

Le lait sec « constitue un excellent aliment aux utilisations multiples, il est utilisé dans le cadre de fabrication d'aliments, il sait émulsionner, gélifier, sucrer, fixer les arômes et favoriser la coloration (ANONYME, 2002).

- En boulangerie, la poudre de lait ajoutée à la pâte augmente le volume du pain et améliorer son pouvoir de liaison aqueuse : le pain reste frais plus longtemps.
- En pâtisserie ; elle permet de rendre la pâte plus croustillante.
- Elle remplace les œufs dans certains pains et gâteaux.
- Fabrication industrielle du chocolat au lait.
- Dans l'industrie alimentaire et la restauration, fabrication de saucissons et de différents plats préparés.
- Fabrication de crèmes glacées (DOHMERS, 1995).

9-6-Défauts de la poudre de lait.

Les défauts des produits laitiers secs peuvent être de différentes natures et avoir comme origine le produit, les conditions de séchage ou les conditions d'entreposage. Le tableau 08 énumère quelques uns des défauts principaux de quelques produits et leur origine potentielle.

Tableau N°08 : Défauts des poudres lactiques et causes potentielles (VIGNOLA, 2002).

Produits	Défauts	Causes potentielles
Poudre de lait entier	○ Oxydation	▪ Emballage perméable à l'oxygène ; ▪ Humidité trop élevée ou trop basse ;
	○ Mottage	▪ Cristallisation du lactose, humidité élevée ou prise d'humidité ;
	○ Insoluble élevé	▪ Température de séchage trop élevée ;
	○ Particules brûlées	▪ Collage dans la tour, atomisation défectueuse ;
	○ Réhydratation difficile	▪ Air occlus, lecthination/ agglomération déficiente ;
Poudre de	○ Mottage	▪ Cristallisation du lactose, humidité élevée ou

lait écrémé		pise d'humidité ;
	○ Insoluble élevé	▪ Température de séchage trop élevée ;
	○ Particules brûlées	▪ Collage dans la tour, atomisation défectueuse ;
	○ Réhydratation difficile	▪ Air occlus / agglomération déficiente ;

II-10-Effet de la déshydratation sur les principaux constituants du lait.

La valeur nutritionnelle du lait sec entier varie par rapport au lait cru, lorsque les procédés de dessiccation sont bien appliqués. On note en moyenne une baisse de 8% de la valeur biologique des protéines du lait cru, Cette variation est négligeable et la valeur nutritionnelle du lait sec est donc préservée (LEDRER, 1983).

La valeur nutritionnelle quantitative ou qualitative des laits totalement déshydratés peut être assimilée à celles des laits UHT stérilisés, après leur reconstitution à 10 % pour les laits secs écrémés et 14 % environ pour les laits secs entiers (VIERLING, 1999).

Les effets de la température de chauffage multiplient en proportion ceux de la durée et sont visibles surtout sur le constituant protéique du lait, mais peu sur la matière grasse.

II-10-1-Dénaturation de la matière azotée :

La chaleur modifie la configuration spéciale des protéines, sans léser la séquence polypeptidique (structure primaire). Cette dénaturation débute à des températures de 80 °C, et est partiellement réversible.

La caséine résiste aux effets thermiques : elle coagule seulement après un chauffage d'une heure à 125°C, Des chauffages moins intenses et couramment pratiqués peuvent ouvrir et littéralement déplier d'arrangement spécial des chaînes peptidiques.

Les protéines solubles sont très altérées par la chaleur, la pasteurisation dénature de 10% à 20% des protéines du lactosérum, le processus UHT de 40% à 60% et le processus indirect de 60% à 80%. Enfin la stérilisation classique les dénature, mais pas totalement (CAYOT et LORIENT, 1998).

-Nature des modifications biochimiques :

A des températures supérieures à 75 ° C, les acides aminés soufrés libèrent des groupements sulfhydriles volatiles qui donnent au lait chauffé son goût cuit très caractéristique, en quantité dépendant de l'intensité du chauffage. (DESTOUET, 1989).

-Interactions entre protéines suite au chauffage :

Les réactions de dénaturation protéique du lait peuvent être caractérisées comme suit : les protéines s'agrègent soit en formant entre elles des ponts disulfites, soit en reliant entre elles les micelles de caséine par l'entremise des protéines solubles dénaturées (WEBER, 1987).

Tableau N°09 : Dénaturation complète par la chaleur des diverses fraction protéiques du lait de vache (WEBER ,1987).

Protéines	Dénaturation	
	Température	Durée
Immunoglobulines	74	15 secondes
Sérum albumine	84	15 secondes
β -lactoglobuline	86	15 secondes
α -lactalbumine	100	5 minutes
Caséine	125	> 60 minutes

Lorsque la caséine précipite, elle entraîne la fraction des protéines solubles complexées. Cette Co-précipitation entraîne non seulement 80 % de l'azote protéique total, mais plus de 95% de la fraction azotée protéique du lactosérum, tandis que la teneur de la phase soluble en azote non protéique(NPN) demeure inchangée.

-Conséquences nutritionnelles du chauffage des protéines :

La digestibilité des protéines dénaturée à la chaleur est supérieure à celle des protéines natives. Les protéines chauffées précipitent dans le milieu acide de l'estomac en particules plus fines et donc plus dispersées. Elles sont ainsi plus accessibles aux enzymes hydrolytiques qui agissent plus facilement sur une protéine ouverte. Le meilleur coefficient d'utilisation digestive des laits pasteurisés et UHT comparés au lait cru est le témoin de cette différence. (WEBER, 1987).

II-10-2-Interactions du composant glucidique :

-Réaction de Maillard :

A haute température et/ou lors de très longues périodes de stockage, il apparaît dans le lait des aldéhydes, des cétones et des substances réductrices.

Elles interagissent avec certains acides aminés, amines et protéines. Cette réaction intervient principalement entre le lactose et la β -lactoglobuline, mais aussi avec les caséines. Les produits de Maillard peuvent prendre une teinte brune (surtout dans les laits évaporés). L'un de ces produits qui sert d'indicateur est le hydroxyméthylfurfural. Les produits de la réaction de Maillard donnent au lait une odeur et une saveur agréables (MONTREUIL, 1960).

II-10-3-Impact sur les constituants lipidiques :

La déshydratation ne semble pas modifier la qualité des grasses. Lors des traitements thermiques effectués pour la déshydratation du lait, les acides cétoniques et hydroxylés naturels, sont convertis respectivement en méthyle-cétones et en lactones, qui modifient les propriétés organoleptiques du lait. Tous les laits chauffés contiennent de tels dérivés carboxyles, mais à des degrés divers et parfois en quantités insuffisantes pour altérer sensiblement le goût et l'arôme.

La pasteurisation n'altère pas les grasses polyinsaturées et donc les acides gras essentiels, l'acide linoléique est stable à haute température et sa décomposition ne survient qu'après un chauffage d'une heure à 180° C. Par contre, les laits stérilisés et UHT subiraient au cours du traitement thermique une réduction légère de leur teneur en acides gras essentiels (HODEN et COULON, 1991).

II-10-4-Impact du traitement thermique sur les minéraux :

Le chauffage du lait diminue la fraction de calcium et de phosphore soluble, mais à des conséquences limitées pour l'être humain en raison des quantités initiales très élevées de ces minéraux. Le fluor ionisé diminue également sous l'effet de la chaleur (BRULE, 1987).

II-10-5-Effet de la chaleur sur les vitamines :

Seule la thiamine, la cyano cobalamine et l'acide ascorbique sont réellement très thermosensibles. La pyridoxine et les folates subissent aussi l'effet de la chaleur. Les autres vitamines sont peu ou ne sont même pas détruites lorsque l'exposition à la chaleur survient à l'abri de l'air (oxygène) et de la lumière (ADRIAN, 1987).

Les techniques actuelles de pasteurisation et UHT ne modifient que peu la teneur vitaminique du lait (< à 20%), pour autant que les procédés soient correctement appliqués (sans exposition prolongée à haute température). Le même principe vaut lors du processus de séchage par pulvérisation.

Les techniques anciennes (stérilisation en bouteille ou concentration sans addition de sucre) et le séchage sur cylindre entraînent des pertes considérables de folates, de thiamine et de vitamine B₁₂ ainsi qu'un non biodisponibilité de la vitamine B₆. L'ébullition domestique diminue fortement la valeur vitaminique du lait. Cette baisse de valeur nutritive est d'autant plus importante que le lait (écrémé) est mal conservé. La destruction des vitamines se poursuit lors du stockage, surtout en ambiance humide.

La perte de vitamine C est plus imputable à l'oxydation qu'à l'exposition à la chaleur. La forme dé-hydro ascorbique est nettement plus sensible à la chaleur que l'acide ascorbique lui-même. La destruction des vitamines peut être réduite par dégazage du lait, c'est-à-dire en diminuant fortement la teneur en oxygène ambiant

Tableau N°10 : Effets de divers traitements thermiques sur la perte vitaminiques (ADRIAN, 1987).

Procédés	Pertes (%)				
	Thiamine (B ₁)	Pyridoxine (B ₆)	Cobalamine (B ₁₂)	Acide folique	Acide ascorbique (vit-c)
Pasteurisation	10	0-8	10	10	10-25
UHT	0-20	10	5-20	5-20	5-30
Ebullition	10-20	10	20	15	15-30
Stérilisation	20-50	20-50	20-100	30-50	3-100

II-10-6-Effet du traitement thermique sur les enzymes :

Les enzymes endogènes (phosphatases alcalines, peroxydase) sont très thermosensibles, leur disparition sert d'indice d'efficacité de la méthode thermique appliquée : la scanthine-oxydase n'est détruite qu'à des températures supérieures à 85 °C et les phosphatases acides supportent la pasteurisation, mais pas le traitement UHT.

Les souches de *Pseudomonas* psychrotrophe produisent des lipases et des protéases thermostables. Les traitements thermiques favorisent des altérations plus ou moins profondes du lait, notamment pour les acides gras qui peuvent être libérés, cette libération acidifie le lait et cause leur rancissement.



*II. Matériel Et
Méthode*

II- Matériel et Méthodes :

Introduction :

Le lait en poudre constitue un aliment de premier choix dans l'alimentation humaine, les deux tiers des besoins nationaux en lait sont importés, la chose qui oblige l'état à consacrer des sommes considérables en vue de mettre cet aliment à la portée des consommateurs.

A ce propos, le contrôle du lait est devenu une nécessité fondamentale, parmi les facteurs susceptibles d'influencer la qualité du lait en poudre, les agents microbiens bien qu'ils jouent un rôle prépondérant, néanmoins, on ne peut pas s'en passer de l'influence des agents physico-chimiques sur la qualité du lait.

II-1- Matériel :

II-1-1- Matériel de laboratoire :

1-1-1- Appareillage :

- L'étuve 37° C (D37°C type : IN B 500), étuve 44° C (100-400).
- Four Pasteur, Four à Moufle à 500°C (modèle : NO : F6010-33).
- pH mètre (marque HANNA instruments).
- Microscope optique (motric : 30505637).
- Centrifugeuse, Compteur à colonies, Balance (sartorius:312),
- Bain marie (Heidolph type Heizbad HB digit NO: 517-01002.00.2).

1-1-2- Verrerie et autres :

- Pipettes graduées
- Tubes à essai stérile
- Flacons stériles
- Erlen de Meyer
- Pipettes Pasteur
- Verre de montre
- Spatules
- Creusets
- Anse de platine
- Fil droit

II-1-2- Matériel biologique

1-2-1-Milieus de culture :

A- Milieux solides :

- Le milieu « PCA » pour le dénombrement de la flore totale mésophile.
- La gélose au désoxycholate 0,1% pour le dénombrement des coliformes.
- Le milieu « OGA » pour le dénombrement des levures et moisissures.
- Le milieu « CHAPMAN » pour la recherche des *Staphylococcus aureus*.
- Le milieu « VF » pour la recherche des *Clostridium* sulfito-réducteurs ou les Anaérobies sulfito-réducteurs.
- Le milieu « Hektoen » pour l'isolement de *Salmonella*.
- La gélose nutritive « GN » pour l'isolement et la purification des souches.
- Le milieu « Mueller-Hinton » pour la réalisation d'antibiogramme.
- Milieux TSI, Citrate de Simmons pour l'identification d'*E.coli*.
- Milieu gélose au sang de cheval pour réaliser le test d'hémolyse.

B- Milieux liquides :

-Milieux « Rothe » et « EVA-Litsky » pour la recherche et dénombrement des Streptocoques.

-Milieu « Sélénite-cystéine » pour l'enrichissement de *Salmonella*

-Milieux : LDC, ODC, ADH, Urée indole, milieu nitrate pour l'identification d'*E.coli*

-Milieu : Giolitti cantoni pour l'enrichissement des Staphylocoques.

1-2-2- Produits chimiques et réactifs :

-Le violet de gentiane.

-La fushine.

-Le lugol.

-L'huile à emersion

-Le phénol phtaléine.

-La soude dornic.

-Le réactif de Kovacs.

-Le réactif nitrate I, nitrate II.

-La solution d'iode.

-L'eau oxygénée.

-L'eau physiologique.

-Les additifs pour les milieux de culture : Hektoen, VF, Giolitti contoni.

-Les disques des antibiotiques.

II-1-3- Echantillons :

-Laits en poudre importés, conditionnés, et destinés à l'alimentation humaine.

II-2- Méthodes :

II-2-1- Echantillonnage :

Notre étude a porté sur les échantillons de lait en poudre issu de quatre marques différentes et qui sont : Gloria, Labelle, Milko spray, Dano. Trois prélèvements de chaque marque et de numéro de lot différent sont effectués chaque semaine.

L'ensemble des échantillons ont été choisis d'une manière aléatoire et durant de toute la période d'étude qui débute du mois d'Avril jusqu'au Mai comme le montre le tableau 11.

Tableau N°11 : représente l'ensemble des échantillons ainsi que les dates de fabrication, dates de péremption et les numéros de lot, des marques étudiées.

Marque	Origine	Teneur en MG	Importateur	Numéro de lot		Date de fabrication	Date de péremption
Gloria	France	28%	L'as société Star Goder	E1	7352080802	10/2007	12/2009
				E2	7311080802	12/2007	10/2009
				E3	7355080802	12/2007	12/2009
Labelle	France	26%	Sarl condé Labelle	E1	1509	05/2007	05/2008
				E2	1807	08/2007	11/2008
				E3	1789	11/2007	11/2008
Milko spray	/	26%	Sarl SOFAPA	E1	B°408	04/2007	01/2009
				E2	A°308	02/2008	09/2009
				E3	A°208	02/2008	03/2009
Dano	Danemark	28%	DIMO société nouvelle de répartition	E1	1272955110	10/2007	10/2009
				E2	1273385120	12/2007	12/2009
				E3	1272615110	09/2007	09/2009

II -2-2-Prélèvement :

Chaque échantillon est aliquoté en trois fractions :

- une destinée pour l'analyse physico-chimique,
- la deuxième pour l'analyse microbiologique,
- la troisième considérée comme échantillon de réserve durant le long des manipulations.

Les prélèvements de la poudre de lait s'effectuent de manière aseptique selon les recommandations de JOFFIN et JOFFIN (1999) :

- choisir un milieu de prélèvement où l'air ambiant ne présente pas une humidité excessive, ni de courant d'air,
- mettre le sachet (emballage primaire) sur la paillasse, à proximité d'un bec benzen ;
- A l'aide d'un morceau de coton hydrophile, imbibé par un alcool à 60°, faire désinfecter une zone sur l'emballage ;
- à l'aide d'une lame inoxydable préalablement stérilisée, découdre le sachet à la zone désinfectée ;
- Ecarter la couche superficielle de la poudre ;
- Effectuer le prélèvement à l'aide d'une spatule en acier inoxydable préalablement désinfectée ;
- Vider le contenu nécessaire dans un flacon stérile et le reboucher.

II-2-3 –Analyse physico – chimique :

En vue de déterminer la qualité physico-chimique de la poudre de lait et selon les moyens disponibles au niveau de laboratoire de contrôle de la qualité, on a déterminé

les paramètres suivants : le PH, l'acidité titrable, la solubilité, la teneur en eau, le taux de cendre et la recherche de produit amylacé.

2-3-1- Mesure de pH et détermination de l'acidité titrable :

Le PH et l'acidité titrable sont deux concepts liés à l'acidité, mais déterminés de façons différentes. Chacun a sa propre incidence sur la qualité du lait (DEBRY, 2001).

A- pH :

Les valeurs du pH représentent l'état de fraîcheur du lait en poudre reconstitué, plus particulièrement ce qui concerne sa stabilité et contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution.

➤ **Principe**

Il s'agit de mesure potentiométrique avec un pH mètre.

➤ **Méthode :** Selon GUIRAUD (1988),

On prend un volume de l'échantillon à analyser dans un bécher puis on introduit l'électrode de pH-mètre dans le bécher et on note les valeurs enregistrées sur l'écran.

B- Acidité :

La mesure de l'acidité titrable permet de vérifier la qualité de la poudre de lait. Dans une poudre altérée, l'augmentation de l'acidité est causée par l'acide lactique et d'autres acides provenant de la dégradation microbienne du lactose (DEBRY, 2001)

➤ **Principe :**

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine. L'acidité d'ornic correspond à la masse d'acide lactique contenu dans le lait soit :

$$1^{\circ}\text{Dornic} = 0,1\text{g d'acide lactique par litre de lait}$$

L'acidité naturelle du lait est titrée ainsi : acidité due aux caséines (2/5), aux substances minérales et traces d'acides organiques (2/5) et réactions secondaires dues aux phosphates.

L'acidité développée s'ajoute naturelle lors de dégradation du lactose en acide lactique par les bactéries.

➤ **Mode opératoire :**

-Peser 25g de la poudre de lait dans un bécher taré.

-Ajouter 100 ml d'eau distillée à 45°C, tout en agitant jusqu'à solubilisation complète de la Poudre.

-Laisser reposer jusqu'à stabilisation et disparition de la mousse.

-A l'aide d'une pipette, prélever 10ml de la solution préparée et mettre dans un autre bécher, puis ajouter 2 à 3 gouttes de phénophtaléine.

-Titrer avec la soude, jusqu'au virage de la couleur vers le rose clair dont la couleur doit persister pendant 10 secondes.

L'acidité obtenue est exprimée en degré Dornic selon la formule suivante :

$$\text{Acidité (}^{\circ}\text{D)} = V_{\text{Na OH}} \times 10$$

V_{NaOH} : volume de la soude utilisée pour titrer les 10 ml de l'échantillon à analyser.

2-3-2-Détermination de la teneur en eau :

La mesure de la teneur en eau est effectuée selon la méthode normalisée AFNOR NF VO4 348

➤ **Principe :**

La détermination de l'humidité est basée sur l'évaporation de l'échantillon à analyser dans un four à 120° C jusqu'à l'obtention d'un poids constant afin d'estimer le pourcentage de la teneur en eau dans l'échantillon.

➤ **Mode opératoire :**

- Placer la capsule découverte et son couvercle dans l'étuve pendant une heure à température de 103° ± 2°C ;
- Couvrir ensuite la capsule et la placer dans le dessiccateur, laisser refroidir et peser à 0,1 mg ;
- Introduire rapidement 2 ± 0,001g de lait sec dans la capsule, replacer le couvercle.
- Découvrir la capsule et la placer avec son couvercle dans l'étuve pendant une heure.
- La laisser refroidir dans le dessiccateur et la peser à nouveau.
- Répéter les opérations précédentes jusqu'à ce que les pesées successives ne révèlent par un écart plus de 0,5mg ce résultat est acquis dès les deux premières pesées.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en eau exprimée en pourcentage de masse de produit est donnée par la formule suivante :

$$\boxed{[(M_1 - M_2) / (M_1 - M_0)] \times 100} \quad \text{où :}$$

M_0 : est la masse en gramme de la capsule vide et son couvercle.

M_1 : est la masse en gramme de la capsule et de prise d'essai avant dessiccation.

M_2 : est la masse en gramme de la capsule, du couvercle et de la prise d'essai après dessiccation.

Remarque :

Il faut prendre comme résultat la moyenne des deux essais, si la différence entre leurs résultats effectués simultanément ou rapidement l'un après l'autre ne dépasse pas 0.15g pour 100g de lait sec.

2-3-3- Détermination du taux de cendre :

La détermination des cendres est réalisée selon la méthode décrite par la norme THIEULIN (1967).

➤ **Principe:**

Incinerer la prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température de 540°C jusqu'à la combustion de la matière organique et peser les résidus obtenus.

➤ **Mode opératoire :**

- Chauffer durant environ 10 min les nacelles dans une étuve, laisser refroidir et les peser à 0,1 mg près;
- Mettre dans les nacelles 2 ± 0.01 g de lait en poudre, et répartir cette prise d'essai en une couche d'épaisseur uniforme.
- Placer les nacelles et son contenu à l'intérieur du four, régler d'incinérer la poudre à $530 \pm 10^\circ\text{C}$ pendant 4 heures.
- Quand l'incinération est terminée, retirer les nacelles du four, et les laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser à 0,1 mg près, à cause du caractère hygroscopique des cendres.

Expression des résultats :

Le taux de cendres est exprimé en pourcentage suivant la formule donnée ci-dessous :

$$\text{Taux de cendre en pourcentage} = \left[\frac{(M - m)}{P} \right] \cdot 100 \quad \text{où}$$

M : est la masse de la nacelle et des cendres après incinération.

m : est la masse de la nacelle vide.

P : est la masse de la prise d'essai.

2-3-4-Détermination de la solubilité :

La solubilité est la propriété que possède la poudre de lait de se dissoudre dans une solution aqueuse (C.A.C.Q.E , 2000).

➤ **Principe :**

La méthode de détermination choisie est une méthode pondérale par dissolution à froid. Elle consiste à une dilution du lait dans l'eau, centrifugation, lavage et pesée du résidu non soluble par dessiccation à $103^\circ \pm 2^\circ\text{C}$.

➤ **Mode opératoire :**

- Dans un tube, on mélange 1g de poudre avec 8 ml d'eau distillée préalablement chauffée à 50° Pendant 10 secondes.
- On garde le tube au bain marie pendant 5 min, ensuite on centrifuge l'échantillon pendant 10 min à 4000 tours/min ;
- Après, on le refroidir dans un réfrigérateur et on l'enlève la couche de graisse avec une aiguille puis on laisse le tube se réchauffe à la température de la pièce.
- On brise le dépôt avec une baguette de verre, et on agite rigoureusement jusqu'à l'homogénéisation de la suspension.
- Après on prend 2 ml de la suspension du tube avec une pipette, on la pèse (T_1), ensuite on fait le séchage au bain-marie et puis dans une étuve à température 103°C durant une heure et demi, après on pèse (S_1)
- Enfin on fait une deuxième centrifugation durant 10 min à 4000 tours/min, on détermine (T_2), et on laisse l'échantillon pour séchage et évaporation durant une heure et demi et on détermine, ensuite les solides totaux restant (S_2).

Expression des résultats :

La solubilité est donnée par la formule suivante :

$$\text{Solubilité (\%)} = \frac{T1 \times S2}{T2 \times S1} \times 100 \quad \text{où}$$

T1 : poids de la suspension pour la détermination des solides totaux avant centrifugation.

T2 : poids de la suspension pour la détermination des solides totaux après centrifugation.

S1 : poids des solides séchés restant après évaporation de T1.

S2 : poids des solides séchés restant après évaporation de T2.

2-3-5-Recherche d'un produit amylicé:

Ce test a pour but de mettre en évidence la présence d'un produit amylicé utilisé comme traceur dans les laits secs dénaturés.

➤ Principe :

La réaction est basée sur celle utilisée en iodométrie.

Fixation par les colloïdes de l'iode libre en solution aqueuse.

Absorption par les micelles de l'amidon et production d'une coloration bleue.

➤ Mode opératoire :

On pèse 1g de l'échantillon à analyser, on l'introduit dans un tube, ensuite on ajoute 20ml d'eau distillée et on agite pour disperser l'échantillon aussi complètement que possible. Après, on porte le tube au bain d'eau bouillante et on le laisse pendant 5 minutes, ensuite on le refroidit, enfin, on ajoute 0,5ml de la solution d'iode.

Expression des résultats :

La présence d'un produit amylicé est caractérisée par une coloration bleue plus ou moins intense du liquide, ainsi que par la précipitation de grains bleus foncé dans le fond du tube (on le tient par compte d'un faible dépôt de fines particules) (C.A.C.Q.E., 2000).

II-2-4 Analyse microbiologique :

La qualité microbiologique présente un double aspect, la qualité hygiénique qui caractérise les risques pour la santé du consommateur et la qualité commerciale qui détermine l'existence ou le risque d'altération, cette qualité est évaluée par la recherche et le dénombrement de différents germes qui peuvent être développés dans la poudre de lait.

2-4-1- Préparation des échantillons :

A- Reconstitution du lait :

Pour la préparation de la solution mère, les emballages fermés sont ouverts et une prise d'essai de 10g est prélevée aseptiquement dans un récipient taré contenant 90ml d'eau distillée. Après l'homogénéisation, la solution mère est de dilution (10^{-1}).

B -Préparation des dilutions :

But :

Les dilutions sont effectuées pour faciliter le dénombrement des germes.

➤ **Principe :**

Les dilutions utilisées en microbiologie sont sous multiples de 10 : 10^{-1} , 10^{-2} , on va jusqu'à 10^{-6} , pour les produits alimentaires solides, l'analyse nécessite la réalisation d'une suspension de l'aliment dans un liquide qui le diluera (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Technique :**

Technique adaptée par BOURGEOIS et PLUSQUELLEC :

- Prendre une série des tubes stériles à vis et introduire 9ml de diluant dans chacun des tubes.
- Introduire 1ml de l'échantillon dans un premier tube contenant 9ml d'eau physiologique stérile. Homogénéiser pour obtenir la dilution 10^{-2}
- Transférer 1ml de la dilution 10^{-2} dans le deuxième tube contenant 9ml de diluant pour obtenir la dilution 10^{-3}
- Appliquer la même procédure jusqu'à l'obtention de la dilution 10^{-6}

2-4-2- Recherche et dénombrement des flores :

A- Dénombrement de la flore totale mésophile :

➤ **But :**

Cette flore constitue la flore d'altération, c'est un bon indicateur de la qualité générale et la stabilité du produit. Donc, le dénombrement de celle-ci permet d'estimer la contamination et la qualité hygiénique de lait en poudre.

➤ **Principe :**

Les micro-organismes aérobies et anaérobies facultatifs, en se développant sur un milieu nutritif ordinaire incubé à 30°C pendant 72 heures, apparaissent sous forme des colonies de taille et de formes différentes. (PETRANSXIENE et LAPIED, 1981).

➤ **Technique:**

Le dénombrement de cette flore est effectué selon la méthode décrite par l'article N°12.97.73 relative aux méthodes d'analyse émanant du ministère du commerce avec modifications :

- Faire fondre la PCA dans un bain marie à 100°C , puis la laisser refroidir.
- A l'aide d'une pipette stérile, prélever 1 ml de la dilution 10^{-3} et l'introduire dans la boîte de pétrie.
- Faire couler aseptiquement la gélose et ramener à 47°C
- Bien mélanger l'inoculum et milieu et laisser solidifier.
- Placer les boîtes retournées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

Retenir pour le dénombrement toutes les boîtes contenant 30 – 300 colonies.

B- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo tolérantes :

Les coliformes sont des entérobactéries en forme de bâtonnets, Gram négatifs, aérobies et facultativement anaérobies, non sporulées, qui fermentent le lactose avec formation de gaz et d'acide.

➤ **But :**

La recherche et le dénombrement des coliformes permettent de révéler la présence ou l'absence d'une contamination fécale. (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Principe :**

Il est basé sur l'aptitude des coliformes à dégrader le lactose dans un milieu lactosé en acidifiant le milieu (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Technique :**

Le dénombrement est effectué par la méthode décrite par l'article N° 12.97.73 relative aux méthodes d'analyse émanant du ministère du commerce :

- Faire fondre gélose au désoxycholate dans un bain mari puis le refroidir.
- A partir de la solution mère (10^{-1}), prélever 1 ml de l'inoculum puis le déposer dans une boîte de pétrie sous forme des gouttes.
- Couler la gélose dans la boîte contenant l'inoculum et bien homogénéiser le tous.
- Laisser prendre en masse puis recouvrir d'une couche de gélose au désoxycholate fondue et ramenée à 47° C, laisser solidifier.
- Porter les boîtes retournées à 37° C pour les coliformes, à 44°C pour les coliformes thermo tolérants.

➤ **Lecture :**

Dénombrer les colonies rouges foncées d'un diamètre supérieur à 0,5 mm pour les boîtes contenant 15 à 150 colonies.

C- Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

Les levures et moisissures sont des micros –organismes aérobies, elles sont en général acidophiles ou mésophiles.

➤ **But :**

Les levures et les moisissures peuvent être à l'origine d'une contamination des produits alimentaires, leur dénombrement reflète la qualité hygiénique de ces produits ainsi que les conditions de conditionnement et de vente. (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Principe :**

Le milieu utilisé doit inhiber toutes les bactéries, il doit donc renfermer une substance inhibant leur développement (antibiotiques).

La substance choisie est une oxytétracycline glucose Agar 'OGA' ou du chloramphénicol. (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Technique :**

La recherche et le dénombrement sont effectués selon la méthode décrite par l'article N°12-97-73 relative aux méthodes d'analyses émanant du ministère de commerce avec modification :

- Couler la gélose 'OGA' déjà fondue et refroidie jusqu'à 47° C dans des boîtes de pétrie et laisser prendre en masse.
- A l'aide d'une pipette stérile, prélever 0,1ml de la dilution 10^{-6} puis le déposer sur la surface de la gélose et étaler par un râteau.
- Incuber à 25° C durant 24 à 72 heures.

➤ **Lecture :**

Les levures se présentent sous forme de colonies rondes plus ou moins bombées ou plates.

Les moisissures présentent en aspect cotonneux et filamenteux.

D- Dénombrement des *clostridium* sulfito-réducteurs (CSR) et les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) :

Les *clostridium* –sulfito-réducteurs appartiennent à la famille des bacillaceae se sont des anaérobies strictes, Gram+, sporulés dans des variations du pH et température, certains sont mésophiles.

➤ **But :**

Les *clostridium*-sulfito-réducteurs sont considérés comme 'germes tests' pour l'application de la qualité hygiénique, ainsi que leur présence est un indicateur d'une contamination fécale ancienne et parfois sont à l'origine des graves intoxications alimentaires (CASTARAS et BOURGOIS, 1980).

➤ **Technique :**

Le dénombrement des *clostridium*-sulfito-réducteurs est effectué selon la méthode décrite par les normes française NFT90-45, octobre 1985 avec modification.

-Prendre deux (2) séries des tubes stériles, puis introduire dans chacun 5ml de la solution mère (10^{-1}).

-Porter la première série au bain marie réglé à 75-80° C pendant 5 à 10 minutes, afin de détruire les formes végétatives.

- Faire fondre la gélose « VF », laisser refroidir à 45° C puis ajouter l'additif alun de fer et de sulfite de sodium.

-Verser la gélose dans les tubes contenant l'échantillon traité et non traité, mélanger sans faire des bulles d'air, et enfin solidifier sous un courant d'eau froide.

-Incubation :

-La série des tubes contenant l'échantillon qui est traité par la chaleur est incubé à 37° C pendant 24 heures.

-L'autre série est incubée à 44° C pendant 24 heures.

➤ **Lecture**

La présence des C.S R et les A.S.R se traduit par l'apparition des colonies noires.

E- Recherche de *Staphylococcus aureus* :

Les staphylocoques sont des Gram+, catalase +, asporulés, ils sont des bactéries commensales de la peau des animaux et de l'homme.

➤ **But :**

Les staphylocoques peuvent être à l'origine d'intoxication alimentaire, certains espèces sont producteurs de coagulase sont pathogènes pour l'homme (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Principe :**

La recherche des staphylocoques s'effectue sur gélose CHAPMAN par l'ensemencement de 0,1 ml de la solution Giolitti cantoni trouble (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Technique :**

La recherche est effectuée selon la méthode décrite par l'art N°01-05-58-1, relative aux méthodes d'analyses émanant du ministère de commerce avec modification.

➤ **Enrichissement :**

-Introduire 1ml de la solution mère (10^{-1}) dans des tubes contenant 9ml de bouillon de Giolitti-Cantoni.

-Incuber les tubes à 37° C pendant 24 heures.

-Les tubes positifs se caractérisent par un noircissement.

➤ **Isolement :**

-A l'aide d'une anse de platine, effectuer aseptiquement un prélèvement à partir des tubes d'enrichissements positifs.

-Ensemencer 0,1 ml de la suspension en surface de milieu CHAPMAN.

-Etaler convenablement l'inoculum sur une surface de milieu. Stériliser l'anse de platine.

-Faire ensuite l'ensemencement par épuisement en surface (stries).

➤ **Incubation :**

Laisser les boîtes reposées pendant 15 minutes, puis les retourner et incubées à 37° C pendant 24-48 heures.

➤ **Lecture :**

La lecture des boîtes est basée sur la couleur des colonies : *Staphylococcus aureus* apparaissent sous forme des colonies jaunes (mannitol+).

➤ **Purification :**

-A partir des boîtes positives, prélever à l'aide d'anse de platine stérile une colonie suspecte et bien isolée, puis l'ensemencer par épuisement en surface du milieu CHAPMAN, et enfin incuber les boîtes à 37°C/24 heures.

-Les souches pures apparaissent sur CHAPMAN sont conservées sur la gélose nutritive inclinée.

F-Recherche de Salmonella :

Les bactéries de genre *Salmonella* appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae, dont elles possèdent les principaux caractères : bacilles, Gram-, anaérobies facultatifs, habituellement mobile grâce à une ciliature péritriche, glucose+, lactose-, saccharose-, indole-, urease-, citrate de Simmons+, H_2S^+ , Vp^+ , B-galactosidase-.

➤ **But :**

Les Salmonelles sont des bactéries toujours pathogènes, provoquant des gastro-entérites (avec éventuellement une grave complication). Leur recherche et leur identification permet donc de montrer le danger possible d'un produit (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Technique**

La recherche de *Salmonella* est effectuée selon la méthode décrite par l'article N° 12-97-73 relatives aux méthodes d'analyses émanant du ministère du commerce et modifiée.

➤ **Enrichissement :**

-Prélever 1ml de la solution mère et le déposer aseptiquement dans un tube contenant le milieu sélénite-cystéine(s/c).

-Incuber à 37° C pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

Le développement bactérien se traduit par l'apparition d'un trouble dans le milieu.

➤ **Isolement :**

-A partir des tubes sélénite-cystéine troubles, prélever une goutte avec l'ansc de platine stérile et le poser au bord d'une boîte de pétrie contenant le milieu Hektoen préparé préalablement.

-Flamber l'anse de platine, laisser refroidir et faire un isolement par épuisement en surface.

➤ **Lecture :**

Les colonies bleues vertes purifiées et identifiées par les méthodes biochimiques.

Lors de la recherche de *Salmonella*, nous avons remarqué qu'il y a un développement des colonies de couleur rouge brique et qui sont considérées comme des Entérobactéries Lactose⁺. Après purification, ces colonies ont fait l'objet d'une identification morphologique et biochimique par une galerie biochimique et cela dans le but d'une continuation de notre travail.

G-Recherche des Streptocoques fécaux :

Les Streptocoques sont des bactéries Gram⁺, catalase⁻, appartiennent au genre *Enterococcus*, ils sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux.

➤ **But :**

Les Streptocoques sont considérés comme un indicateur d'une contamination fécale du produit alimentaire. Leur recherche nous renseigne sur la qualité hygiénique de ce produit. (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Principe :**

Le principe est basé sur l'aptitude des Streptocoques à se multiplier dans des milieux contenant des agents sélectifs, inhibiteurs des autres microorganismes: l'azide de N₃ dans le milieu Rothe et l'azide plus l'éthyle violet dans Eva – Litsky (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Technique :**

La recherche des Streptocoques est effectuée selon la méthode décrite par l'article N° 12.97.73 relative aux méthodes d'analyses émanant du ministère du commerce avec modificateurs.

***Test présomptif (enrichissement) :**

A l'aide d'une pipette stérile, prélever 1 ml de la solution mère et la déposer dans un tube contenant le milieu Rothe, puis incuber à 37° C pendant 24 heures à 48 heures.

➤ **Lecture :**

Les tubes présentant un trouble sont considérés comme positifs.

***Test confirmatif :**

A partir du tube Rothe positif bien agité, reporter une anse du contenu de milieu EVA-Litsky incubé à 37°C/24-48 heures.

➤ **Lecture :**

Les tubes présentant un trouble homogène contenant au moins un Streptocoque.

Dans le but d'une continuation de notre travail et à partir du milieu EVA-Litsky positif, on fait un isolement sur la gélose nutritive. Les colonies suspectes de Streptocoques sont purifiées et identifiées, puis conservées sur gélose nutritive inclinée.

2-4-3-Identification des germes :

L'identification a été effectuée dans le but de continuation de notre travail, afin de déterminer la sensibilité des germes et de vérifier si ces germes sont porteurs de gènes résistants dans le lait en poudre importé qui est largement consommable. Cette étape a pour but d'identifier les différentes souches purifiées à partir des milieux : HEKTOEN, gélose nutritive et CHAPMAN.

A- Les microcoques :

L'identification des Streptocoques et des Staphylocoques repose sur les caractères suivants : coloration de Gram, test de catalase et ainsi le test d'hémolyse pour les Streptocoques.

A-1 Streptocoques :

Les souches purifiées et conservées sont réensemencées sur gélose nutritive.

a-Coloration de Gram :

➤ **Principe :**

Elle est basée sur la capacité des différentes structures de paroi microbienne à retenir ou non le violet de gentiane. Cette coloration renseigne sur la morphologie des bactéries et à la pureté des cultures.

➤ **Préparation de frottis :**

-Déposer une goutte d'eau distillée stérile sur une lame dégraissée par l'alcool, puis étaler une colonie de la gélose nutritive inclinée (culture pure) et la laisser sécher.

-Fixer le frottis, en le passant légèrement 2 à 3 fois sur une flamme de bec benzène.

➤ **Coloration :**

-Recouvrir le frottis par le violet de Gentiane pendant 1 minute.

-Rincer par l'eau courante, égoutter.

-Recouvrir le frottis par Lugol pendant une minute pour réagir.

-Incliner la lame, verser l'alcool-Acétone 95° jusqu'à disparition du reflet bleu (décoloration).

-Rincer par l'eau courante immédiatement et égoutter.

-Recouvrir le frottis par la fushine de Ziehl pendant 30 secondes.

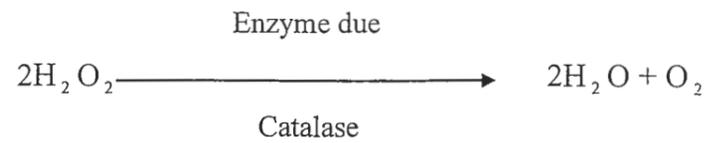
-Rincer par l'eau, laisser sécher et observer à l'émersion.

➤ **Lecture :**

Les Streptocoques sont des cocci, Gram +

➤ **Test de catalase :**

La catalase est une enzyme capable de dégrader l'eau oxygénée (H₂O₂) en H₂O avec une libération du gaz qui est l'oxygène (O₂) selon la réaction suivante :



➤ **Technique :**

-Prélever à l'aide d'une anse de platine stérile une colonie suspecte et la déposer sur une lame stérile.

-Ajouter une goutte d'eau oxygénée et observer immédiatement l'absence ou la présence d'un dégagement du gaz avec formation des bulles d'air autour de la colonie.

➤ **Lecture :**

Les Streptocoques sont catalases⁻.

-Test d'hémolyse :

➤ **Principe :**

L'étude de la pathogénicité des Streptocoques est liée à la recherche de l'existence de l'hémolysine qu'il s'agit d'enzyme responsable de la lyse des hématies, les bactéries qui possèdent l'hémolysine dégradent donc l'hémoglobine (GUIRAUD, 1998).

➤ **Technique :**

Le caractère hémolytique est étudié directement par ensemencement d'une gélose au sang de cheval par la bactérie. Après incubation à 37° C pendant 24 heures, l'aspect de la gélose autour des colonies est examiné (JOFFIN et JOFFIN, 1999).

➤ **Lecture :**

L'apparition des auréoles (zones) claires autour des colonies signifie la présence d'enzyme hémolysine.

A-2- Staphylocoques :

-Coloration de Gram et test de catalase :

Elles sont effectuées par les mêmes méthodes décrites par les Streptocoques. Les Staphylocoques sont des bactéries cocci, Gram+, catalase+.

B- Les Entérobactéries :

Les différentes colonies lactose⁺ du couleur rouge brique et qui sont considérées comme des Entérobactéries de l'HEKTOEN lors de la recherche du *Salmonella*, qui ont été isolées et purifiées, ont fait l'objet d'une identification par mini- galerie biochimique selon la méthode décrite par CARBONELLE et AL, (1987).

3-1- Examen microscopique :

Réaliser une coloration du Gram.

➤ **Lecture :**

Les Entérobactéries apparaissent sous forme des bacilles, Gram-.

3-2 – Métabolisme des protéines et des acides aminés :

a-Recherche d'uréase et production d'indole :

➤ Principe :

La présence d'une enzyme TDA permet à la bactérie d'hydrolyser le tryptophane jusqu'au stade d'indole. Ce dernier réagit avec le réactif de « KOVACS » et donne un anneau rouge vermillon.

➤ Technique :

- A partir d'une souche pure,ensemencée sur la gélose inclinée (gélose nutritive).
- Prélever à l'aide d'anse de platine stérile une ose de la culture pure.
- Déposer le prélèvement dans le milieu Urée Indole.
- Placer les tubes dans l'étuve à 37° C pendant 6 heures.

➤ Lecture :

Le virage e l'indicateur de PH au rouge, l'alcalinisation du milieu témoigne présence d'une uréase. Par la suite, ajouter 3 gouttes de réactif d'ERLICK-KOVACS le long des parois des tubes, homogénéiser et laisser reposer.

-La présence d'indole se traduit par la formation d'un anneau rouge en surface.

b- Recherche de décarboxylase pour l'ormithine (ODC) et la lysine(LDC) et les hydrolases pour l'arginine (ADH) :

Les principales enzymes recherchées sont : l'ormithine décarboxylase (ODC). La lysine décarboxylase (LDC) et l'arginine dihydrolase (ADH).

➤ Technique :

Pour la recherche d'ODC, LDC et ADH, ensemencer respectivement trois tubes contenant le milieu MOELLER enrichi avec l'ormithine, milieu MOELLER enrichi avec la lysine et enfin le milieu MOELLER enrichi avec l'argenine.

- Incuber à 37° C pendant 24 heures.

➤ Lecture :

Un résultat positif se traduit par le virage du couleur vers la violette foncée et le milieu devient trouble grâce au développement des micro-organismes.

c- Utilisation de citrate de Simmons :

➤ Principe :

Le pré recherche d'une enzyme citrate perméase qui permet à la dégradation du citrate qui est utilisée comme source de carbone pour les bactéries citrate⁺.

➤ Technique :

- La souche pure conservée sur le milieu gélose nutritive inclinée est ensemencée en surface du milieu citrate incliné par des stries longitudinales.
- Incuber les tubes à 37° C pendant 24 heures.

➤ Lecture :

Le développement bactérien s'accompagne par le virage de couleur verte au bleu qui indique la présence d'un citrate perméase

d-Recherche du nitrate réductase :

Le nitrate réductase est une enzyme capable de dégrader le nitrate au nitrite.

➤ Technique :

- A partir des milieux gélosés contenant les souches pures à tester :

- Prélever un ose de germe.
- Ensemencer le bouillon nitrate.
- Incuber les tubes à 37° C pendant les 24 heures.

➤ **Lecture :**

Après l'addition de quelques gouttes des réactifs (NR₁,NR₂), faire la lecture :
L'apparition d'une couleur rouge indique la présence d'une nitrate réductase.

e-Métabolisme glucidique :

- **Fermentation des sucres en milieu TSI :**

Le milieu TSI est utilisé essentiellement pour le diagnostic des Entérobactéries. Il permet d'étudier la fermentation du glucose au niveau du culot et le lactose plus le saccharose au niveau de la pente, la production du gaz ainsi que l'H₂S.

➤ **Technique :**

- Ensemencer le culot par piqûre centrale à l'aide d'un fil droit stérile par la culture pure du germe à tester.
- Ensemencer ensuite et sans stérilisation du fil droit la pente par des stries superficielles.
- Incuber les tubes à 37° C pendant 24 heures.

- **Lecture :**

- Glucose fermenté : le culot vire au jaune.
- Production du gaz : se traduit par la formation des bulles d'air dans la masse du milieu et contre parois, ou une poche gazeuse, repoussant la totalité du milieu vers le haut.
- Lactose fermenté : la pente vire au jaune.
- Les peptones et les acides aminés sont dégradés : la pente vire au rouge.
- Production du sulfure d'hydrogène (H₂S) au dépend des acides aminés à radical soufré : la pente et le culot sont noires.

II- 2-5-Test de la sensibilité aux antibiotiques :

➤ **But**

L'antibiogramme est un test bactériologique qui permet de déterminer la sensibilité de la bactérie à un ou plusieurs antibiotiques, il permet aussi de guider la prescription et de surveiller les résistances acquises des bactéries aux antibiotiques.

➤ **Principe :**

La technique utilisée est la méthode de diffusion en milieu gélosé qui consiste à ensemencer ce milieu par le germe à étudier et à déposer ensuite les disques d'antibiotiques.

Il se produit une compétition entre deux phénomènes.

- La diffusion de l'antibiotique qui empêche la croissance de germe.
- La croissance de germe.

Après 18^h d'incubation, il y a un équilibre entre ces deux phénomènes et on note

un diamètre d'inhibition de croissance autour de disque (THERRY, 1994).

➤ **Technique :**

La méthode utilisée est celle de la diffusion sur gélose décrite par CARBONELLE et al (1987) et modifiée selon les conditions de travail au laboratoire.

Elle est effectuée sur deux souches bactériennes de Streptocoques, et trois souches bactériennes de Staphylocoques.

➤ **Préparation du milieu gélosé :**

Faire fondre la gélose Mueller-Hinton dans un bain marie à 100°C. Puis la couler dans des boîtes de pétrie à une épaisseur de 4 mm et laisser prendre en masse.

➤ **Préparation de l'inoculum :**

A partir d'une culture bactérienne pure, prélever une colonie à l'aide de l'anse de platine stérile, décharger le dans un tube contenant 5 ml d'eau physiologique, l'ensemencement doit se faire dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum.

➤ **Ensemencement :**

- Verser la suspension bactérienne dans une boîte de pétrie contenant la gélose Mueller-Hinton de façon à recouvrir entièrement la surface gélosée.
- A l'aide d'une pipette pasteur, aspirer le liquide excès et le rejeter dans un bac contenant un désinfectant.
- Les boîtes ensemencées sont séchées dans une étuve.

➤ **Application des disques :**

Après séchage des boîtes, les disques choisis sont déposés à l'aide d'une pince, Stérile sur la surface de la gélose. Une distance minimale de 15 mm doit séparer un disque périphérique du bord de la boîte. Les disques doivent être espacés de 24 mm centre de sorte que les zones d'inhibition ne se chevauchent pas. Incuber les boîtes à 37° C pendant 24 heures.

• **Lecture :**

- Mesure avec précision le diamètre de la zone d'inhibition de chaque antibiotique.
- Comparer les résultats aux valeurs critiques figurant dans le tableau.
- Classer la bactérie dans l'une des catégories : Sensible ou résistante.



*III. Résultats Et
Discussions*

III-Résultats et discussions :

III-1-Résultats et discussion d'analyses physicochimiques :

- Les résultats concernant les caractéristiques physico-chimiques de nos échantillons sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

1-1-Résultats et discussion de détermination de l'acidité :

Les résultats de la détermination du taux d'acide lactique dans les différents échantillons du lait en poudre après reconstitution montrent que les titrations d'acides enregistré varient de 11-21°D.

Le test d'analyse de variance révèle que les valeurs de titration d'acide lactique retrouvé pour les différents échantillons analysés ne varient pas d'une manière significative ($p \leq 0.05$).

Les normes fixées par la réglementation algérienne pour les valeurs d'acidité titrable pour les laits reconstitués sont variées de 11-15°D. Les résultats de titration d'acide lactique pour la majorité des échantillons analysés sont conformes à la norme, à l'exception, la poudre de lait Milkospray, les résultats sont légèrement élevés 17.33°D.

Cette augmentation d'acidité Dornic pour le lait Milkospray reconstitué due aux réactions biochimiques entre les composants après l'ouverture des boîtes, soit à l'oxydation de la matière grasse lorsque l'emballage est perméable à l'air (VEISSEYRE, 1979).

Enfin, le lait sec n'est pas un lait stérile donc, leur acidité représente l'acidité du lait cru où lequel se transformer ou d'un additif ajouté pour stabiliser ou conserver la poudre de lait (GUIRAUD, 1999).

Tableau N°12: Evolution d'acidité du lait en poudre

Marques Echantillons	Dano	Milkospray	Gloria	Labelle	SS
E ₁	16	12	12	12	NS
E ₂	11	18	14	15	
E ₃	15	21	18	17	
M	14	17.33	14.66	14.66	
SS	NS				

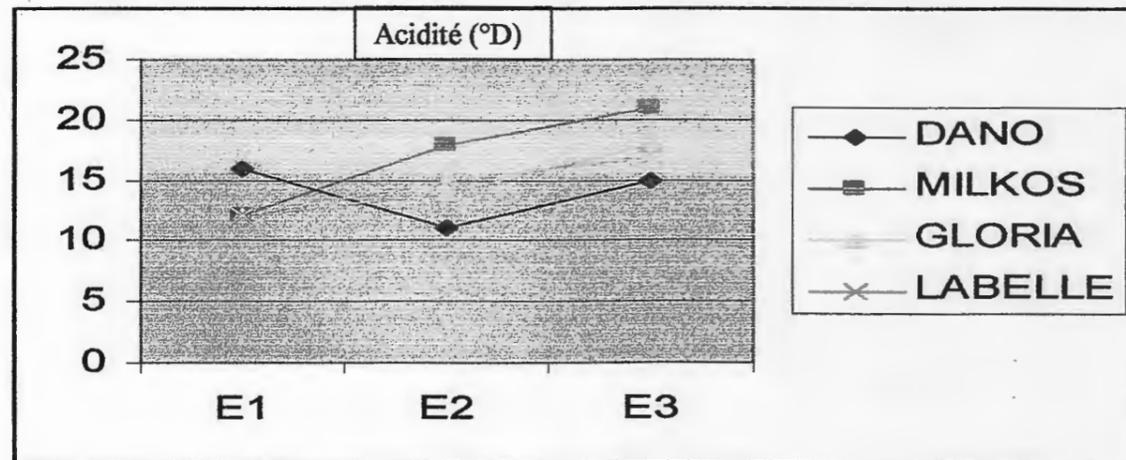


Figure N°05 : courbe représentant l'évolution d'acidité titrable

1-2-Résultats et discussion de la mesure du pH:

Les résultats de l'évolution du pH de lait en poudre ont montré que les valeurs du pH varient entre 6.64-6.67.

Le test de l'analyse de variance révèle que les valeurs du pH ne varient pas d'une manière significative ($p \leq 0.05$) pour l'ensemble des échantillons analysés lors de notre travail.

Les valeurs de la mesure du pH pour tous les échantillons semblent à celles observées par VEISSEYRE, (1979) qui sont variées autour de 6.6.

Les résultats sont conformes à la norme algérienne qui est 6.6 .

Tableau N°13 : Evolution du pH de lait en Poudre

Marques Echantillons	Dano	Milhospray	Gloria	Labelle	SS
E ₁	6.62	6.63	6.62	6.65	NS
E ₂	6.65	6.64	6.56	6.68	
E ₃	6.75	6.76	6.78	6.59	
M	6.67	6.67	6.65	6.64	
SS	NS				

1-3-Résultats et discussions de la détermination de la teneur en eau:

Les valeurs d'évaluation de la teneur en eau ont montré que les valeurs varient entre 1.5 et 4%.

Le test d'analyse de variance révèle que les résultats de l'ensemble des échantillons analysés ne varient pas d'une manière significative ($p \leq 0.05$).

Les valeur d'humidité sont correspondes à la composition présente sur les emballages, et même à ceux observés par VEISSEYRE,(1979), mais à part l'humidité d'échantillon deux du MILKOSPRAY qui est peu élevé (E2=4%

Les valeurs d'humidité sont correspondes à la composition présente sur les emballages, et même à ceux observés par VEISSEYRE,(1979), mais à part l'humidité d'échantillon deux du MILKOSPRAY qui est peu élevée (E2=4% >3.5% sur l'emballage). Cela veut dire qu'elle peut être affectée durant le transport, ou le stockage.

Tableau N°14 : Evolution de la teneur en eau de lait en Poudre

Marques Echantillons	Dano	Milkospray	Gloria	Labelle	SS
E ₁	1.5	3.00	2.50	2.48	NS
E ₂	3.00	4.00	2.50	3.48	
E ₃	3.00	3.50	3.00	3.00	
M	2.50	3.50	2.66	2.98	
SS	NS				

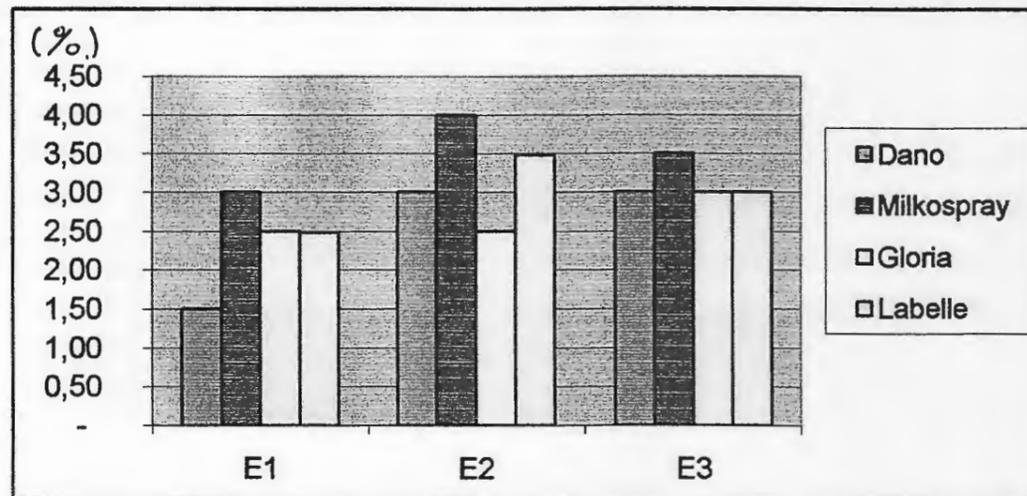


Figure N°07 : histogramme représentant l'évolution de la teneur en eau.

1-4-Résultats et discussion de détermination du taux de cendre:

Les résultats de détermination de taux de cendre varient entre 2.7 à 7 % pour l'ensemble des échantillons analysés.

Selon le test de l'analyse de variance, les résultats obtenus ne varient pas d'une manière significative ($p \leq 0.05$) pour l'ensemble des marques étudiées.

Les normes algériennes fixent la valeur de taux de cendre qui est 8% au maximum.

Les résultats de détermination de taux de cendre sont tous proche à celles indiquées sur les emballages des quatre marques. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes.

Tableau N°15 : Evolution du taux de cendre

Marques Echantillons	Dano	Milkospray	Gloria	Labelle	SS
E ₁	6.5	4.5	5	2.5	NS
E ₂	5.5	6	5.5	4.5	
E ₃	3.5	7	6	5.5	
M	5.16	5.83	5.5	4.16	
SS	NS				

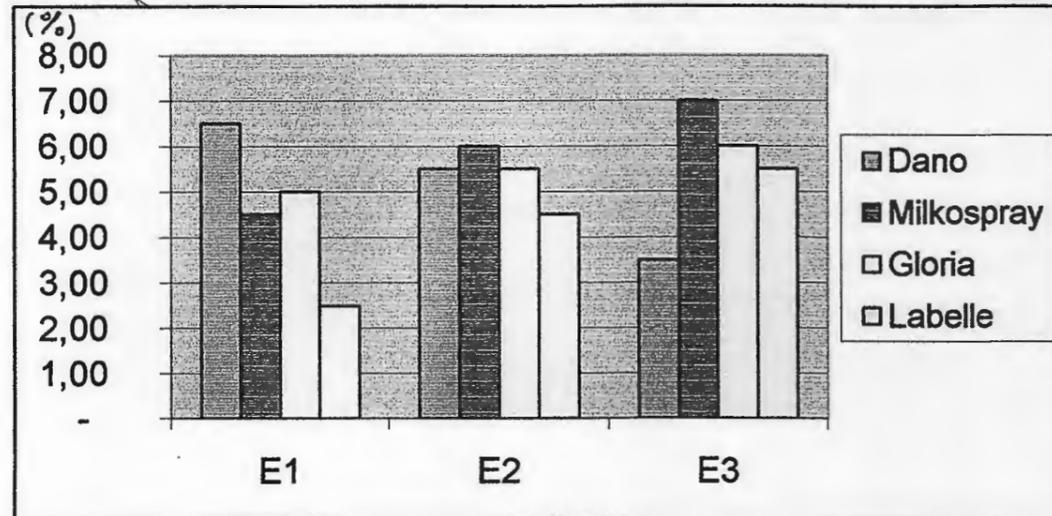


Figure N°08 : histogramme représentant l'évolution de taux de cendre.

1-5-Résultats et discussion de la détermination de la solubilité :

Les valeurs obtenues pour la détermination de la solubilité varient entre 80,46 et 99,47%.

Le test statistique de l'analyse de variance révèle que les résultats ne varient Pas d'une manière significative ($p \leq 0.05$) pour l'ensemble des échantillons analysés.

La norme algérienne fixe les valeurs de la solubilité pour le lait déshydraté entre 80 et 100%

Les résultats obtenus pour la détermination de la solubilité sont conformes aux normes algériennes pour les laits secs, donc les poudres des échantillons analysés présentent une bonne solubilité dans l'eau C.A.C.Q.E. ,2000).

Tableau N°16 : Evolution de la solubilité

Marques Echantillons	Dano	Milkospray	Gloria	Labelle	SS
E ₁	97.43	96.50	99.47	80.46	NS
E ₂	98.26	98.85	97.57	85.78	
E ₃	89.09	98.40	88.83	84.91	
M	94.92	97.91	95.25	83.71	
SS	NS				

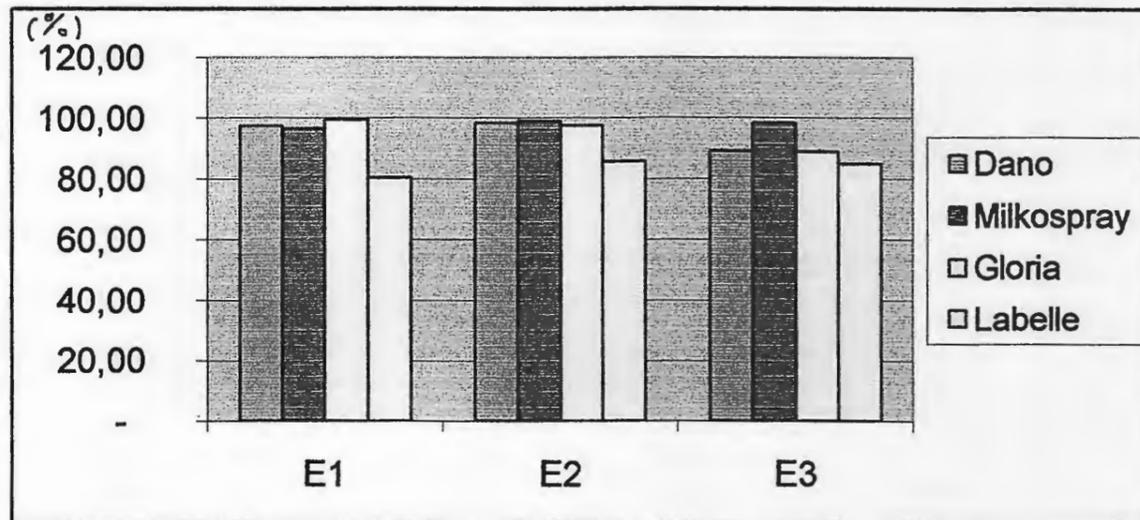


Figure N°09 : histogramme représentant l'évolution de la solubilité.

1-6-Résultats et discussions de la recherche d'un produit amylacé.

La norme algérienne exige l'absence d'un produit amylacé dans le lait déshydraté (0,5g d'amidon pour 100g de poudre au maximum).

Tous les résultats de la recherche d'un produit amylacé (amidon) sont négatifs, nous avons appliqué cette recherche sur le lait sec parce qu'il est un aliment comme les autres aliments ne manque pas de fraude et car le produit amylacé est utilisé comme traceur dans les laits secs dénaturés, comme le montrent les résultats de notre étude, les échantillons analysés n'ont pas fait l'objet d'une fraude.

Tableau N°17 : Caractéristiques physico-chimiques des poudres de lait étudiées :

		Lait en poudre 26 %						Lait en poudre 28 %						Normes
		Labelle			Milkospray			Gloria			Dano			
Humidité (%)	E ₁	2.48			3			2.5			1.5			3.4
	E ₂	3.48			4			2.5			3			
	E ₃	3			3.5			3			3			
	M	2.98			3.26			2.83			2.56			
Acidité titrable	E ₁	12			12			12			16			11 à 5
	E ₂	15			18			14			11			
	E ₃	17			22			18			15			
	M	16.66			17.33			16.66			14			
pH	E ₁	6.67	6.65	6.63	6.64	6.61	6.65	6.55	6.82	6.50	6.58	6.69	6.60	6.6
	E ₂	6.82	6.64	6.60	6.62	6.67	6.64	6.49	6.61	6.60	6.66	6.61	6.68	
	E ₃	6.62	6.61	6.55	6.78	6.80	6.72	6.77	6.82	6.77	6.73	6.76	6.78	
	M	6.64			6.67			6.67			6.67			
Taux de cendre (%)	E ₁	6.5			4.5			4.5			2.5			8
	E ₂	5.5			6			6			4.5			
	E ₃	3.5			7			7			5.5			
	M	5.16			5.83			5.83			4.16			
Solubilité (%)	E ₁	80.46			96.5			96.5			97.43			80 à 100
	E ₂	85.78			98.85			98.85			98.26			
	E ₃	84.78			98.40			98.40			89.09			
	M	83.71			97.91			97.91			94.92			
Produit amylicé	E ₁	Abs			Abs			Abs			Abs			0.5 g d'amidon pour 100 g de la poudre
	E ₂	Abs			Abs			Abs			Abs			
	E ₃	Abs			Abs			Abs			Abs			
	M	Abs			Abs			Abs			Abs			

III-2-Résultats et discussions des analyses microbiologiques :

III-2-1-Résultat de la recherche et dénombrement des flores :

2-1-1-Résultats et discussion de dénombrements de la F.T.M :

Les colonies qui sont développées sur le milieu PCA, sont de couleur blanche ou jaune et de forme circulaire ou en fuseau.

Les résultats de dénombrement de la flore totale mésophile de l'ensemble des échantillons analysés varient entre 2.10^3 et 20.10^3 germe/g.

Le test d'analyse de variance révèle que la variabilité des résultats est non significative ($p \leq 0.05$).

La norme désignée par le journal officiel de la république algérienne N°35 du 27/01/1998 la flore totale mésophile dans les laits déshydratés est 5.10^4 germe/g.

Les résultats de dénombrement de la flore totale mésophile pour tous les échantillons analysés sont inférieurs aux normes, de même, ces résultats répondent parfaitement aux normes AFNOR, donc, la contamination des poudres étudiées aux cours du stockage et conservation sont négligeables.

Tableau N° 18: Résultat de dénombrement de la F.T.M

Marques Echantillons	Dano	Milkospray	Gloria	Labelle	SS
E ₁	12.10 ³	3.8x10 ³	2.10 ³	15.10 ³	NS
E ₂	4.10 ³	6.10 ³	3.10 ³	16.10 ³	
E ₃	3.10 ³	8.10 ³	6.10 ³	20.10 ³	
M	6.33x10 ³	5.93x10 ³	3.66x10 ³	17.10 ³	
SS	NS				

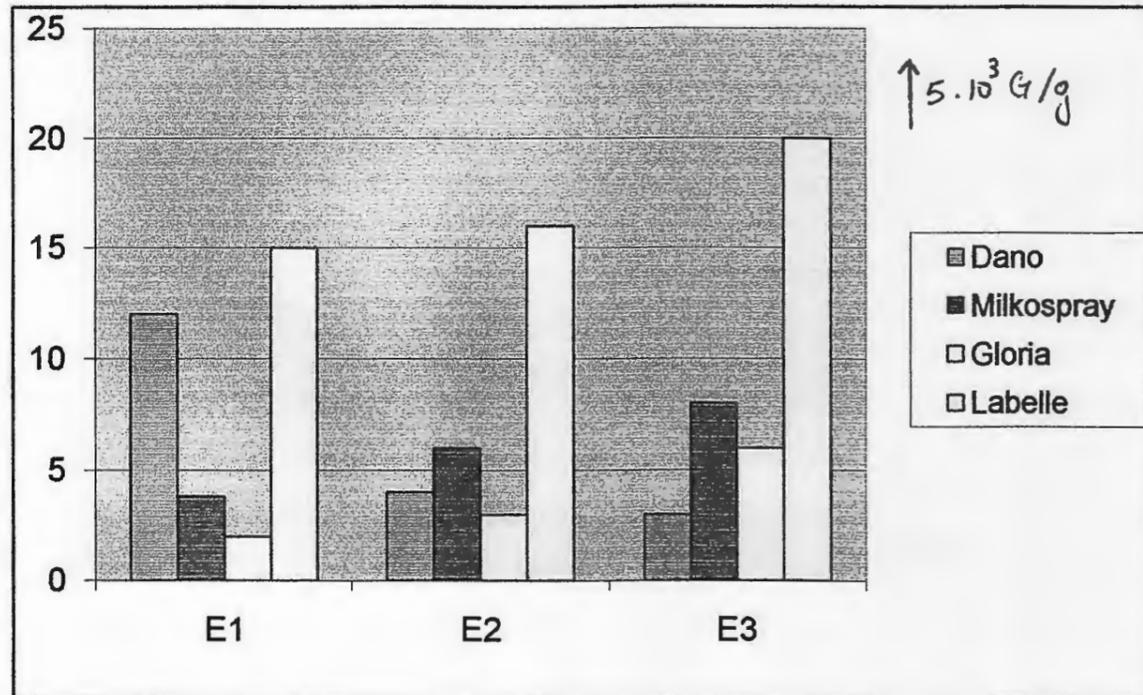


Figure N°10 : histogramme représentant l'évolution du nombre de la flore totale mésophile.

2-1-2-Les résultats et discussions de dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants:

Les résultats de dénombrement des Coliformes indiquent l'absence totale de cette flore pour l'ensemble des échantillons analysés.

La norme algérienne désignée dans le journal officiel N°35 du 27/01/1998, préconise la valeur des Coliformes dans les laits secs qui tolèrent moins de 5germe/g de produit.

L'analyse microbiologique de quatre marques étudiées n'a révélé la présence d'une contamination fécale et permettent d'apprécier le risque d'une présence des germes pathogènes. Donc on peut considérer que les poudres étudiées sont de bonne qualité hygiénique.

2-1-3-Résultats et discussions de la recherche et le dénombrement des levures et moisissures:

Les résultats relatifs au dénombrement de cette flore ont montré la présence d'un nombre important de la flore fongique dans les laits secs pour les quatre marques, ce nombre varie entre 10^5 et 37.10^6 germe/g de produit.

Le test statistique de l'analyse de la variance révèle que la variabilité des résultats est non significative ($p \leq 0.05$) pour l'ensemble des échantillons analysés.

Les valeurs de dénombrement de la flore fongique fixées par la norme algérienne sont comprises entre 50 à 100germe/g.

Les résultats de dénombrement de cette flore sont hautement élevés par rapport aux normes algériennes pour les laits déshydratés.

Selon KROGER (1976), la contamination des produits par les levures et les moisissures proviennent généralement de l'addition des suppléments ou d'un manque d'hygiène lors l'opération de conditionnement.

Le dénombrement de cette flore nous permet d'apprécier la capacité de conservation des produits laitiers. Cette charge ne représente pas un grand danger pour la santé de consommateur, mais elle peut altérer la qualité organoleptique ou la qualité technologique de produit fini.

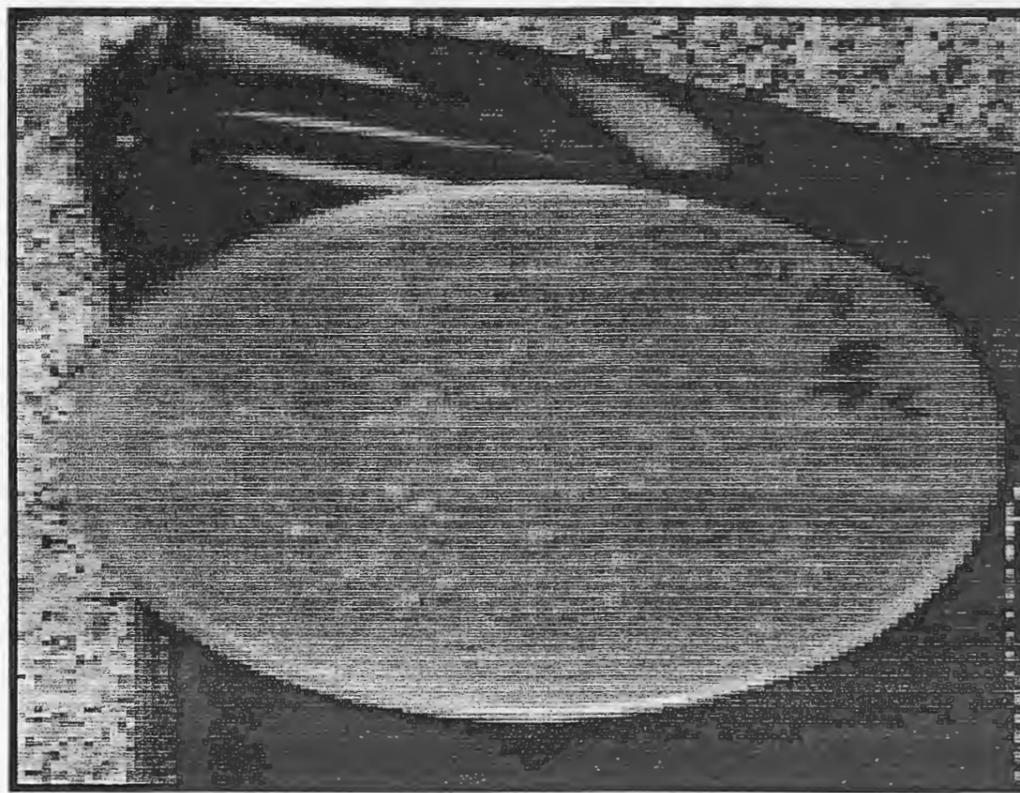


Figure N°11 : Aspect des levures et moisissures.

Tableau N°19 : Résultats de dénombrement des levures et moisissures.

Marques Echantillons	Dano	Milk spray	Gloria	Labelle	SS
E ₁	0.2.10 ⁶	10 ⁵	25.10 ⁶	2.4x10 ⁶	NS
E ₂	17.10 ⁶	7.10 ⁶	37.10 ⁶	4.2x10 ⁶	
E ₃	30.10 ⁶	1.28.10 ⁶	27.10 ⁶	3.1x10 ⁶	
M	15.73x10 ⁶	2.29x10 ⁶	29.6x10 ⁶	3.23x10 ⁶	
SS	NS				

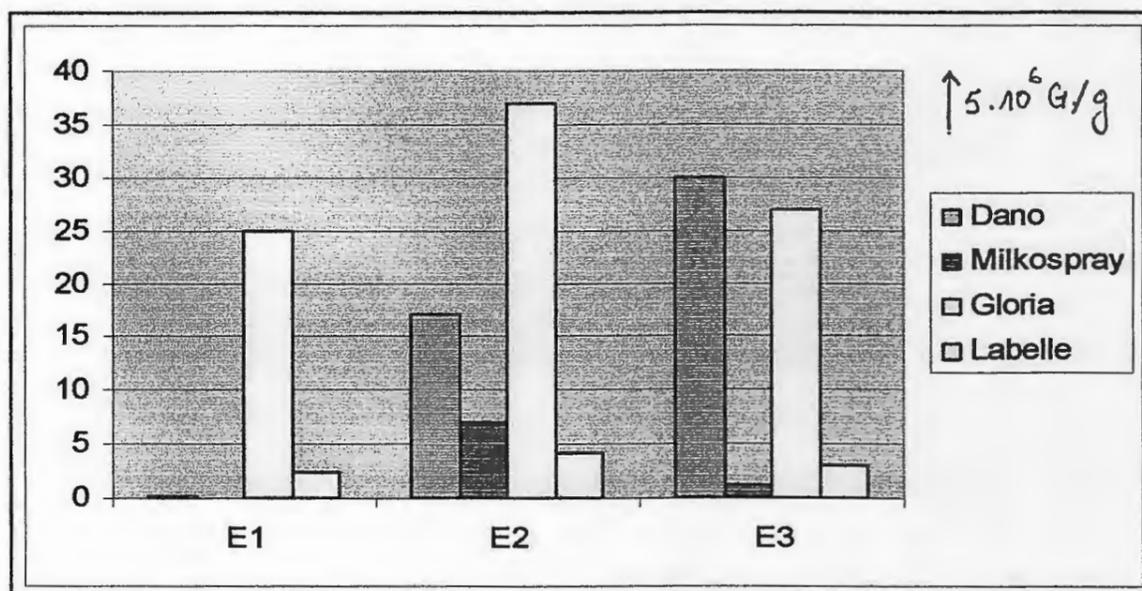


Figure N°12 : histogramme représentant l'évolution du nombre des levures et moisissures.

2-4-Résultats et discussions des A.S.R et C.S.R :

Les poudres de lait analysé sont totalement dépourvues de *Clostridium* sulfito-réducteur.

Selon les normes déposées par la république algérienne, les laits secs ne doivent pas contenir ni de *Clostridium* sulfito-réducteur ni des Anaérobies sulfito-réducteurs.

Selon BILLON (1980) cité par BOULAME et BOUCHIBI (1997), les *Clostridium*s sulfito- réducteurs sont considérés comme « germes tests » pour l'appréciation de la qualité hygiénique des denrées alimentaires.

2-5-Résultats et discussions de *Salmonella* et de *Staphylococcus aureus*:

Dans les différentes marques étudiées, nous avons décelé ni la présence de *Salmonella* ni des *Staphylococcus aureus*.

Pour les laits en poudre, les normes algériennes exigent l'absence totale des Salmonelles et des Staphylocoques. Donc, ces poudres sont de bonne qualité sanitaire.

2-6-Résultats et discussion de la recherche des Streptocoques fécaux :

La recherche des Streptocoques fécaux a révélé l'absence totale de ces germes pour toutes les marques.

La norme algérienne exige l'absence totale des Streptocoques fécaux dans le lait déshydraté. Donc, ces poudres de laits sont de bonne qualité hygiénique.

III-2-2-Résultats et discussions d'identification des souches :

L'analyse microbiologique de douze échantillons du lait en poudre a permis l'isolement et l'identification de huit souches bactérienne représentées par trois souches d'*Esherichia coli* et deux souches de Streptocoques non hémolytiques et trois souches des Staphylocoques.

Les résultats d'identification des Entérobactéries sont représentés dans le tableau et illustrés par la figure N°.

Tableau N°20 : Les résultats d'identification biochimique pour *Echerishia-coli*.

Souche	Lac	Sac	Glu	H2S	Gaz	ODC	LDC	ADH	Urée /Indole	Nitrate	Citrate	Espèce
1	+	-	-	-	+	-	-	+	-/+	+	-	<i>Echerishia-coli</i>
2	+	-	-	-	+	+	-	-	-/+	+	-	<i>Echerishia-coli</i>
3	+	-	-	-	+	+	-	-	-/+	+	-	<i>Echerishia-coli</i>

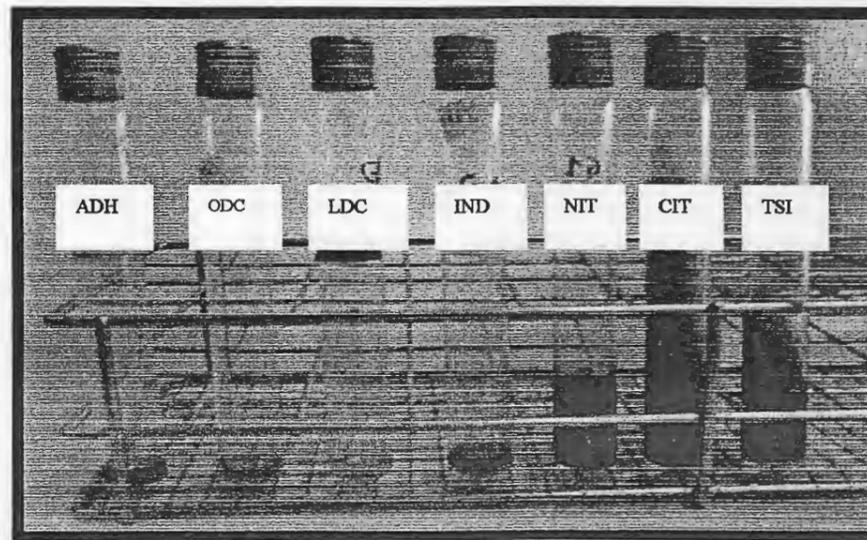


Figure N°13 : Résultats d'identification biochimique pour *Echerishia-coli*.

III-3-Résultats du test de la sensibilité aux antibiotiques.

III-3-1-Résultats de la sensibilité des Staphylocoques aux antibiotiques :

L'étude de la sensibilité des souches isolées à révélé que 33% des souches sont résistantes au Colistine, 66 % à l'Erothromycine.

Cependant, elles sont sensibles à 100 % au Tétracycline, Ampicilline, Amoxicilline, Streptomycine et Sulfonamide d'où l'efficacité de ces antibiotiques.

Tableau N° 21 : résultats de test de sensibilité aux antibiotiques pour les Staphylocoques

Souches	TE	AM	AMX	S	E	C _L	SSS
1	S	S	S	S	R (d=16 mm)	S (d=16 mm)	S (d=40 mm)
2	S	S	S	S	R (d=12mm)	R (d=07 mm)	S (d=30 mm)
3	S	S	S	S	S (d=34 mm)	S (d=15 mm)	S (d=35 mm)

- S: sensibilité
- R: Résistante
- D: Diamètre

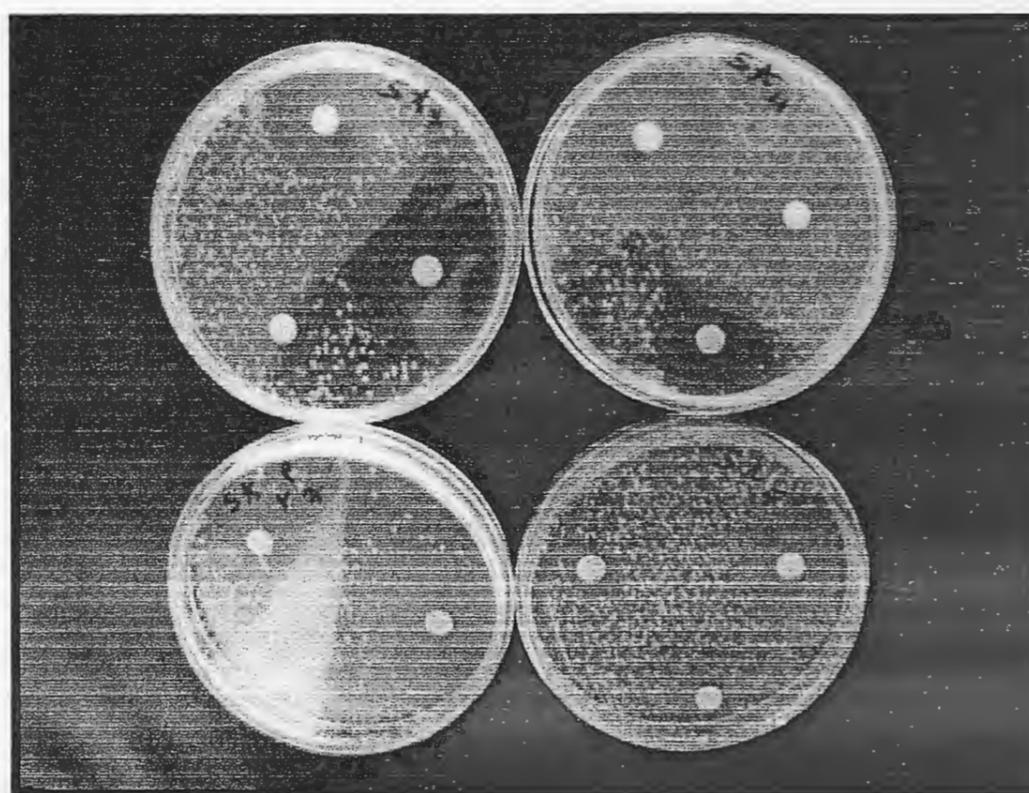


Figure N°14 : Sensibilité aux antibiotiques pour les Staphylocoques.

III-3-2-Résultats de la sensibilité aux antibiotiques pour les Streptocoques :

Les résultats des deux souches de Streptocoques ont montré la sensibilité de ces souches à 100% pour tous les disques d'antibiotiques utilisés.

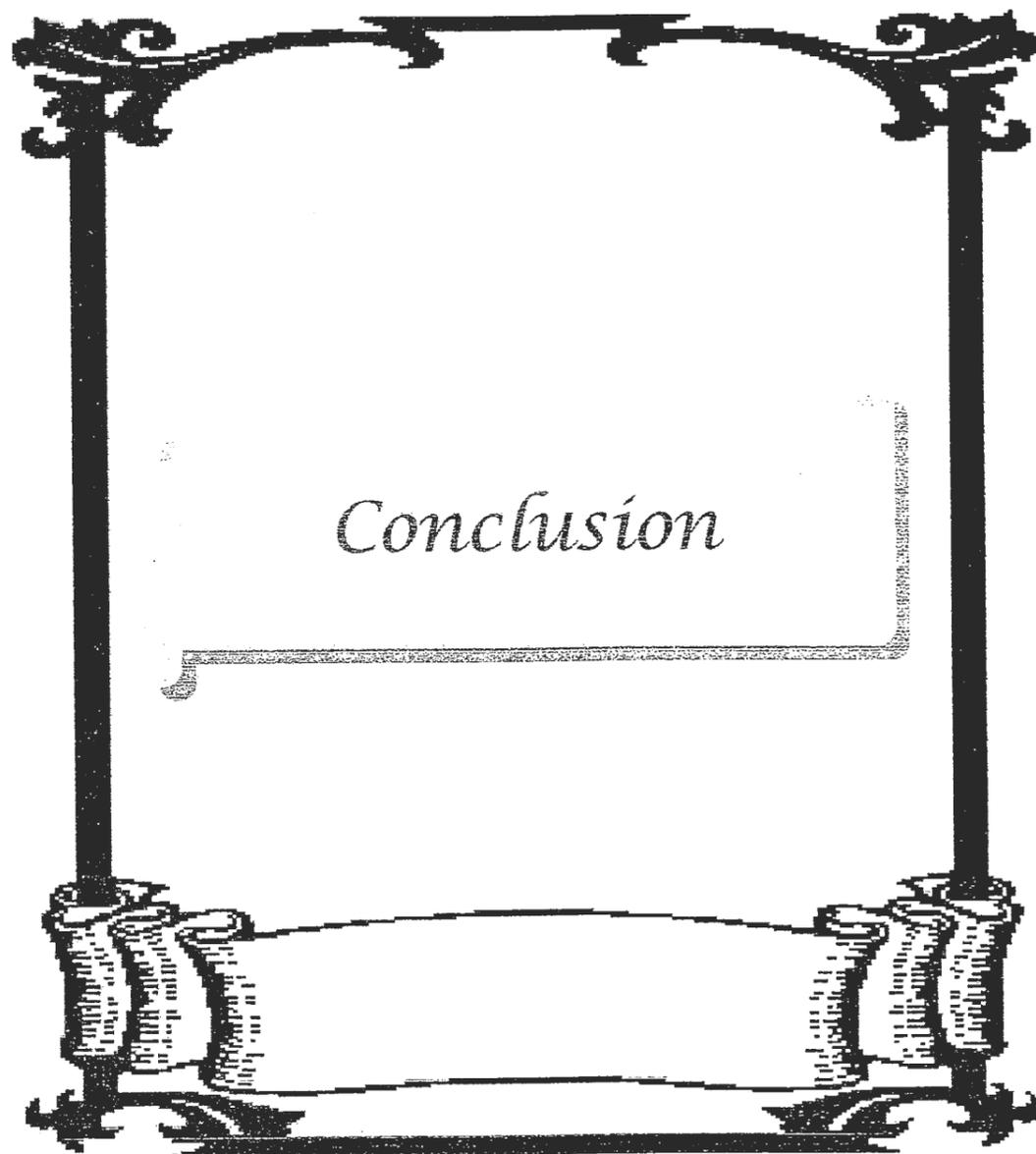
Cette sensibilité est due à l'efficacité des antibiotiques.

Tableau N°22 : Résultats de test de sensibilité pour les Streptocoques.

Souche	AM	AMC	S	TE	E	CL	SSS
1	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=50mm)
2	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=35mm)	S (d=43mm)

Tableau N°23: résultats de l'analyse Microbiologiques du lait en poudre.

		Lait en poudre 26 %		Lait en poudre 28 %		Normes germe/g
		LABELLE	MILKOSPRAV	GLORIA	DANO	
FTM	E ₁	15.10 ³	3.8x10 ³	2.10 ³	12.10 ³	5.10 ⁴
	E ₂	16.10 ³	6.10 ³	3.10 ³	4.10 ³	
	E ₃	20.10 ³	8.10 ³	6.10 ³	3.10 ³	
	M	17.10 ³	5.93x10 ³	3.66x10 ³	3.66x10 ³	
Coliformes totaux	E ₁	00	00	00	00	5 germs/g
	E ₂	00	00	00	00	
	E ₃	00	00	00	00	
	M	/	/	/	/	
Coliformes fécaux	E ₁	00	00	00	00	5 germs/g
	E ₂	00	00	00	00	
	E ₃	00	00	00	00	
	M	/	/	/	/	
Levures et moisissures	E ₁	2.4x10 ⁶	10 ⁵	25x10 ⁶	0.2x10 ⁶	50 à 10 germes/g
	E ₂	4.2x10 ⁶	7x10 ⁶	37x10 ⁶	17x10 ⁶	
	E ₃	3.1x10 ⁶	1.28x10 ⁶	27x10 ⁶	30x10 ⁶	
	M	3.23x10 ⁶	2.29x10 ⁶	29.6x10 ⁶	15.73x10 ⁶	
ASR	E ₁	00	00	00	00	Abs
	E ₂	00	00	00	00	
	E ₃	00	00	00	00	
	M	/	/	/	/	
ACR	E ₁	00	00	00	00	Abs
	E ₂	00	00	00	00	
	E ₃	00	00	00	00	
	M	/	/	/	/	
Staphylocoques	E ₁	00	00	00	00	Abs
	E ₂	00	00	00	00	
	E ₃	00	00	00	00	
	M	/	/	/	/	
Streptocoques fécaux	E ₁	00	00	00	00	Abs
	E ₂	00	00	00	00	
	E ₃	00	00	00	00	
	M	/	/	/	/	
<i>Salmonella</i>	E ₁	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	E ₂	Abs	Abs	Abs	Abs	
	E ₃	Abs	Abs	Abs	Abs	
	M	Abs	Abs	Abs	Abs	



Conclusion

Conclusion:

Au cours de notre travail, nous avons essayé de contribuer à une meilleure connaissance des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de quatre marques de lait en poudre; Gloria, Dano, Milkospray et Labelle, importés et commercialisés dans la Wilaya de Jijel.

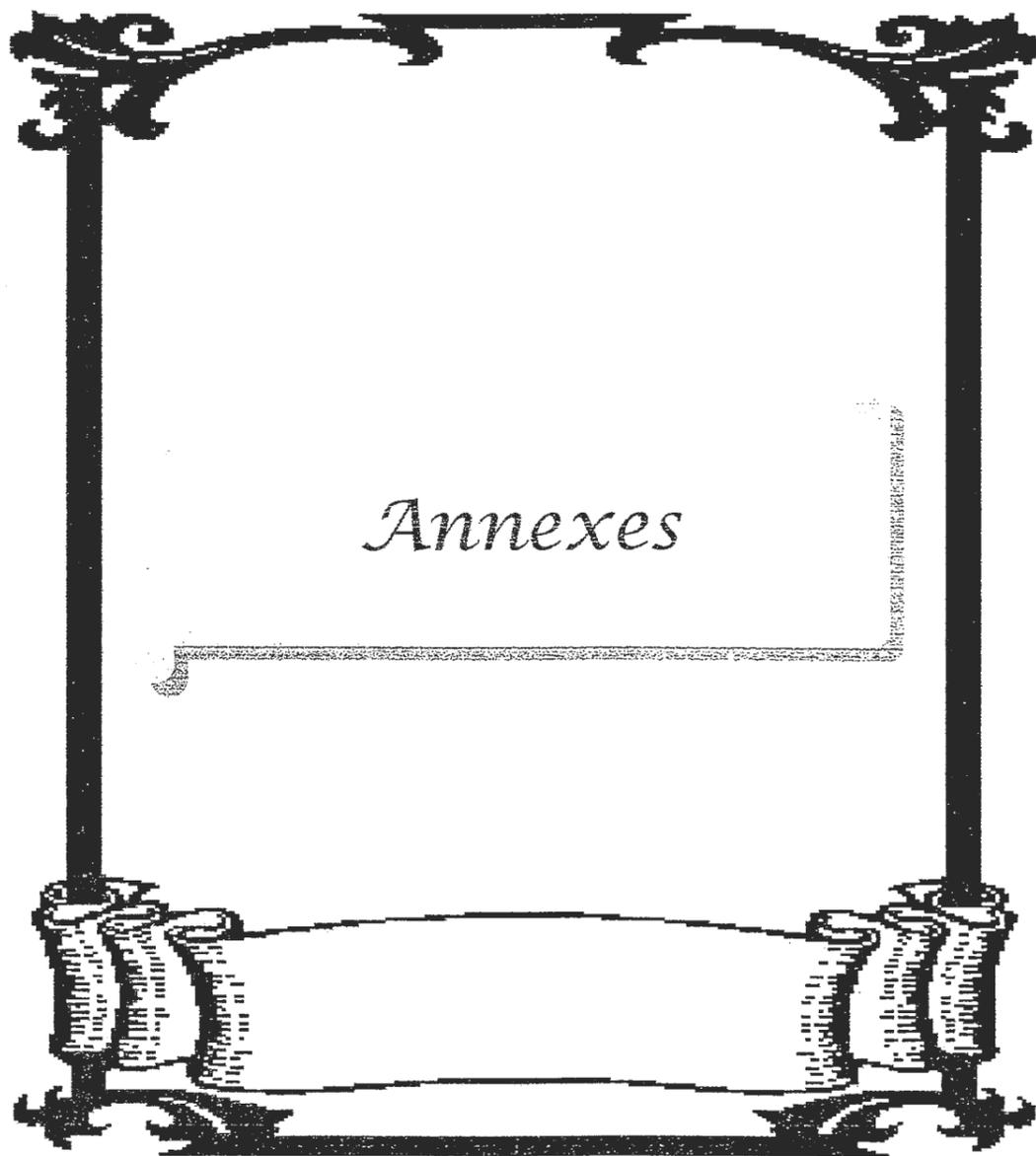
L'étude des paramètres physico-chimiques a montré que tous les paramètres (acidité, pH, humidité, solubilité, taux de cendre et recherche du produit amylacé) sont tout à fait acceptables et conformes aux normes, le p H varie entre (6.64-6.67) en moyenne, l'acidité titrable était entre (14°D-17.33°D) pour les marques Gloria ,Dano et Labelle mais légèrement supérieur au norme concernant la marque Milkospray.Ces résultats sont proches aux celles indiqués sur les emballages des marques de lait sec.

Les caractéristiques microbiologiques ont montré que la charge de la flore totale mésophile pour toutes les poudres répond aux normes algériennes (cette flore estimée entre $3,66.10^3$ et 17.10^3 germes/g). Ces résultats reflètent une bonne appréciation sur la qualité microbiologique de ces poudres .Le dénombrement des germes d'hygiène montre que tous les poudres de lait étudiées sont exemptes de tous ces germes ce qui désigne l'absence d'une contamination fécale. Les levures et moisissures dénombrées dans les quatre marques ont été trouvé en nombre très important pour les trois échantillons,cette flore varie entre $12,29.10^6$ et $29,6.10^6$ germes/g).Cette contamination par la flore fongique pose un problème de leur conservation. De même, la poudre analysée a été révélée l'absence totale des germes pathogènes (*Clostridium*, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*,*Streptocoques fécaux*) pour les marques:Gloria, Dano et Milkospray.

Pour chaque échantillon examiné pendant toute la durée d'étude, cela nous permet de confirmer leur bonne qualité sanitaire; mais l'apparition des Streptocoques non hémolytiques et les staphylocoques concernant la marque Labelle est un témoin d'une probable hygiène défectueuse lors de la mise en vente.

Les résultats du test de sensibilité des souches isolées ont révélé que les souches Staphylocoques sont très sensibles vis à vis de Tétracycline, Ampicilline, Amoxicilline, Streptomycine et Sulfonamide ; résistantes à 66% vis à vis d'Erythromycine et 33% concernant la Colistine. Les souches de Streptocoques sont sensibles vis à vis de tous les antibiotiques testés .La résistance pourrait être liée à l'utilisation anarchique des antibiotiques.

Compte tenu des résultats obtenus, il est fortement recommandable d'améliorer la qualité hygiénique de la poudre du lait concernant la marque Labelle, mais il que ce travail doit être compléter par d'autres travaux et qui peuvent nous renseignés sur : l'étude des qualités organoleptiques de ces laits en poudre importés, l'influence de la qualité de la poudre du lait sur la date limite de consommation (DLC) du produit fini et surtout un contrôle toxicologique doit être rigoureusement entretenu afin d'assurer une protection de la santé du consommateur.



Annexes

Annexe I

Milieux de culture :**Eau physiologique stérile à 9 %**

- Nacl	9g	
- eau distillée		1000ml

Bouillon sélénite cystine :

- Tryptone	5g	
- Lactose	4g	
- Phosphate disodique		10g
- Sélénite acide de sodium	4g	
- Cystine	10g	
- pH : 7.0 – ne pas autoclaver - stériliser par ébullition pendant 10 minutes		

Milieu de Rothe :

- Peptone	20g	
- Glucose		5g
- Chlorure de sodium		5g
- Phosphate mono potassique		2.7g
- Phosphate bi potassique	2.7g	
- Acide de Sodium	0.2g	
-pH : 7.0		

Giolitti et cantoni

- Tryptone	10g	
- Extrait de viande	5g	
- Extrait de levure	5g	
- Chlorure de lithium		5g
- Mannitol	20g	
- Chlorure de sodium		5g
- Glycine	1.2g	
- Pyruvate de sodium		3g
- pH : 6.9		

Bouillon EVA – Litsky (Bouillon à l'azide et à l'éthyl-violet)

- Peptone	20g	
- Glucose	5g	
- Chlorure de sodium		5g
- phosphate dipotassique	2.7g	
- Phosphate monopotassique		2.7g
- Azide de sodium	0.3g	
- Ethyl-violet		0.5g
- pH : 7.0		

Gélose PCA (Plate count agar)

- Peptone	5g	
- Extrait de levure	2.5g	
- Glucose	1g	
- Gélose	15g	
- pH : 7.2		

Gélose au désoxyholate 0.1% :

- Peptone	10g	
- Lactose	10g	
- Citrate de sodium	1g	
- Citrate de fer III	1g	
- désoxyholate de sodium	5g	
- Rouge neutre		25mg
- Extrait de viande	5g	
- Gélose	17g	
- pH : 7.3		

Milieu OGA (Gélose Oxytétracycline- glucose) :

- Extrait de levure		5g
- Glucose	20g	
- Gélose	16g	
- pH : 7.0		

Gélose VF (Viande –foie) :

- Extrait viande –foie		30g
- Glucose	2g	
- Amidon	2g	
- Gélose	12g	
- pH : 7.6		

Gélose nutritive :

- Peptone	10g	
- Extrait de viande	5g	
- Chlorure de sodium		5g
- Gélose	15g	
- pH : 7.2		

HEKTOEN :

- Protéose – Peptone		12g
- Extrait de levure	3g	
- Chlorure de sodium		5g
- Thiosulfate de sodium		5g
- Sels biliaires		9g
- Citrate de fer ammoniacal		1.5g
- Salicine	2g	

- Lactose	12g	
- Saccharose	12g	
- Fushine acide		0.1g
- Bleu de bromothymol		65mg
- Gélose	13mg	
- pH : 7.6		
CHAPMAN :		
- Extrait de viande	1g	
- Peptone	10g	
- Chlorure de sodium		5g
- Mannitol	10g	
- Rouge de phénol		25mg
- Gélose	15g	
- pH : 7.4		
Meuller –Hinton		
- Extrait de viande	2g	
- Hydrolysate acide de caséine		17.5g
- Amidon	1.5g	
- Gélose		10g
TSI (triple sugar-iron agar) :		
-Peptone	20g	
-Extrait de viande	3g	
-Extrait de levure	3g	
-Chlorure de sodium		5g
-Glucose	1g	
-Lactose	10g	
-Saccharose	10g	
-Citrate de fer		0.5g
-Hyposulfite de sodium		0.5g
-Rouge de phénol	25mg	
-Gélose		12g
-pH : 7.4		
<u>ODC :</u>		
-Ornithine (L)		5g
-Extrait de levure	3g	
-Chlorure de sodium		5g
-Glucose	1g	
-Pourpre de bromocrésol	16mg	
-pH : 6.3		
<u>ADH :</u>		
-Arginine	5g	
-Extrait de levure	3g	

-Chlorure de sodium	5g
-Glucose	1g
-Pourpre de bromocrésol	16mg
-pH : 6.3	
LDC :	
-Lysine	5g
-Extrait de levure	3g
-Glucose	1g
-Chlorure de sodium	5g
-Pourpre de bromocrésol	16mg
-pH : 6.3	
Urée-Indol :	
-Tryptophane	3g
-Phosphate monopotassique	1g
-Phosphate bi-potassique	1g
-Chlorure de sodium	5g
-Urée	20g
-Alcool à 95°	10ml
-Rouge de phénol	25mg
-pH : 6.7	
REACTIF ET COLORANTS :	
KOVACS :	
-Paradiméthyle-Amino-Benzalde	1g
-Alcool amylique	15g
-Acide chlorhydrique	5ml
Phénol phtaléine :	
- Phénol	1g
- Alcool	100g
Solution d'Hydroxyde de sodium (N/9)	
- Hydroxyde de sodium	4.4g
- Eau distillée	100g
Fushine :	
- Fushine basique	1g
- Alcool éthylique à 90°	10g
- Phénol	5g
- Eau distillée	100ml
Lugol :	
- Iode	1g
- Iodure de Potassium	2g

- Eau distillée 300ml

Violet de gentiane

- Violet de gentiane 1g
- Ethanol à 90% 10ml
- Phénol 2g
- Eau distillée 100ml

Solution d'Iode :

- Iode 1g
- Iodure de potassium 2g
- Eau distillée 100ml

Annexe II :

Tableau de l'analyse de variance :

Σ de CE	S.C.E	DDL	CM	S résiduelle
Total		(T.b)		
F.E		$\frac{SCE_{FE}}{t-1}$	SCE	
F.C		b-1	$\frac{SCE_{FE}}{b-1}$	$\cdot \sqrt{CM}$
Résiduelle		(t-1).(b-1)	$\frac{SCE_{FE}}{(t-1).(b-1)}$	

Avec :

DDL :Dégré de liberté

S.C.E :La somme des carrés des écarts

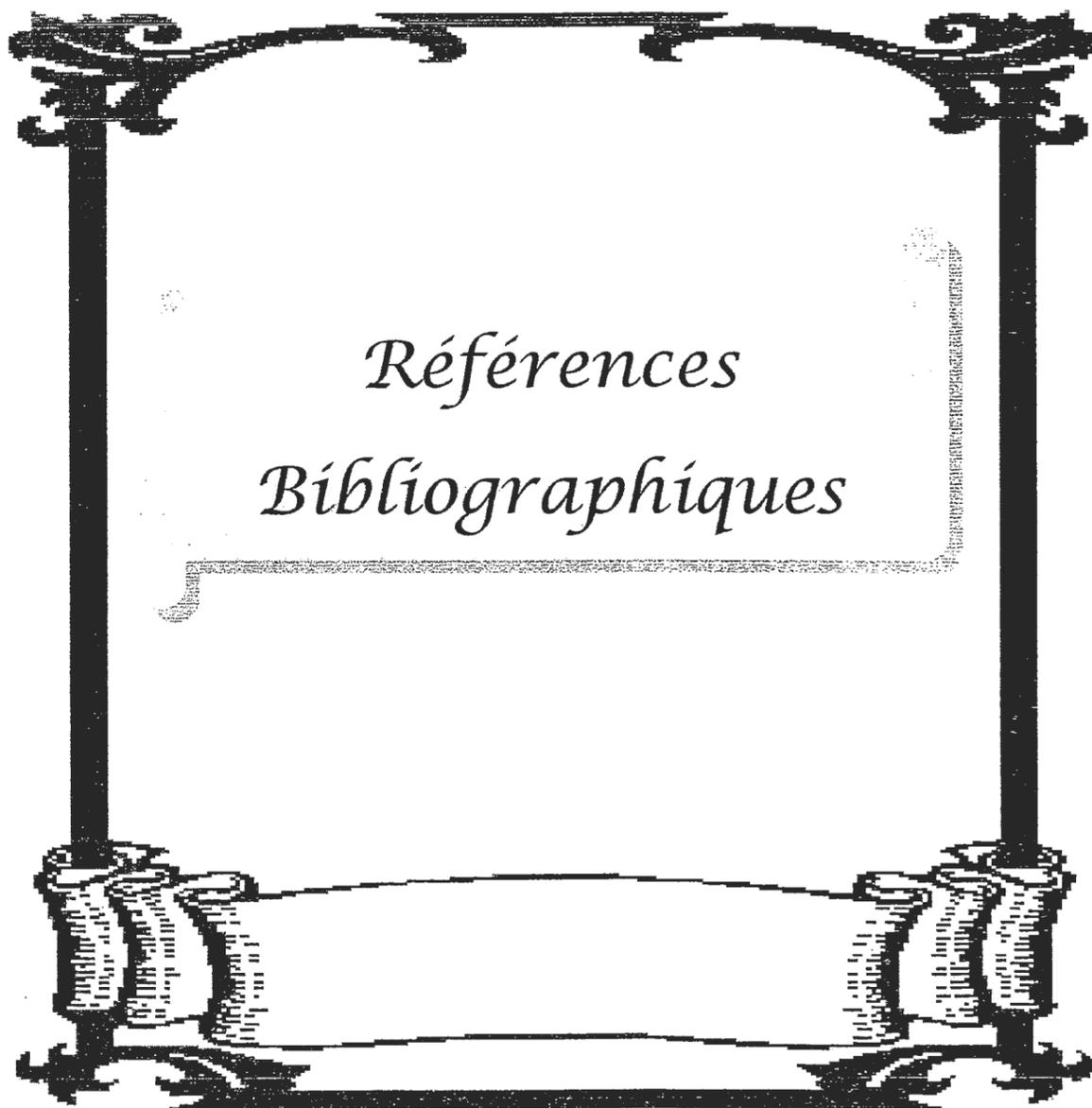
F.E :Facteurs étudiés

F.C :Facteurs controlés

Annexe III. Tableau des antibiotiques :

		ANTIBIOTIQUE			Concentration critique µg/ml	Diamètre des zones			
		Dénomination commerciale	Code	Charge µg/ml		R	I	S	
B-lactamines	Pénicillines	G	Pénicilline G	P	6	0.25-16	<8	8-28	≥29
		A	Ampicilline	AM	10	4-16	<11	11-16	≥17
			Amoxicilline	AMX	25	4-16	<14	14-20	≥21
			Amoxicilline+ A. clavulanique	AMP	20	4-16	<14	14-20	≥21
			Carbénacilline	CB	100	128	<15		≥15
			Ticarcilline	TIC	75	128	<13		≥13
			Aziocilline	AZ	75	16-128	<10	10-18	≥19
			Mézlocilline	MZ	75	8-32	<16	16-20	≥21
			Pipéracilline	PIP	100	16-128	<13	13-19	≥20
		Mécillinam	MEC	25	1-8	<17	17-22	≥23	
	M	Méticilline	DP	5	2	<20	12-17	≥20	
		Oxacilline	OX	5	2	<20	12-17	≥20	
	Céphalosporines	I	Cefalotine	CF	30	8-32	<12	12-17	≥18
			Cefaloridine	CD	30	8-32	<12	12-17	≥18
			Cefalexine	CN	30	8-32	<12	15-21	≥18
			Cefazoline	CZ	30	8-32	<12	15-21	≥18
		II	Cefoxitine	FOX	30	8-32	<15	15-21	≥22
			Cefamandole	MA	30	8-32	<15	15-20	≥22
		III	Cefuroxime	CXM	30	8-32	<15	15-20	≥22
			Cefotaxime	CTX	30	4-32	<15	14-20	≥21
Ceftriaxone			CRO	30	4-32	<15	14-21	≥21	
Cefopérazone			CFP	30	4-32	<14	17-22	≥21	
Aminosides	Cefsulodine	CFS	30	8-32	<14	15-20	≥22		
	Moxalactam	MOX	30	4-32	<17	15-16	≥23		
	Ceftardime	CAZ	30	4-32	<15	15-16	≥21		
	Streptomycine	S	10UI	8-16	<13	13-14	≥15		
	Gentamycine	GM	10	4-8	<14	14-15	≥16		
	Tobramycine	NN	10	4-8	<14	14-15	≥16		
	Sixomycine	SIS	10	4-8	<14	14-15	≥16		
	Dibekamycine	DKB	10	4-8	<14	14-15	≥16		
	Amikacine	AN	30	8-16	<15	15-16	≥17		
	Netilmycine	NET	30	4-8	<17	17-18	≥19		
Phénicolés	Kanamycine	K	30	8-16	<15	15-16	≥17		
	Néomycine	N	30	8-16	<15	15-16	≥17		
Tétracycline	Paromomycine	PAR	30	8-16	<15	15-16	≥17		
	Chloramphénicol	C	30	8-16	<19	19-22	≥23		
	Thiamphénicol	TP	30	8-16	<19	19-22	≥23		
	Tétracycline	TE	30	4-8	<17	17-18	≥19		
Tétracycline	Oxytétracycline	OT	30	4-8	<17	17-18	≥19		
	Doxycycline	D	30	4-8	<17	17-18	≥19		
	Minocycline	ML	30	4-8	<17	17-18	≥19		

Macrolides	Vrais	Erythromycine	E	15	1-4	<17	17-21	≥22
		Oleandomycine	OL	15	1-4	<17	17-21	≥22
		Spiramycine	SP	100	2-8	<16	16-21	≥22
	Apparentés	Linomycine	L	15	2-8	<17	17-20	≥21
		Clindamycine	CC	2	2	<17		≥15
		Virginiamycine	SA	15	2	<19		≥19
		Pristinamycine	PR	15	2	<19		≥19
Polypeptides	Baétraéine	B	10	2	<15		≥15	
	Polymyxine	PB	300	2	<15		≥15	
	Colistine	CL	250	2	<3	8-10	≥11	
Nitrofuranes	Furane	FM	20		<4	14-16	≥17	
Sulfamides	Sulfamide	G	30	100-350	<12	12-16	≥17	
	Triméthoprime-Sulfamides	SXT	20	2-8	<10	10-16	≥15	
Quinolones	Acnalidixique	NA	30	8-16	<15	15-10	≥20	
	A.pipémidique	PI	20	8-16	<14	14-10	≥19	
	Pefloxacine	PEF	5	1-4	<16	16-21	≥22	
Rifamycines	Rifampicine	RA	30	4-16	<14	14-18	≥19	
Divers	A.fusidique	FA	10	2-16	<15	15-21	≥22	
	Nitroxoline	NI	20	8-16	<17	17-18	≥19	
	Fosfomycine	FFL	50	32	<14		≥14	
	Novobiocine	NB	30	2-16	<16	16-22	≥23	
	Vancomycine	VA	30	20	<11		≥11	



*Références
Bibliographiques*

Références bibliographiques

- ADRIAN, 1987 : Les vitamines In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA, Paris, 1987, pp : 113-119.
- ALIAS,1975 :Science du lait,principe des technique laitières.Eds.S.E.P ,Paris.
- AMIOT et coll ,2002 : « Composition, propriétés physico-chimiques,valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait ». Dans science et technologie du lait par CAROL L . VIGNOLA. Editrice scientifique,pp : 28-29.
- ANONYME , 1999.L'effet de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait.In :Le lait, matière première de l'industrie laitière.INRA publication, Versailles,pp :171-181.
- ANONYME , 2006 :Emmi Milch AG,Dagnerselan ; produbte-information en 1995 ;lacto-prospérité.Thm ;Technische information 1998/1999.Egster E.,kursuter SHL zollibofer,<http://www.alp.admin.ch/Themen/00625/00694/index/html>.
- ANONYME , 2007 : Shéma de fabrication des laits en poudre. Capturé le 02/03/2007. <http://www.regilait.com/pro/dacafetrie/fabrication.html>.
- ANONYME ,2007 :Procédés de séchage des laits.In :CREAL.Quel(s)lait(s)pour demain.ARILAIT-RECHERCHE,<http://www.alp.admi.ch/fabrication/html>.
- ANONYME ,2007 : Station de recherche agroscope.Liebefeld posieux(A.J.P) Travaux de l'A.J.P publiés dans le domaine des concentrés et des produits à base de lait en poudre, <http://www.alp.admi.ch/Themen/00625/00694/index/html>. Dernière modification:07/07/2006 (Type PDF).
- ANONYME ,2002 :La clé de la valeur ajoutée :fractionnement et utilisation des constituants du lait <http://www.regilait.admi.dacafetrie/fabrication.html>.
- Arrêté interministeriel du 27/01/1999.
- Arrêté interministeriel du 2/12/1998 relatif aux spécifications techniques de lait en poudre et aux conditions et modalités de leurs présentations.
- APFELBAUM et coll ,1982.Les poudres de lait et leur classification .Bulltin des G.T.V.,pp :14-15.
- BENEDICTE.R , 1995 : l'hygiène alimentaire, Eds NATHAN, Paris.

- BENCHERIF ,2000:La consommation du lait.In :CEPIL.Le lait matière première de l'industrie laitière ,pp :113.
- BIMBENET , DUQUENOY , TRYSTRANG ,2002. : « Genie des procédés alimentaires » : Des bases aux applications. Edition RIA ;Dunod,Paris,pp :391-392.
- BESANCON , CHEFTEL , CHEFTEL , 1977 : « Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments ».(Volume II) Technique et documentation(LAVOISIER),Paris.
- BROCHU et coll , DUMAIS , JULIEN , NADEAU , RIEL , 1984 : « Science et technologie du lait : principes et applications ».La fondation de technologie laitière du QUEBEC-INC- Les presses de l'université LAVAL, Canada, pp :312-322.
- BRULE,G- Les minéraux. In : CEPIL. Le lait matière de l'industrie laitière.CEPIL-INRA, Paris, 1987 pp :87-89.
- BRULE , LENOIR ,1987 :La coagulation du lait. In :Ech A,. le fromage-Lavoisier, Paris pp :20-21.
- C.A.C.Q.E : Centre Algérien de contrôle de la qualité et d'Emballage « Méthodes d'analyse et d'appréciation des denrées alimentaires et des objets usuels »,5^{ème}Edition, entièrement nouvelle.1998.
- CARBONELLE et DENIS ,1987.Bactériologie médicale :techniques nouvelles,Ed.SIMEPSA.,Paris(France),pp :237.
- VIGNOLA , 2002 : Science et technologie du lait : transformation du lait.E.d.Ecole physique de matériel, pp : 3-284.
- CAYOT , LORIENT, : Structures et techno fonctions des produits du lait.Arilaire Recherche, Lavoisier, Paris, 1998.
- CHFTEL J et CHEFTEL H , 1984 : «Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments », volume01.Edition technique et documentation. Lavoisier. Paris, pp : 381.
- COMELADE , 1995 : « Technique et hygiène alimentaire ».7^{ème} Edition JACQUES LUNORE(Paris) pp : 6-16.
- C.SUPPLEE et BELLIS ,1993.Lactose : chemical and physicochemical properties.In :FOX,PF.Developments in dairy chemisty -3.Elsevier ,London,pp :1-34.
- DEBRY , 2001 : « Lait nutrition et santé ».Editions techniques et documentation.Lavoisier,Paris,pp :6.
- DESTOUET , 1989 .Les protéines du lait : variations de leurs concentrations et applications .Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse.

- DOHMERS T.,1995 : « Dairy Processing Handbook.Tetra Pak processing systems,Editor,Teh notext.s.weden,pp :361-373.
- FAO,2003:Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine .Département de l'agriculture,pp :31-37
- FAO,1998 :Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine .Les laits de consommation. Département de l'agriculture, pp :10-17.
- DUPIN A. ,CUQJ.L. , MALWIAKML., LEYNAUD.ROUADC., - BERTHIRAM. ,1992 : Alimentation et nutrition humaine.ES.F et S-D,P. Paris.
- EDUCAGRI, 2002 : La transformation des produits laitiers frais à la ferme.
- FEINBERG ,1996 : Répertoire général des aliments,2^{ème}édition ,pp :110.
- GUIRAUD J.P et GALZY P., 1980.L'analyse microbienne dans les industries alimentaires .Ed. L'usine nouvelle, Paris pp.92.
- GUIRAUD J. P. ,1998 : Microbiologie alimentaire Ed. DUNOD, Paris, pp :137-139.
- GUIRAUD J. P., 2003.Microbiologie alimentaire Ed.DUNOD,Paris,pp :138-191.
- HANNAK E ,2002 : Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Département d'élevage et de médecine vétérinaire, CIRAD-FAO. Montpellier, France.
- HODEN et COULON ,1991.Maitrise de la composition du lait :influence des facteurs nutritionnels sur la qualité et les taux de matière grasse et protéiniques INRA Prod,pp :361-363.
- JACOU J et THERVENOT,1961 :Contribution à l'étude de la qualité du lait :objectifs,stratégies,importance de la traite,Lyon.
- JENSEN,1995 :Particulate constituents in human and bovine milks.pp:50-60.
- JOFFIN C et JOFFIN J-N.,1999.Microbiologie alimentaire.5^{ème}ed.CR.de DOC .PED.d'AQU.,Bordeau,pp.122-146.
- Journal officiel de la république algérienne N°35 du 27Mai 1998.
- KEENAN ,PATTONS, 1995.The milk lipid globule membrane.Academic Press,San Diego,pp:5-50.
- LEGRY .,1988.Influence de la collecte sur la qualité du lait .Thèse de doctorat vétérinaire ,Lyon,pp :123-126.
- LEDRER.,1983.A review of the relationship between milk protein polymorphism and milk composition.In :Milk protein polymorphism.International Dairy Federation,pp :22-37.

- LUQUET F.M,1981.Lait et produits industriels laitiers .Tome2.Ed.TEC et DOC.Lavoisier,Paris,pp :3-53.
 - LUQUET F.M.,1990.Lait et produits industriels laiters :vaches ,brebis,chèvres.2^{ème}Ed.TEC.et DOC.Lavoisier,Paris,pp :3-37.
 - MANSAR Z.,1984.Etudes des causes et des conséquences des déviations des normes technologiques de leur valeur standards du lait et des produits laitiers.pp :15-19.
 - MICHEL et coll.,2002.Lait de consommation.Dans :Science et technologie du lait .Par VIGNOLA C ,2002.Editrice scientifique,pp :280-281.
 - MONTREUIL ,1960.Les glucides du lait,Bull Soc Chim Biol,pp :1399.
 - PETRANSXIENNE et LAPIED,1981.La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers :Analyses et tests.Edition VIGOT Frères.
 - PIEN ,1975.Physico-chimie du lait.Tech Lait pp :13-14.
 - POINTURIER , H,ADDA ,J.Beurrerie industrielle.pp :69.
 - PEUGEONT,1974.Préparation des phosphocasinates natifs par microfiltration sur membrane.Le lait,pp :461-474.
 - ROUX J. ,1994.Conserver les aliments.Edition technique et Documentation.Lavoisier,pp :630.
 - SERVILLE Y.,1984. « Lait et fromages »,dans :Manuel d'alimentation humaine(TREMOLIERES J. ,SERVILLE Y.,JACQUOTER.,DUPIN H).Tome02 :les aliments 9^{ème} édition,pp :162.
 - SCRIBANRENE Coordinateur,1988.Biotechnologie.3^{ème} édition,Paris.
 - TREMOLIERES.V,1984.Manuel d'alimentation humaine.Eds E.S.F,Tome II.
 - VEISSEYRE R.,1979.Technologie du lait,Constitution,Récolte,Traitement et transformation du lait,3^{ème} édition.La maison rustique.Paris,pp :3-105.
 - VEISSEYRE R.,et LENOIR J.,1992. « Le lait, les fromages,le beurre et les produits gras de matière grasse laitière ».Dans :Alimentation et nutrition humaine.
- Par :DUPIN H.,CUQ J.L.,MALEWIAK M.L.,LEYNARD.J,BERTHIER A,M.Edition ES.F,Paris,pp :849.
- VIGNOLA C.L.,2002.Science et technologie du lait :transformation du lait.Ed.Ecole polytechniques de Montérial.pp :284.
 - VIRLING E .,1999.Aliments et besoins ,Filière et produits .Edition DOIN.

- WATSON et TISLER, 1961 cité par HARDY., 1987. Alimentation de la vache laitière. CEPIL-INRA, Paris, pp :297-303.

- WEBER, F, 1987. Les incidences technologiques des variations de composition du lait. CEPIL-INRA, Paris, pp :299-303.

Nom et prénom : ➤ BOUKELIA Naziha ➤ BOUAMLI Zahia ➤ YASSAD Nadjet	Membres de jury : -Présidente :M ^{elle} .LAGHOUNE -Examinatrice :M ^{elle} .BOUSSOUF -Encadreur:Mr.BOUDJERDA	Date de soutenance : Juillet 2008
---	---	---

Nature du diplôme : Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie
Option : Contrôle de Qualité et Analyses

Résumé :

Notre étude avait pour but le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique de 12 échantillons de lait en poudre importé, vendus au niveau de la wilaya de Jijel .

Les résultats physico-chimiques ont montré que:

- Le lait est de bonne qualité avec un pH de 6,6 et une acidité lactique de 15,16°D avec des teneurs en eau (2,91%) et taux de cendre de 5,16%. La solubilité de lait était 92,94% et l'absence d'un produit amylacé.

- Les analyses microbiologiques ont montré l'absence total des différentes bactéries pathogènes, et l'absence de la contamination fécale pour les marques : Dano, Gloria et Milcospray , par contre ces analyses révèlent l'existence de trois souches d'*E.coli* et deux Streptocoques non hémolytiques concernant la marque Labelle. .

Les tests de la sensibilité aux antibiotiques révèlent une sensibilité des streptocoques en vers les antibiotiques testés. Cette sensibilité pourrait être due à l'efficacité des antibiotiques.

Les mots clés : qualité physico-chimique ,qualité microbiologique, lait en poudre, importé.

Summary :

Our study was to control the physical, chemical and microbiological quality of twelve milk powder's samples imported and sold in the province of Jijel.

The physical-chemical results showed that:

-- Milk is of good quality with a pH of 6.6 and lactic acid of 15.16 ° C with moisture of water (2.91%) and rates of 5.16% of ash. solubility of milk was 92.94% and the absence of a starchy product .

-- Microbiological analyses have shown the total absence of various pathogenic bacteria, and the absence of faecal contamination for the following brands: Dano, Gloria and Milkospray. Against these analyses, it is revealed the existence of tree strains of E. coli and two strains of Streptococoncerning the mark Labelle.

Testing the sensitivity of antibiotics has show a sensitivity of Streptococci towards tested antibiotics.

This sensitivity may be due to the efficacy of antibiotics.

Key words: physicochemical quality, microbiological quality, milk powder, imported.

ملخص:

كان الهدف من دراستنا هو مراقبة النوعية الفيزيو -كيميائية والميكروبيولوجية لإثنتا عشر عينة من الحليب الجاف المستورد والذي يباع على مستوى ولاية جيجل. وقد أظهرت النتائج الفيزيوكيميائية ما يلي :

- الحليب من نوعية جيدة مع وجود معامل هيدروجيني قيمته 6,6 وحموضة لبنية قيمتها 15,16 مع رطوبة قدرها (2,91%) ومعدلات رماد قدرها 5,16%. وقد كانت نسبة الذوبانية 92,94% مع عدم وجود مادة نشوية .

كما بينت التحاليل المكر وبيولوجية غياب كلي لمختلف الجراثيم الممرضة، وعدم وجود تلوث البراز للعلامات التالية : دانو، وغلوريا و ميلكوسبراي . ومقابل ذلك، كشفت هذه التحاليل عن وجود ثلاث سلالات تخص *E. coli* وسلالتين تخص *Streptocoque non hemolytique* بالنسبة للعلامة لابل.

وقد أظهر اختبار الحساسية المتعلق بالمضادات الحيوية حساسية *streptocoques* للمضادات الحيوية محل الاختبار . ويمكن أن تكون الحساسية للمضادات الحيوية ناجمة عن فعالية هذه المضادات الحيوية.

الكلمات المفتاح : النوعية الفيزيوكيميائية، النوعية الميكروبيولوجية، الحليب الجاف، المستورد.