

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université M'hamed Bougara (Boumerdes)

جامعة أمحمد بوقرة- بومرداس



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Mémoire de Fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Production et Nutrition Animales

Thème :

**Étude comparative des analyses physico-chimiques et microbiologiques
entre le lait cru et la poudre de lait**

Présenté par :

-Melle Guernane Ouiyem

-Melle Haballa Amal

Devant le jury composé de :

-Dr Benhammana.M

-Dr Morsli. A

-Dr Aroune. Dj

MA (UMBB)

MCB (UMBB)

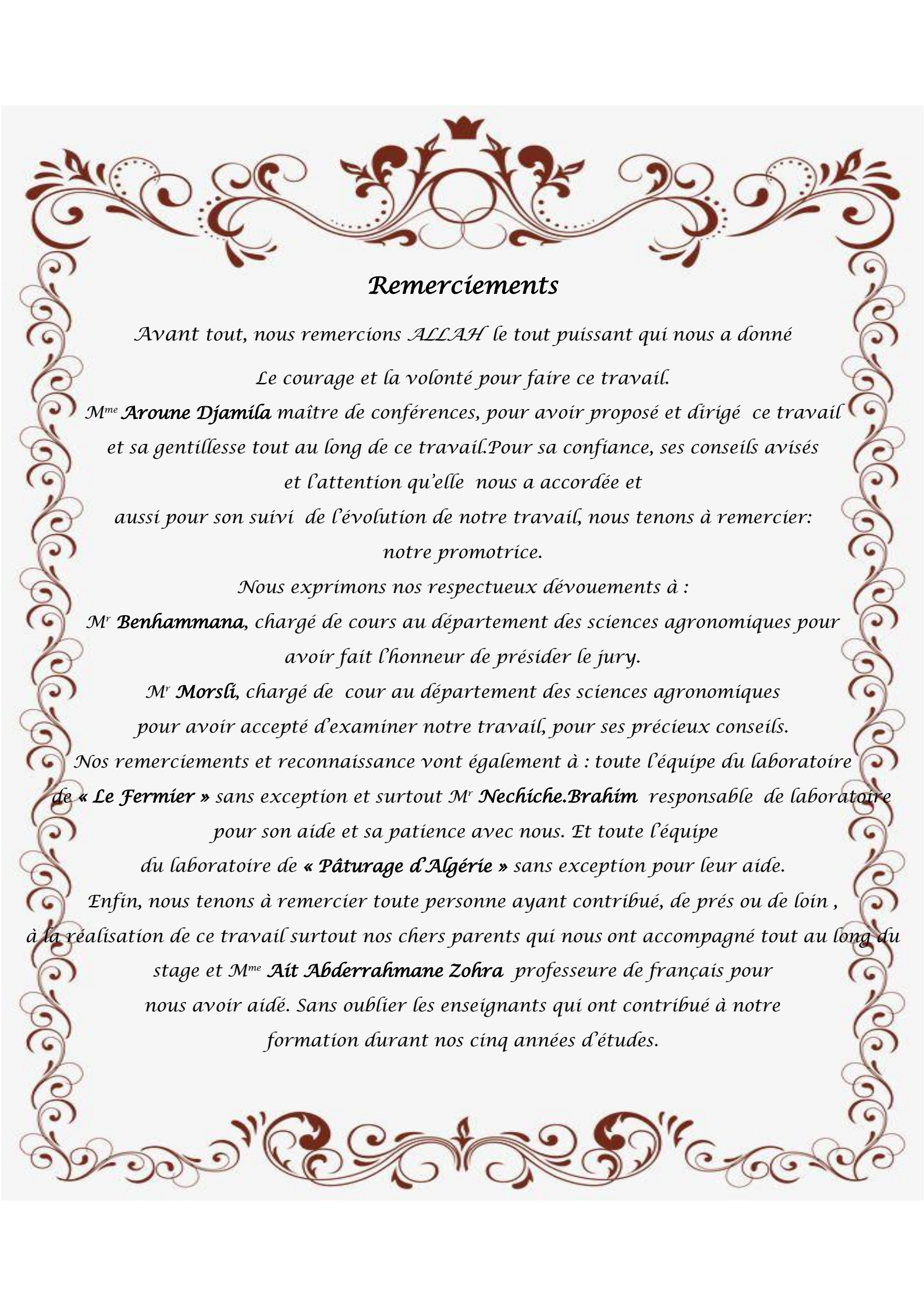
MCB (UMBB)

Président

Examineur

Promotrice

Année universitaire : 2020/2021



Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné

Le courage et la volonté pour faire ce travail.

M^{me} Aroune Djamila maître de conférences, pour avoir proposé et dirigé ce travail et sa gentillesse tout au long de ce travail. Pour sa confiance, ses conseils avisés et l'attention qu'elle nous a accordée et aussi pour son suivi de l'évolution de notre travail, nous tenons à remercier: notre promotrice.

Nous exprimons nos respectueux dévouements à :

M^r Benhammana, chargé de cours au département des sciences agronomiques pour avoir fait l'honneur de présider le jury.

M^r Morsli, chargé de cour au département des sciences agronomiques pour avoir accepté d'examiner notre travail, pour ses précieux conseils.

Nos remerciements et reconnaissance vont également à : toute l'équipe du laboratoire de « Le Fermier » sans exception et surtout M^r Nechiche.Brahim responsable de laboratoire pour son aide et sa patience avec nous. Et toute l'équipe du laboratoire de « Pâturage d'Algérie » sans exception pour leur aide.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne ayant contribué, de près ou de loin , à la réalisation de ce travail surtout nos chers parents qui nous ont accompagné tout au long du stage et M^{me} Ait Abderrahmane Zohra professeure de français pour nous avoir aidé. Sans oublier les enseignants qui ont contribué à notre formation durant nos cinq années d'études.

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail ,qui n'aurait pu aboutir et voir la lumière sans l'aide
de Dieu le tout puissant,*

*A mes très chers parents qui m'ont appris le vrai sens de la vie et m'ont éduquée
avec tout leur amour, leur patience, leur soutien et appui continus , pour
lesquels je dois le mérite pour ce que je suis devenue aujourd'hui.*

Merci ma mère , merci mon père. Que Dieu vous garde pour moi.

*A ma grand- mère «Rosa» et à la mémoire de mon grand- père «Baba Amar»
Que Dieu ait son âme et l'accueille en son vaste paradis.*

A mes très chères sœurs Ichrak et Maria.

A toute ma grande famille sans exception ; mes oncles, mes tantes,

Mes cousines (Nawal, Meriem, Imane) et cousins.

A mon très cher binôme et mon adorable

copine Amel et toute sa famille.

*A ma chère promotrice Mme Aroune pour ses encouragements, son soutien
et sa patience.*

A tous mes enseignants.

A tous mes ami(e)s et proches et mes camarades de la promotion (2020 /2021).

A tous ceux qui me sont chers et que je n'ai pas pu citer.

Ouiyem

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Ceux qui ont donné un sens à mon existence en m'offrant une bonne éducation.
A celle qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse, celle qui s'est sacrifiée pour
mon bonheur et ma réussite : ma mère ...*

*A mon père, l'école de mon enfance, le symbole de la puissance, celui qui a été
mon ombre durant toutes les années d'études pour m'encourager, m'aider et me
protéger.*

A mes chers grand-parents. Que dieu les garde et les protège.

*A l'âme de mon défunt grand-père (maternel) qui m'encourageait beaucoup et
que je regrette tant...*

A mes chers frères : Nabil, Bilal et Youcef.

*A toute ma grande famille sans exception ; mes oncles, mes tantes, cousines et
cousins.*

A mon binôme Ouïyem et sa famille.

A tous ceux qui me sont chers et que je n'ai pas cités.

A tous ceux qui m'aiment et m'encouragent.

A tous ceux que j'aime...

*A ma chère promotrice **Mme Aroune** pour ses encouragements, son soutien et sa
patience.*

A tous mes enseignants.

A tous mes ami(e)s et proches et mes camarades de la promotion (2020/2021)

Amal

Liste des tableaux

Tableau I. Composition générale (%) du lait de vache.....	5
Tableau II. Constituant lipidique du lait de vache et localisation dans la fraction physicochimique (g/l de matière grasse).....	7
Tableau III. Composition minérale du lait de vache.....	8
Tableau IV. Composition vitaminique moyenne du lait cru.....	9
Tableau V. Composition des poudres de lait (en %).....	17
Tableau VI. Composition moyenne de poudre de lait entier.....	18
Tableau VII. Composition moyenne de poudre de lait écrémé.....	18
Tableau VIII. Composition général de la poudre de lait partiellement écrémé.....	19
Tableau IX. Tableau récapitulatif des points d'échantillonnage, des différentes analyses physico-chimiques (lait cru et poudre de lait).....	27
Tableau X. Tableau récapitulatif des points d'échantillonnages et des germes recherchés (lait cru et poudre de lait).....	27
Tableau XI. Résultats d'acidité pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	39
Tableau XII. Résultats du pH pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	41
Tableau XIII. Résultats de la densité pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	42
Tableau XIV. Résultats de la matière grasse (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	44
Tableau XV. Résultats de l'extrait sec total (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	45
Tableau XVI. Résultats de l'extrait sec dégraissé (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	47
Tableau XVII. Résultats de l'analyse physico-chimiques de l'eau de production.....	48

Tableau XVIII. Résultats de dénombrements de la flore totale aérobie mésophile à 30°C pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	49
Tableau XIX. Résultats de dénombrements des coliformes fécaux 44°C (UFC/ml) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	51
Tableau XX. Résultats de dénombrements des coliformes totaux à 30°C (UFC/ml) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).....	52
Tableaux XXI. Résultats d'analyse microbiologiques de l'eau de production.....	54

Liste des figures

Figure 1. Modèle de micelle de caséine avec sous-unités.....	8
Figure 2. Procédé de séchage par atomisation de la poudre de lait (Spray).....	22
Figure 3. Procédé de fabrication de la poudre de lait.....	23
Figure 4. variation de l'acidité des différents échantillons du lait cru et la poudre de lait analysés.....	40
Figure 5. Variation de pH pour les différents échantillons du lait cru et la poudre de lait analysés.....	41
Figure 6. Variation de la densité pour les différents échantillons du lait cru et la poudre de lait analysés.....	43
Figure 7. Variation de taux de matière grasse (g/l) pour les différents échantillons du lait cru et la poudre de lait analysés.....	44
Figure 8. Variation de la teneur en extrait sec total (g/l) pour les différents échantillons du lait cru et la poudre de lait analysés.....	46
Figure 9. Variation de la teneur en extrait dégraissé (g/l) pour les différents échantillons du lait cru et la poudre de lait analysés.....	47
Figure 10. Variation La flore totale aérobie mésophile pour les différents échantillons du lait cru et La poudre de lait analysés.....	50
Figure 11. Variation des coliformes fécaux pour les différents échantillons du lait cru et la poudre de lait analysés.....	51
Figure 12. Variation des coliformes totaux pour les différents échantillons du lait cru et la poudre de lait.....	53

Abréviations

Abs : Absence

AFNOR : Association Française de Normalisation

BLM : Bovins laitiers modernes

BLBVB : Bouillon lactosé au vert brillant et à la bile

°C : Degré celsius

Ca⁺² : Calcium

CF : Coliformes Fécaux

CO₃⁻² : Carbonates

CT : Coliformes totaux

D : Densité

°D : Degré Dornic

DBK : Draa Ben Khedda

E.coli : Eschirichia coli

ESD : Extrait Sec Dégraissé

EST : Extrait Sec Total

°F : Degré française

FAO : Food and agriculture organisation (Organisation des nations unies pour
l'alimentation et l'agriculture)

H : Humidité

Hco₃⁻² : Bicarbonates

H₂SO₄ : Acide sulfurique

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

LPC : Lait Pasteurisé conditionné

LP : Lait Pasteurisé

LR : Lait Reconstitué

MG : Matière grasse

MGLA : Matière grasse laitière Anhydre

Mg⁺² : magnésium

Ms : Matière Sèche

NAOH : Hydroxyde de sodium

ND : Non dénombrable

OGA : Oxytétracycline glucose Agar

OMS : Organisation Mondiale de la santé

PCA : Plat Cont Agar

pH : Potentiel Hydrogène

PDL 0% : La poudre de lait écrémé 0% de matière grasse

PDL 26% : La poudre de lait entier 26% de matière grasse

SARL : Société Algérienne à responsabilité limitée

SM : Solution mère

STLD : Société de transformation de lait et dérivés

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre hydrométrique

TSE : Tryptone Sel eau

VRBG : Violet cristal Rouge neutre Bile Glucosée

VRBL : Violet cristal Rouge neutre Bile Lactosée

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Abriviations

Introduction.....	1
-------------------	---

Chapitre I. Rappels bibliographiques

I.1. Généralités sur le lait cru.....	3
I.1.1. Les races bovines en Algérie.....	3
I.1.1.1. Les races locales.....	4
I.1.1.2. Les races à hautes potentiels de productivité.....	4
I.1.1.3. Les races améliorées ou mixtes.....	4
I.1.2. La qualité organoleptique du lait cru.....	4
I.1.2.1. La couleur.....	4
I.1.2.2. L'odeur.....	5
I.1.2.3. La saveur.....	5
I.1.2.4. La flaveur.....	5
I.1.3. La composition chimique du lait cru.....	5
I.1.3.1. L'eau.....	6
I.1.3.2. Les glucides.....	6
I.1.3.2.1. Lactose.....	6
I.1.3.3. Les lipides.....	6
I.1.3.4. Les protéines.....	7
I.1.3.4.1. Les caséines.....	7
I.1.3.4.2. Les protéines du lactosérum.....	8
I.1.3.5. Les minéraux.....	8
I.1.3.6. Les vitamines.....	9
I.1.3.7. Les enzymes.....	9
I.1.4. Les propriétés physico-chimiques du lait cru.....	9
I.1.4.1. La densité.....	10
I.1.4.2. Le point de congélation.....	10
I.1.4.3. Le point d'ébullition.....	10
I.1.4.4. L'acidité.....	10
I.1.4.5. pH.....	10
I.1.5. La microbiologie du lait cru.....	11
I.1.5.1. La flore originelle ou endogène du lait cru.....	11
I.1.5.2. La flore de contamination.....	11

I.1.5.3. La flore d'altération.....	11
I.1.5.4. La flore pathogène.....	12
I.1.5.5. Les sources des contaminations.....	12
I.1.6. Les facteurs de variation de production du lait cru.....	12
I.1.6.1. Les facteurs intrinsèques.....	12
I.1.6.1.1. Effet génétique.....	12
I.1.6.1.2. Facteurs physiologies.....	13
I.1.6.1.2.1. Effet de l'âge et ou premier vêlage.....	13
I.1.6.1.2.2. Effet de l'âge et numéro de lactation.....	13
I.1.6.1.2.3. Effet du stade de lactation.....	13
I.1.6.2. Les facteurs extrinsèques.....	14
I.1.6.2.1. Effet de l'alimentation.....	14
I.1.6.2.2. Effet de saison.....	14
I.1.6.2.3. Effet de climat.....	14
I.1.7. La récolte du lait cru.....	15
I.1.7.1. La traite.....	15
I.1.7.1.1. Les conditions de la traite.....	15
I.1.7.1.2. Les types de traite.....	15
I.1.7.2. L'entretien du matériel de traite.....	16
I.1.7.3. La conservation du lait cru à la ferme.....	16
I.1.7.4. Le transport jusqu'à la laiterie.....	16
I.1.7.5. La réception du lait à la laiterie.....	16
I.1.7.6. Contrôle à la réception.....	16
I.2. Généralités sur la poudre de lait.....	17
I.2.1. Les différents types de poudre de lait.....	17
I.2.1.1. La poudre de lait riche en matières grasses.....	18
I.2.1.2. La poudre de lait entier.....	18
I.2.1.3. La poudre de lait écrémé.....	18
I.2.1.4. La poudre de lait écrémé partiellement.....	18
I.2.2. Les propriétés organoleptiques de la poudre de lait.....	19
I.2.3. Les propriétés physico-chimiques de la poudre de lait.....	19
I.2.4. Les caractères d'une bonne poudre de lait.....	21
I.2.5. Le processus de la poudre de lait.....	21
I.2.5.1. La concentration.....	21
I.2.5.2. Le séchage.....	22
I.2.6. La microbiologie de poudre de lait.....	23
I.2.6.1. Les bactéries d'altérations.....	24
I.2.6.2. Les bactéries pathogènes.....	24

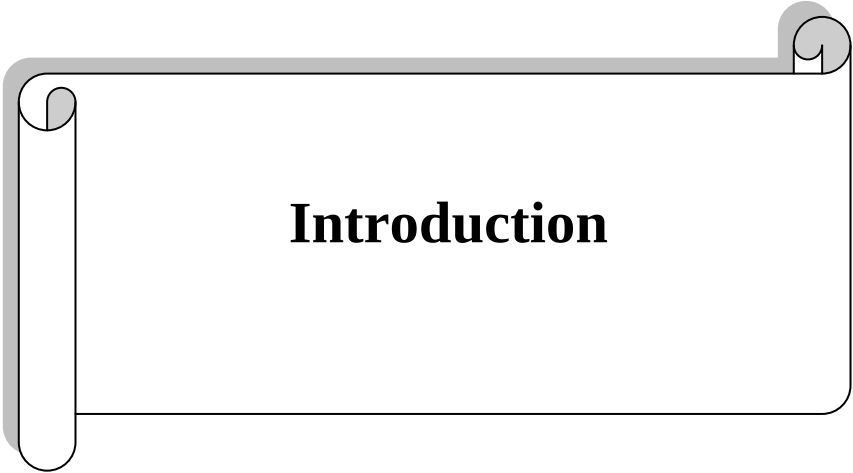
Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Objectif.....	25
II.2. Présentation du l'unité.....	25
II.2.1. L'unité «Le Fermier».....	25
II.2.2. L'unité «Pâturage d'Algérie ».....	26
II.3. Matériels et méthodes.....	26
II.3.1. Echantillonnage.....	26
II.3.2. Méthodes de prélèvement des échantillons (le lait cru et la poudre de lait.....	26
II.4. Les méthodes d'analyses physico-chimiques du lait cru et la poudre de lait.....	28
II.4.1. Teste d'antibiotique.....	28
II.4.2. Teste d'ébullition.....	28
II.4.3. Détermination de l'acidité.....	29
II.4.4. Mesure du pH.....	29
II.4.5. Détermination de la densité.....	30
II.4.6. Détermination du taux de matière grasse par la méthode acido-butyrométrique.....	30
II.4.7. Détermination de l'extrait sec total.....	31
II.4.8. Détermination de l'extrait sec dégraissé.....	32
II.5. Les analyse physico-chimique de l'eau de production.....	32
II.5.1. Détermination du pH.....	32
II.5.2. Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	32
II.5.3. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC).....	33
II.5.4. Détermination du titre hydrométrique (TH).....	34
II.6. Les analyses microbiologiques.....	34
II.6.1. Méthodes de dénombrement des microorganismes.....	34
II.6.2. Recherche et dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.....	35
II.6.3. Recherche et dénombrement des entérobactéries.....	36
II.6.4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	36
II.6.5. Recherche et dénombrement des salmonelles.....	37
II.6.6. Recherche et dénombrement des escherichia coli.....	38

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques pour le lait cru et la poudre de lait.....	39
III.1.1. Résultats d'antibiotique.....	39
III.1.2. Résultats de test d'ébullition.....	39
III.1.3. Résultats de la détermination de l'acidité.....	39

III.1. 4. Résultats du pH.....	41
III.1.5. Résultats de la densité.....	42
III.1.6. Résultats de la détermination du taux de matière grasse.....	44
III.1.7. Résultats de la détermination de la teneur en l'extrait sec total.....	45
III.1.8. Résultats de la détermination de la teneur en l'extrait dégraissé.....	47
III.2. Résultats de l'analyse physico-chimiques pour l'eau de production.....	48
III.3. Résultats microbiologiques pour le lait cru et la poudre de lait.....	49
III.3.1. Dénombrement des germes aérobies.....	49
III.3.2. Dénombrement des coliformes fécaux (thermotolérants).....	51
III.3.3. Dénombrement des coliformes totaux.....	52
III.4. Résultats de l'analyse microbiologiques pour l'eau de production.....	54
Conclusion.....	55
Références bibliographiques.....	56
Annexes	
Résumé	



Introduction

Le lait est l'un des produits de base dans notre alimentation, une source de croissance, possédant des vertus nutritionnelles très bénéfiques à la santé, riche en sels minéraux importants pour une bonne ossature.

la consommation algérienne du lait connaît une évolution croissante depuis l'indépendance, pour cette raison l'Algérie est considérée comme l'un des plus grands consommateurs du lait au monde et le premier au Maghreb avec une moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an (**Kacimi El Hassani, 2013**). L'Algérie est donc un marché majeur pour la poudre de lait que ce soit la poudre de lait entier ou la poudre de lait écrémé.

La flambée des prix de la poudre de lait sur le marché international a conduit les pouvoirs d'augmenter la production de lait de vache et de l'intégrer dans les circuits de la production (**Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2009**).

Cependant, la production du lait, se heurte souvent au problème de gestion de la qualité qui pénalise tant les producteurs que les transformateurs. Les conditions d'hygiène au niveau des fermes, le maintien de la chaîne de froid tout le long du circuit de la production jusqu'à l'arrivée du lait à la laiterie, comportent autant de sources de contaminations à maîtriser afin de préserver la qualité hygiénique du lait (**Faye et Loiseau, 2002**).

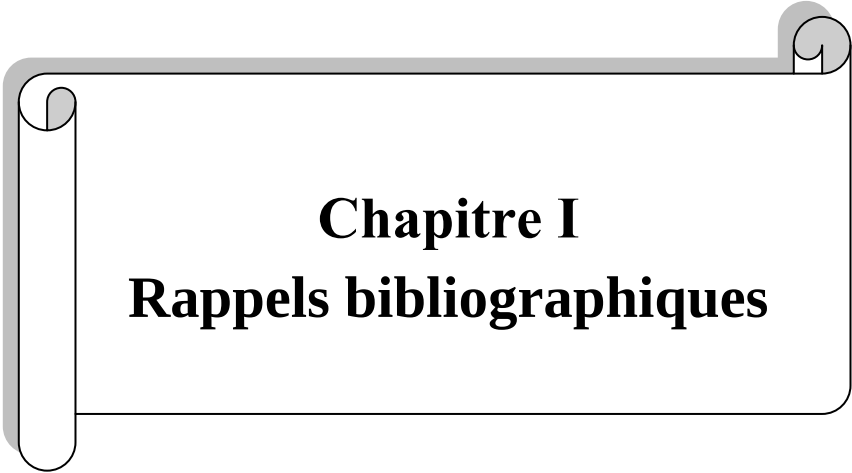
En raison de la richesse du lait en nutriments, il constitue un excellent milieu de culture pour les microorganismes, provoquant des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et libération des composés indésirables (**Veisseyre, 1975**).

Il est important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait soit instauré.

Cette consommation croissante du liquide blanc autrement-dit le lait d'une part et les risques de contamination qui peuvent l'affecter nous a poussé à choisir cette étude comparative entre le lait cru et la poudre de lait pour savoir lequel des deux conviens le mieux à la consommation.

L'étude réalisée est divisée en deux parties : Une synthèse bibliographique englobant des généralités ainsi que la qualité du lait cru et de la poudre de lait, une partie expérimentale dans laquelle le matériel et les méthodes expérimentales utilisées pour l'appréciation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru et de la poudre, sont décrits et les résultats obtenus sont représentés et discutés.

Cette présente étude a démontré que les résultats physico-chimique sont conformes aux normes par contre l'analyse microbiologique du lait cru et de la poudre de lait montre une contamination par les germes non pathogènes. Cependant, l'amélioration de la qualité microbiologique du lait cru et de la poudre de lait est nécessaire par l'application des bonnes pratiques d'élevage des animaux et par le respect des normes de production et de commercialisation de la poudre de lait.



Chapitre I

Rappels bibliographiques

I.1. Généralités sur le lait cru

Le lait cru est un liquide de couleur blanchâtre, opaque, de saveur légèrement sucrée, il constitue un aliment complet et équilibré. Il est recueilli à la ferme par traite, directement transporté au point de collecte où il est réfrigéré et stocké dans des réservoirs avant le transport dans le cas d'exploitations importantes. Dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée (**Guiraud, 1998 ; Aboutayeb, 2009**). Il peut provenir d'animaux sains, soumis à un contrôle vétérinaire, d'une préparation (traite, conditionnement, stockage) effectuée dans des conditions d'hygiène satisfaisantes. Ce liquide n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite; le lait cru doit être porté à ébullition avant sa consommation dans les 24h. (**Mahaut et al., 2005 ; Fredot, 2006**).

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains notamment comme cofacteur et régulateur d'enzymes. Il assure aussi un apport non négligeable en vitamines connues comme Vitamines A, D, E (liposolubles) et Vitamines B1, B2, B3 (hydrosolubles). Il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvu de fibres (**Cheftel J et Cheftel H, 1996**).

Il joue un rôle très important dans notre alimentation ; il contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes. Le lait d'origine animale peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dans les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale (**FAO, 2010**).

I.1.1. Les races bovines en Algérie

La *Brune de l'Atlas* représente la race locale. Tandis que le bovin importé est représenté particulièrement par : la *Holstein*, la *Montbéliarde*, la *Brune des Alpes*, la *Limousine*, et la *Tarentaise*. Il existe même des produits des croisements (**Feliachi, 2003**).

I.1.1.1. Les races locales

Tous les types de bovins autochtones de l'Afrique du Nord sont appelés race brune de l'Atlas (**Guerissi, 2009**). Elle est caractérisée par : une robe de nuance allant du fauve brunâtre au rouge brun et gris foncé, peau fine, poils courts, muqueux bruns et ardoisés, paupières et mufler noirs. Présence de chignon sur la tête, orbites saillantes, cornes fines en crochets très dures et solides avec extrémité pointue de couleur gris ou noir. Elle est de petite taille, d'une musculature moyenne, avec des hanches étroites, un dos horizontal, une queue longue. Tandis que leurs Aplombs se caractérisent par des membres frêles et courts, onglons noirs. Le poids varie entre 250 et 300 kg (**Nedjraoui, 2001**).

I.1.1.2. Les races à hauts potentiels de productivité

Les races hautes productrices ou bovines laitières modernes (BLM), sont des races d'importation à haut potentiel génétique d'origine européenne. L'introduction de ces races s'est produite durant l'ère coloniale (**Eddebbah, 1989**).

I.1.1.3. Les races améliorées ou mixtes

Ce sont des races issues de multiples croisements entre la race locale et les différentes races importées pour l'amélioration de la production ; ces races importées ont un potentiel génétique élevé, mais leurs performances se diminuent par rapport à leurs pays d'origine (**Nedjraoui, 2001**).

I.1.2. La qualité organoleptique du lait cru

La qualité organoleptique englobe les caractéristiques : **couleur, odeur, saveur et flaveur** (**Fredot, 2005**).

Rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais (**Vierling, 2003**).

I.1.2.1. La couleur

La couleur est indiquée dans le lait cru, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche (**Reumont, 2009**).

I.1.2.2. L'odeur

La présence de la matière grasse dans le lait lui confère une odeur caractéristique, au cours de sa conservation et une odeur aigue due à l'acidification par l'acide lactique (Vierling, 1998).

I.1.2.3. La saveur

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait normal car elle provient de l'association d'éléments diversement appréciés selon l'observateur. En effet, on distingue la saveur douce du lactose, la saveur salée du Na Cl, la saveur particulière de lécithines qui s'équilibre et qui est atténuée par la masse des protéines (Martin, 2000).

I.1.2.4. La flaveur

C'est un équilibre subtil entre de multiples composés : acides, alcools, ester, amines, composés carbonyles et soufré ...etc. En interaction avec une matière lipidique et protéique (Vierling, 1998).

I.1.3. La composition chimique du lait cru

La composition du lait cru varie d'une espèce à une autre car elle est adaptée aux besoins de chacune d'elle (Mathieu, 1998). Les principaux constituants du lait (Tableau I) sont (Pougheon et Goursaud, 2001) :

- L'eau, très majoritaire,
- Les glucides principalement représentés par le lactose,
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

Tableau I. Composition générale (%) du lait de vache (Amiot et al., 2002).

Constituant	Variations limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5 - 89,5	78,5
Glucides	3,6 - 5,5	3,7
Matières grasses	2,9 - 5,0	3,2
Protéines	2,9 - 5,0	4,6
Minéraux	0,7 - 0,9	0,8

La constitution du lait se fait en 4 phases selon (**Fredot, 2016**) :

- 1- Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
- 2- Une phase colloïdale : suspension de caséines sous forme de micelle.
- 3- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- 4- Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

I.1.3.1. L'eau

L'eau représente la majeure partie du lait, soit 81 à 87 %(**Gonde et Jussieu, 1980**).

I.1.3.2. Les glucides

Les glucides sont essentiellement représentés dans le lait par le lactose, sa teneur s'élève en moyenne à 50g par litre de lait (**Veisseyre, 1979**). Le lait ne renferme que des traces d'oligosaccharides. C'est non seulement un aliment nutritionnel important, mais il contrôle aussi conjointement avec les constituants minéraux, la pression osmotique du lait (**Adrian et Lepen, 1987**). On distingue selon un classement basé sur leur polarité électrique :

- **Les glucides neutres** : lactose, glucose, galactose.
- **Les glucides azotés** : glucosamine, N-acétylée et galactose aminé acétylée.
- **Les glucides acides** : toujours liés aux glucides neutres ou azotés (**Pien, 1979**).

I.1.3.2.1. Le lactose

Le lactose est un constituant majeur de la matière sèche du lait. Il favorise l'assimilation du calcium et de la matière azotée (**Jeantet et al, 2008**).

I.1.3.3. Les lipides

La matière grasse est présente dans le lait cru (35 g/L) (**Tableau II**) sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm, elle est essentiellement constituée de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés (**Jeantet et al., 2008**).

Tableau II. Constituant lipidique du lait cru et localisation dans la fraction physicochimique (g/l de matière grasse) (FAO, 1998).

Constituants lipidiques	Proportions (%)	Localisation
Triglycérides	96-98	Globule gras
Diglycérides	0,3-1,6	Globule gras
Monoglycérides	0,0-0,1	Globule gras
Phospholipides	0,2-1,0	Membrane du globule gras et lactosérum
Cérébrosides	0,0-0,8	Membrane du globule gras
Stéroïdes	0,2 -0,4	Globule gras
Acides gras libres	0,1 -0,4	Membrane du globule gras et lactosérum
Esters du cholestérol	Traces	Membrane du globule gras
Vitamines	0,1-0,2	Globule gras

- **Les phospholipides représentant** moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C18 :2 et acide linoléique (C18 :3) (Jeantet *et al.*, 2008).

I.1.3.4. Les protéines

Le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes (Jeantet *et al.*, 2007).

-Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales.

-Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

I.1.3.4.1. Les caséines

Jean et Dijon (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultant de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 µm (**Figure 1**). La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (**Adrian *et al.*, 2004**).

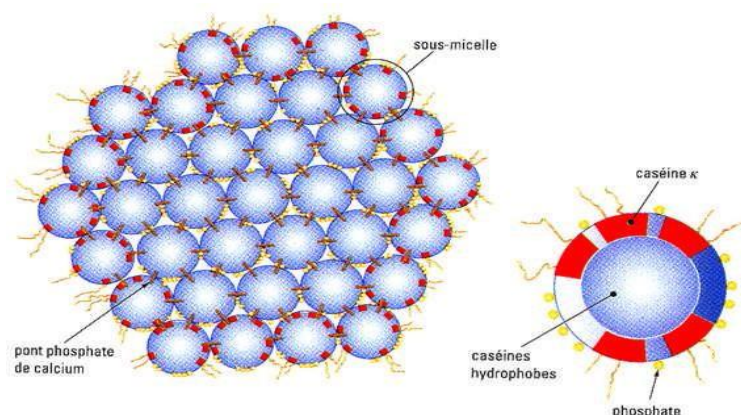


Figure 1. Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (Amiot *et al.*, 2002).

I.1.3.4.2. Les protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (Debry, 2001).

Les protéines du lactosérum sont définies comme étant des protéines d'excellentes valeurs nutritionnelles, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique (Thapon, 2005).

I.1.3.5. Les minéraux

Le lait cru contient des quantités importantes en principaux minéraux dont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Gaucheron, 2004) (Tableau III).

Tableau III. Composition minérale du lait de vache (Jeantet *et al.*, 2007)

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg ⁻¹)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

I.1.3.6. Les vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires (**Vignola., 2002**). L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (**Tableau IV**). On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**Jeantet et al., 2008**).

Tableau IV. Composition vitaminique moyenne du lait cru (**Amiot et al., 2002**)

Vitamines	Teneur moyenne par 100ml
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40µg
Vitamine D	2,4µg
Vitamine E	100µg
Vitamine K	5µg
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg
Vitamine B1 (thiamine)	45µg
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg
Vitamine B12 (cyancobalamine)	0,45µg
Niacine et niacinamide	90µg
Acide pantothénique	350µg
Acide folique	5,5µg
Vitamine H (biotine)	3,5µg

I.1.3.7. Les enzymes

Les enzymes sont définies comme étant des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait cru (**Pougheon, 2001**).

I.1.4. Les propriétés physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques principalement utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique, le point de congélation, le point d'ébullition, l'acidité et le PH (**Amiot et al., 2002**).

I.1.4.1. La densité

La densité n'est pas constante pour une même espèce. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissouts et en suspension ainsi que la teneur en matière grasse.

elle est comprise entre 1028 et 1033 à une température de 20°C. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (Alais, 1984).

I.1.4.2. Le point de congélation

Peut varier de -0,530°C à -0,575°C avec une moyenne de - 0,555°C. Un point de congélation inférieur à -0,530°C confirme une addition d'eau au lait (Lebeuf et al., 2002).

I.1.4.3. Le point d'ébullition

D'après (Amiot et al., 2002), on définit le point d'ébullition comme étant la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

I.1.4.4. L'acidité

L'acidité du lait est due principalement à la présence de protéines (la caséine et la lactalbumine), et d'acides organiques, tel que l'acide lactique. L'acidité apparente ou acidité naturelle du lait varie entre 13°D et 17°D.

D'après Jean et Dijon (1993) le lait cru au ramassage doit avoir une acidité ≤ 21 °D. Un lait dont l'acidité est ≥ 27 °D coagule au chauffage et un lait dont l'acidité est ≥ 70 °D coagule à froid.

I.1.4.5. PH

Le pH du lait varie d'une espèce à une autre, étant donné les différences de la composition chimique (caséine et en phosphate) et aussi selon les conditions environnementales (Alais, 1984). Le pH du lait est compris entre 6,5 et 6,7 (Goursaud, 1985). Un lait au pH bas est soit contaminé par la flore acidifiante soit par présence de colostrum.

I.1.5. La microbiologie du lait cru

Le lait cru est, de par sa composition, un substrat très favorable au développement des microorganismes (**Guiraud, 1998**).

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normales renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35°C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides.

Les microorganismes du lait sont répartis selon leur importance en deux grandes classes: la flore indigène ou originale et la flore de contamination, cette dernière est subdivisée en deux classes : la flore d'altération et la flore pathogène (**Guiraud, 1998; Fredot, 2006**).

I.1.5.1. La flore originale ou endogène

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées **lacténines** à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (**Cuq, 2007**). La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Guiraud, 2003**).

I.1.5.2. La flore de contamination

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers. Il en résulte que la nature de la flore microbienne du lait cru est à la fois complexe et variable d'un échantillon à un autre et suivant l'âge du lait. Cette flore est composée d'une flore d'altération et d'une flore pathogène.

I.1.5.2.1. La flore d'altération

Elle exploite des défauts sensoriels (goût, d'arôme), ou qui réduira la durée de conservation des produits laitiers. La flore d'altération comporte trois genres : les coliformes, les levures et les moisissures (**Essalhi, 2002**).

I.1.5.2.2. La flore pathogène

Elle fait partie de la flore contaminant du lait. Les bactéries pathogènes pour l'homme peuvent être présentes dans le lait cru, ou dans les produits laitiers qui en dérivent. Elles sont capables de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits. Les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène sont le plus souvent mésophiles et les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (**Vignola, 2002**).

I.1.5.3. Les sources de contamination

Le lait est généralement contaminé par une grande variété de microorganismes d'origine diverse. Cette contamination peut provenir de l'animal (intérieur ou extérieur de la mamelle), de l'environnement (sol, atmosphère, eau ...), du matériel servant à la collecte du lait (machines à traire, filtre, récipient divers) et aussi de l'homme.

Certains microorganismes constituent un danger pour la consommation du lait ou de produits fabriqués avec du lait cru. D'autres sont seulement des agents d'altération de ces Produits; ils dégradent les composants du lait en donnant des produits de métabolisme indésirable (**Richard, 1990 ; Guiraud, 1998**).

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) (**Larpent, 1997**). Le lait cru peut être contaminé par différents microorganismes avant, pendant et après la traite.

I.1.6. Les facteurs de variation de production du lait cru

Les principaux facteurs de variation de la production et de la composition chimique du lait sont liés soit à l'animal, soit au milieu, soit à la conduite de l'élevage (**Bonyi et al., 2005**).

I.1.6.1. Les facteurs intrinsèques

Ce sont des facteurs liés à l'animal. Ils sont d'ordre génétique et physiologique (l'âge au premier vêlage, stade de lactation, état de gestation...) (**Bonyi, 2005**).

I.1.6.1.1. Effet génétique

Selon **Boujenane (2003)**, la performance d'un animal est la résultante de son potentiel génétique et des conditions d'élevage dans lesquelles il est entretenu.

Ainsi, pour avoir une production laitière élevée, il ne suffit pas d'avoir un animal avec un potentiel génétique élevé, il faut également lui offrir les conditions d'élevage adéquates pour extérioriser son potentiel.

A l'opposé, si le potentiel génétique de l'animal est faible, sa performance le sera aussi, même dans des conditions d'élevages optimales.

I.1.6.1.2. Les facteurs physiologique

I.1.6.1.2.1. Effet de l'âge au premier vêlage

L'âge au premier vêlage est généralement associé au poids corporel et au développement général lors de la première saillie, il doit être d'environ 60 à 70% du poids adulte. Le fait de diminuer le poids de la vache laitière au vêlage entraînerait la diminution de la production laitière en première lactation. Ce facteur agit nettement sur le rendement laitier, il existe un écart entre la production des génisses suivant que leur 1^{er} vêlage a eu lieu à 2 ou 3 ans d'âge, la production de la première lactation est plus faible chez les génisses très jeunes que chez les génisses les plus âgées (**Chikhouné, 1977**).

I.1.6.1.2.2. Effet de l'âge et numéro de lactation

L'âge intervient beaucoup dans l'épanouissement de l'activité sécrétoire de la mamelle ou, la faculté productive s'élève progressivement et le sommet de la production lactée est atteint à la 5^{ème} parturition, aux environs de la 8^{ème} année. Elle régresse au cours des lactations suivantes. Ces variations de la production avec le numéro de lactation s'expliquent à la fois par la variation corporelle, par l'augmentation du tissu mammaire durant les premières gestations et ensuite par le vieillissement normal du tissu. Le taux butyreux décroît lentement mais régulièrement dès la deuxième lactation pour se stabiliser à partir de la cinquième, alors que le taux protéique reste assez stable au cours des lactations successives (**Agabriel et Coulon, 1995**).

I.1.6.1.2.3. Effet du stade de lactation

Les variations de la production et de la composition chimique du lait sous l'effet du stade de lactation ont fait l'objet de très nombreux travaux. Les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse avec la quantité de lait produite, et les teneurs en taux protéique et en taux butyreux sont maximales au cours des premiers jours de lactation (période colostrale) et minimales durant les 2^{ème} ou 3^{ème} mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Cette augmentation est due en partie à l'avancement du stade de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière. Pour les deux taux (**Schultz *et al.*, 1990**).

I.1.6.2. Les facteurs extrinsèques

Ces facteurs sont liés à la conduite d'élevage (alimentation, la saison et le climat) (**Mounier *et al.*, 2007**).

I.1.6.2.1. Effet de l'alimentation

Les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant. Contrairement à la plupart des autres facteurs, ils agissent à court terme et peuvent faire varier les taux butyreux et protéiques de manière indépendante. La production ainsi que la composition chimique du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré son mode de distribution), son aspect physique (grossier ou finement haché), son niveau d'apport en additif alimentaire... etc. (**Araba, 2006**).

I.1.6.2.2. Effet de la saison

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont montré qu'une durée d'éclairement expérimentale longue (15 à 16 h par jour), augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles. Par ailleurs, la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie notamment) pourrait entraîner une dilution des matières secrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéiques. Dans le même sens, la durée du jour est, sans doute, le critère du milieu dont l'évolution est la plus répétable et surtout les minimas des teneurs du lait en matières grasses et en matières azotées ont lieu toujours à la même date, c'est-à-dire au solstice d'été quand la durée du jour cesse de croître puis quand ceux-là commencent à diminuer (**Agabriel *et al.*, 1995**).

I.1.6.2.3. Effet du climat

La température, les radiations solaires, l'humidité relative, le vent...etc., sont les facteurs climatiques qui agissent par leurs interactions considérables sur les performances de l'élevage.

L'augmentation de la température ambiante pourrait avoir un effet propre favorable à la production laitière et défavorable à la richesse du lait. Le lait de vache des pays tempérés produit en milieu chaud contient moins de matières grasses, de matières azotées et de lactose.

La thermo-tolérance des animaux varie en sens inverse de leur production, les animaux moins productifs sont les plus résistants à la chaleur. La température idéale pour la production laitière oscille autour de 10°C. Un animal exposé au froid règle sa thermorésistance en consommant surtout l'aliment disponible, sinon, il utilise les nutriments gênent de la production de lait. Effectivement, en épuisant dans ses réserves corporelles, la production laitière diminue avec l'augmentation de la température tandis que les taux butyreux et protéiques augmentent (**Dubreuil, 2000**).

I.1.7. La récolte du lait cru

I.1.7.1. La traite

La traite est l'extraction d'une quantité maximale du lait de la mamelle. Cette action ne comporte aucune opération néfaste pour la santé de l'animal. Le lait de vache récolté doit être d'excellente qualité (**Mathieu, 1998**).

I.1.7.1.1. Les conditions de la traite

Une bonne traite est liée à plusieurs facteurs (**Alais, 1975**).

- hygiène du rayon,
- massage de la mamelle,
- Environnement paisible,
- La traite doit être complète,
- Nettoyage et séchage de la mamelle.

I.1.7.1.2. Les types de traite

Il existe deux types de traite : traite mamelle et traite mécanique qui s'effectue par des machines à traire.

➤ Désinfection de l'unité de traite

Pour empêcher la transmission des infections entre vaches, il devient de plus en plus courant, de désinfecter l'unité de traite avant de la placer sur la vache suivante. L'unité peut être trempée dans un seau rempli d'eau claire pour rincer le lait qui y reste; ensuite, les manchons sont submergés dans un seau contenant une solution désinfectante pendant 2 minutes; finalement, l'unité doit être séchée avant de l'attacher à la vache suivante. Si cette étape n'est pas faite correctement, elle peut propager les mammites, plus qu'elle ne les

empêche. Certaines machines à traire, sont maintenant équipées avec un système de désinfection rapide des unités (**Wattiaux, 1996**).

I.1.7.2. L'entretien du matériel de traite

Le contrôle annuel de l'installation de traite par un agent agréé, ainsi que le changement annuel des manchons de traite, sont primordiaux (la durée de vie d'un manchon est de 3500 traites). Il convient aussi d'examiner l'état de l'ensemble de la tuyauterie de l'installation (tuyaux percés, déformés,..... etc.), ainsi que la collerette des manchons, qui doit être bien circulaire.

Selon les modèles de pulsateurs, et pour tous les types de régulateurs, il convient de nettoyer régulièrement les filtres (**Labbe, 2003**).

I.1.7.3. La conservation du lait cru à la ferme

Le lait cru doit être conservé immédiatement après la traite à une température inférieure ou égale à 6°C (**J.O.R.A, 1993**). Elle est appliquée de façon continue depuis la traite à la ferme jusqu'au lieu de transformation, de distribution et de consommation. Cette technique a pour objectif de limiter le développement des flores microbiennes pathogènes et d'accroître la durée de conservation (**Lorient, 2001**)

I.1.7.4. Le transport jusqu'à la laiterie

Le transport du lait cru froid en vrac doit s'effectuer au moyen de camions-citernes à isolation thermique ou, à tout du moins, dans des conditions où la température du lait ne dépasse pas 10°C lorsqu'il arrive à destination (**FAO, 1970 ; OMS, 1970**)

I.1.7.5. La réception du lait à la laiterie

Les laiteries sont équipées de station de réception qui prend en charge le lait provenant des exploitations laitières. La première tâche effectuée à la réception est la mesure de la quantité du lait. La quantité est enregistrée et entrée dans le système de pesage que la laiterie utilise pour peser le lait à l'entrée et le comparer à la sortie. La quantité du lait à l'entrée peut se mesurer en volume ou en poids (**FAO, 1995**).

I.1.7.6. Contrôle à la réception

Les épreuves éliminatoires à la réception sont les suivantes :

Le premier contrôle à opérer pour décider si le lait est acceptable ou non consiste à vérifier son odeur. Il doit être fait par un réceptionniste bien entraîné aussitôt le couvercle enlevé du

bidon. Il permet en générale de dépister un début de fermentation et d'autres odeurs anormales.

- Epreuve de précipitation par l'alcool (éthanol à 68%);
- Epreuve de l'acidité titrable;
- Epreuve de l'ébullition;
- Détermination du pH (FAO, 1970 ; OMS, 1970).

I.2. Généralités sur la poudre de lait

L'expression « en poudre » peut être remplacée par le mot "sec". Donc les poudres de lait sont des produits qui résultent de l'élimination de la presque totalité de l'eau du lait (environ 87%) et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdu et le lait devient une poudre compacte et concentrée, facile à transporter et à stocker. (Arie et al., 2011).

Selon Arie et al (2012), le lait sec peut être conservé pendant de très longues périodes sans aucune multiplication microbienne, et donne du lait reconstitué par simple adjonction d'eau.

On distingue les poudres de lait répartis selon leur pourcentage en matière grasse. La teneur en matière grasse et/ou en protéines du lait peut être ajustée, par l'addition et/ou le retrait de constituants du lait, d'une manière telle que cela ne modifie pas le rapport protéines de lactosérum/caséine du lait (Codex Alimentarius, 2011; Kherbouche, 2014).

I.2.1. Les différents types de poudre de lait

On distingue trois catégories de poudre de lait: entier, partiellement écrémé et totalement écrémé dont la composition est donnée au (Tableau V) (FAO, 2008).

Tableau V. Composition des poudres de lait (en %) (FAO, 2008).

Composants	Poudre de lait entier	Poudre de lait partiellement écrémé	Poudre de lait écrémé
Matières grasses %	26-40	1,5-26	1,5
Eau maximum %	5	5	5

I.2.1.1. La poudre de lait riche en matières grasses

Poudre de lait riche en matières grasses : Lait déshydraté contenant, en poids, au moins 24 % de matières grasses (**Taleb, 2016**).

I.2.1.2. La poudre de lait entier

Lait déshydraté contenant, en poids, au moins 26% de matières grasses (**Tableau VI**) (**Taleb, 2016**).

Tableau VI. Composition moyenne de poudre de lait (entier). (**Cherrey, 1980**)

Constituants	Lait entier (g/l)
▪ Eau	3,50
▪ Protéines	25,20
▪ Matière grasse	26,20
▪ Lactose	35,10
▪ Minéraux	7,00

I.2.1.3. La poudre de lait écrémé

Lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1.5% de matières grasses (**Tableau VII**) (**Taleb, 2016**).

Tableau VII. Composition moyenne de poudre de lait (écrémé) . (**Cherrey, 1980**)

Constituants	Lait écrémé (g/l)
▪ Eau	4,30
▪ Protéines	35,00
▪ Matière grasse	00 ,97
▪ Lactose	50,50
▪ Minéraux	07,80

I.2.1.4. La poudre de lait partiellement écrémé

Lait déshydraté dont la teneur en matières grasses est, en poids, supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 % en termes de poids (**Tableau VIII**) (**Taleb, 2016**).

Tableau VIII. Composition général de la poudre de lait partiellement écrémé
(Karen, 2008).

Composants	pourcentage (%)
• Cendre	4,5%
• Matière grasse	Plus de 1,5% et moins de 26%
• Eau	4%
• Protéines	30%

I.2.2. Les propriétés organoleptiques

➤ **La taille** des particules est une propriété physique importante. la différence de taille Entre ces particules peut conduire à une stratification de la poudre avec les solides les plus concentrés au sommet, ce qui affectera la reconstitution du produit sec. Les grosses particules ont tendance à s'écouler plus facilement que les plus petites.

- **Le goût** de la poudre de lait de bonne qualité, devrait être similaire à celui du lait frais une fois reconstitué.
- **La saveur** est propre, douce et agréable et peut donner une perception légèrement cuite ou chauffée.
- **La couleur** de la poudre de lait doit être blanc crème ou jaune clair (varie avec la couleur de la graisse). La couleur du lait écrémé en poudre doit être uniforme et montrer l'absence totale de taches étrangères, de particules brûlées et de brunissement (Kalyankar et al., 2016).
- **L'odeur** de la poudre de lait dégagée doit être agréable et franche. (Kelly et Patrick, 2016).

I.2.3. Les propriétés physico-chimiques de la poudre de lait

Les importants paramètres de qualité pour la poudre de lait sont constitués par la qualité microbiologique, les propriétés organoleptiques (Azza et al., 2010) ainsi que les propriétés physico-chimiques suivantes:

- Teneur en eau ;

Selon Gosta (1995) et Lupien (1998), l'eau production est un élément essentiel dans la reconstitution du lait, elle doit être potable, sur le plan physico-chimique, ne doit pas

contenir du nitrate et doit avoir un pH voisin de neutralité. Elle doit être de bonne qualité microbiologique.

La teneur en eau ou humidité, généralement exprimée en gramme d'eau pour 100 grammes de matières sèches (**Thiouné, 2002**).

- Teneur en matière grasse ;
- Graisse libre ;
- Teneur en protéines ;
- Teneur en substances minérales ;
- Acide titrable ;
- Solubilité, reconstitution ;
- Aptitude à l'écoulement ;
- Densité apparente ;
- Charge thermique du lait écrémé en poudre (part de protéines sériques dénaturées) ;
- Particules brûlées ;
- Répartition de la grandeur des particules ;
- Oxygène résiduel dans l'emballage. (**Azza et al., 2010**)

Selon **les arrêtés du 02 avril 2000**, relatifs aux spécifications de la poudre lait industriel et de la Matière Grasse Laitière Anhydre (**M.G.L.A**) il est distingué :

- **Poudre de lait écrémé (PDL 0 %)** dont les caractéristiques sont les suivants :

- Teneur en matière grasse : traces d 1,5 g /l ;
- Teneur en eau : 4% maximum ;
- Teneur en ESD : 96 % maximum.

- **Poudre de lait entier (PDL 26 %)** caractérisé comme suit :

- Teneur en matière grasse : 26% ;
- Teneur en eau : 4% maximum ;
- Teneur en ESD : 70% maximum.

- **Matière Grasse Laitière Anhydre (M.G.L.A)**

La MGLA doit présenter les spécificités suivantes :

- Teneur en matière grasse: 99.8% min ;

- Teneur en eau : 0.1% maximum ;
- Teneur en ESD 0,2% maximum.

I.2.4. Les caractères d'une bonne poudre de lait

La poudre de lait doit être de qualité physico-chimique et microbiologique irréprochable pour jouer pleinement son rôle dans l'alimentation **(FAO, 1995)**.

- Les qualités d'un bon lait sec sont les suivantes **(FAO, 1995)** :
 - ✓ Aptitude à la reconstitution de façon à obtenir facilement un liquide homogène exempt de particules macroscopiques. Elle est sous la dépendance des propriétés de mouillabilité et de solubilité ;
 - ✓ Absence des saveurs anormales (goût de cuit, de brûlé, de rance, etc.) ;
 - ✓ Absence de germes pathogènes (salmonelles, staphylocoques), de toxines et de micro-organismes capables de nuire à sa conservation ou à son utilisation ;
 - ✓ Absence de substances anormales (antibiotiques) et de résidus divers provenant des conditions de production, de récolte et de conservation du lait.
 - ✓ Absence de modification de la structure et de la composition physico-chimique pouvant nuire à sa valeur nutritionnelle et de ses aptitudes technologiques.

Ces qualités dépendent de la qualité du lait cru mis en œuvre, du traitement thermique du lait, de la méthode de concentration, de séchage et des conditions de stockage.

I.2.5. Le processus de la poudre de lait

La production de la poudre de lait et surtout sa commercialisation doivent respecter des normes précises pour éviter toute détérioration et tout risque pour le consommateur **(Chouiti, 2013)**. Le but de la fabrication est l'obtention d'un produit de volume restreint de longue conservation et de transport commode, ayant tous les caractères organoleptiques, physico-chimiques, biologiques et nutritifs du lait originel **(Panchaud, 1924)**.

La déshydratation est la méthode utilisée pour la fabrication de poudre de lait, elle se fait en deux étapes : la concentration et le séchage.

I.2.5.1. La concentration

Elle 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 phase demande beaucoup d'énergie, il faut donc utiliser la meilleure stratégie pour transférer l'énergie à l'eau du produit. **(Vignola, 2002)**.

I.2.5.2. Le séchage

La qualité de la poudre de lait peut varier selon la technique de séchage (**figure 3**) (**Vignola, 2002**).

- **Procédé Hatmaker (sur cylindre) :** Le chauffage brutal qui se produit dans ce procédé entraîne des modifications de la structure physico-chimique du produit et conduit à une faible solubilité.
- **Atomisation (procédé spray) :** Ce procédé, montré dans **la figure 2**, permet de donner une poudre de meilleure caractéristiques et aptitudes technologiques.

On procède à la dernière phase de la déshydratation du concentré en exposant le produit sous forme de fines gouttelette à de l'air chaud. Le système de pulvérisation idéal devrait donner des particules de taille uniforme, soit avec une distribution de taille étroite (**Vignola, 2002**).

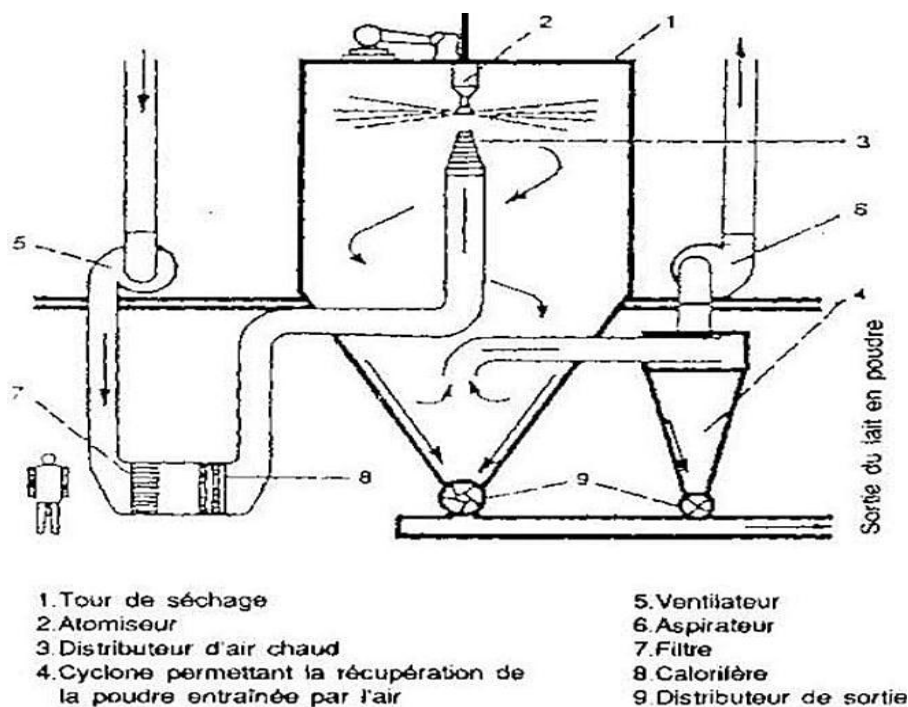


Figure 2. Procédé de séchage par atomisation de la poudre de lait (Spray) (**Kon, 1995**).

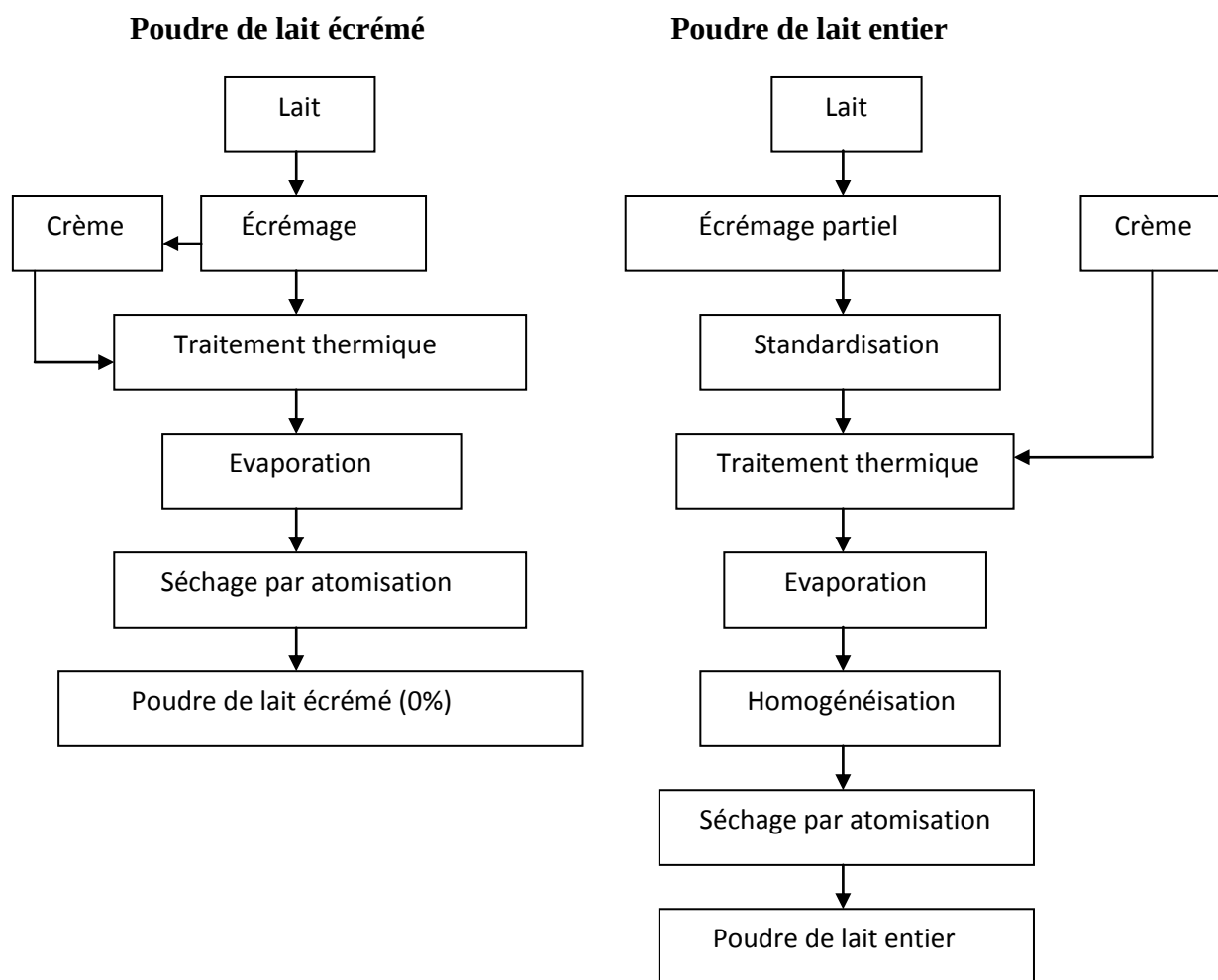


Figure 3. Procédé de fabrication de la poudre de lait (Luquet, 1990).

I.2.6. La microbiologie de poudre de lait

D'après Jeant *et al* (2008), la qualité microbiologique de la poudre dépend essentiellement de la qualité initiale du produit et de la nature des différents traitements technologiques subits par le produit avant séchage.

Il faut éviter que de nombreux micro-organismes ne survivent dans le lait en poudre, car la prolifération des germes peut être rapide une fois que le lait a été reconstitué. Le traitement thermique sévère imposé par le séchage sur cylindres réduit généralement la population bactérienne à moins de 1000 germes par gramme. Les principales sources de contamination sont la poussière et les opérations de conditionnement ou autres qui suivent la dessiccation (Kherbouche, 2014).

Le prétraitement est un facteur important influençant la contamination du lait en poudre, comme la matière première est souvent soumise à des températures létales, qui éliminent les agents pathogènes à l'état de cellule végétative (Salahudin *et al.*, 2006).

I.2.6.1. Les bactéries d'altérations

La microflore de la poudre de lait dépend de nombreux facteurs, notamment le nombre et le type de bactéries présentes dans le lait cru, la température de préchauffage, les conditions de fonctionnement de l'évaporateur (Azza *et al.*, 2010).

Parmi ces bactéries on peut avoir :

- Des bactéries (Micrococcus, Bacillus...).
- Des levures (Candida...).
- Des moisissures (Aspergillus, Penicillium...).

I.2.6.2. Les bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes ont un intérêt majeur dans la poudre de lait, ils comprennent des *Salmonelles*, *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*. Et *Escherichia coli* alors que ces organismes ne se développent pas dans la poudre, ils restent nombreux pour de longues périodes de temps et peuvent se développer lorsque la poudre est reconstituée et conservée à température favorable (Azza *et al.*, 2010).

❖ La flore de la poudre de lait obtenue par atomisation

Selon Kherbouche (2014), C'est une flore particulière surtout composée de microorganismes thermorésistants. Les principaux groupes de ces germes sont les suivants :

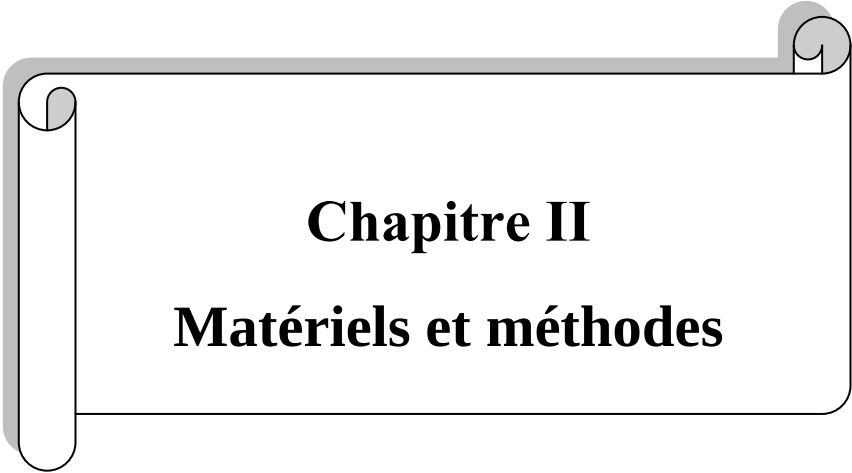
1) Les Microcoques thermorésistants fréquents dans l'approvisionnement laitier et difficile à éliminer complètement du matériel et des installations laitières ;

2) Les Streptocoques thermo-resistant, en particulier souches de *Str.thermophilus*, *Str.bovis*, *Str. faecalis* et *Str.liquefaciens* ;

3) Les Corynebactéries dont la fréquence est très variable. Les souches thermorésistantes proviennent des approvisionnements laitiers et ne semblent pas dus à un manque d'efficacité dans le nettoyage des installations ;

4) les spores bactériennes (surtout des spores d'espèces aérobies telles que *B. subtilis* et *B.licheniformis*) se trouvent dans presque toutes les poudres, à moins que le lait n'ait été à un traitement à très haute température;

5) Des contaminants divers éventuellement non thermorésistants, qui peuvent provenir d'une contamination atmosphérique ou d'un contact direct.



Chapitre II

Matériels et méthodes

II.1. Objectif

la consommation algérienne du lait connaît une évolution croissante depuis l'indépendance, pour cette raison l'Algérie est considérée comme un des plus grands consommateurs du lait au monde et le premier au maghreb avec une moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an (**Kacimi El Hassani, 2013**).

Par soucis d'être rassuré quant à la qualité du lait consommé, on a mené une étude comparative physico-chimiques et microbiologiques entre le lait cru et la poudre de lait.

Ce présent travail a été réalisé dans deux unités différentes :

- L'unité « Le Fermier » ou la période de stage a duré 2 mois du mois de mars au mois d'avril 2021.
- Parcontre, la deuxième partie de notre stage a été réalisée dans l'unité « Pâturage d'Algérie » du mois d'avril au mois de mai 2021.

II.2. Présentation des unités

II.2.1. L'unité « Le fermier »

La laiterie EURL STLD « société de transformation de lait et dérivés » a été créée le 16 avril 2004, c'est une entreprise à caractère privé sise à la zone d'activité Draa Ben Khedda, Tizi-Ouzou. L'unité compte un effectif de 106 employés.

La laiterie a pour fonction de produire une large gamme de produits à partir de lait cru collecté par des éleveurs locaux, environ 70 000 litres sont transformés par jour. Les produits fabriqués sont :

- Lait de vache pasteurisé conditionnée (entier et écrémé) ;
- Lait de vache fermenté et pasteurisé « L'ben » ;
- Camembert au lait de vache « le fermier » ;
- Camembert au lait de chèvre « la chèvre fermier »
- Fromage à patte pressée, Edam et le gouda « le fermier »,
- La préparation fromagère alimentaire (Fondu Barre de 680 gr et Pot de 850 gr).

II.2.2. L'unité « Pâturage d'Algerie»

La S.A.R.L «Pâturage d'Algerie», est une société à responsabilité limitée dirigée par Mr OUNNOUGHENE et sa famille.

Crée en 1998 , sous le nom de «MONTAGNARDE» elle était originalement implantée à 1200m d'altitude , en Kabylie (Ain El Hammam) . En 2002 et suite à un incendie qui l'a touché, cette dernière s'est installée dans la zone industrielle de la périphérie sud-ouest de la ville de Tizi Ouzou , où elle a pris le nom de «Pâturage d'Algerie».

«Pâturage d'Algerie» est une entreprise agro-alimentaire issue de la filière du lait.

Elle produit de grandes variétés de produits, plus de 20 produits, répartis en lait (pasteurisé, fermenté), fromages à pâte molle ou à pâte pressée et fromages de fonte.

Elle comporte un effectif de salariés au nombre de 300, et couvre une production de : 120 000 l /j de lait, 5t/j de pâte pressée, 6t/j de fromage fondu et 3t/j de camembert.

L'entreprise offre une gamme de produits variés qui sont :

- Lait pasteurisé et stérilisé, lait fermenté (Raïb et L'ben), beurre, fromage frais, fromage à pâte molle (Camembert), fromage fondu (en portion, en barre, en pot), fromage à pâte pressée (Gouda, Edam), cherbet, yaourt à boire.

II.3. Matériels et méthodes

II.3.1. Echantillonnage

Les analyses physico-chimique et microbiologique du lait cru prévenant de deux régions Boumerdès et Tizi Ouzou, ont porté sur un nombre de 10 échantillons pour le mélange de ces deux régions, durant la période qui s'étale du mois de Mars au mois d'Avril 2021.

Les échantillons analysés ont été prélevés à l'arrivée des camions citernes de la collecte du lait cru à l'unité (**voir l'annexe 1**).

De la même façon, des échantillons de la poudre de lait ont été analysés dans la même région (usine Pâturage), durant la période qui s'étale du mois d'avril au mois de Mai 2021.

II.3.2. Méthodes de prélèvement des échantillons (le lait cru et la poudre de lait)

- Le prélèvement pour les analyses physico-chimique (**Tableau IX**) s'est fait à partir d'une cuve de 20000 L pour le lait cru et d'un tank de 15 000 L pour la poudre de lait.

- Le prélèvement pour analyses microbiologiques (**Tableau X**) s'effectue à partir du robinet de la cuve, dans un flacon stérile (**voir l'annexe 1**). Le robinet est flambé au préalable, les premiers jets sont éliminés et le flacon est rempli aux 2/3 de sa capacité. Les prélèvements sont aussitôt refroidis dans un réfrigérateur, jusqu'au moment de l'analyse avec un délai n'excédant pas plus de 8 heures (**Guiraud, 2003**).
- Les deux poudres (26% et 0% matière grasse) sont conditionnées dans des sacs en papier de 25 kg fermes hermétiquement, le prélèvement est effectué à partir de 3 sacs. L'ouverture du sac et les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une sonde métallique stérile et la poudre est recueillie dans un sachet stérile.

Tableau IX. Tableau récapitulatif des points d'échantillonnage, des différentes analyses physico-chimiques (lait cru et poudre de lait).

Point d'échantillonnages	Paramètre physico-chimiques
Lait cru	Antibiotique, Ebullition, Acidité, pH, La densité, MG, EST, ESD.
Eau de production	pH, TA, TAC, TH
La poudre de lait (voir l'annexe 02)	Antibiotique, Ebullition, MG, EST, pH, Acidité, ESD.

Tableau X. Tableau récapitulatif des points d'échantillonnages et des germes recherchés (lait cru et poudre de lait).

Point d'échantillonnages	Germes recherchés
Lait cru	Coliformes totaux (CT) Coliformes fécaux (CF) Flore totale aérobie mésophile (FTAM) Salmonelles
La poudre de lait	Coliformes totaux (CT) Coliformes fécaux (CF) Entérobactéries Flore totale aérobie mésophile Salmonelles Escherichia coli
L'eau de production	Coliformes totaux (CT) Coliformes fécaux (CF) Salmonelles Escherichia coli

II.4. Les méthodes d'analyses physico-chimiques du lait cru et de la poudre de lait

La méthode et le type d'analyse physico-chimiques sont les mêmes que ce soit dans le lait cru ou la poudre de lait.

II.4.1. Test d'antibiotique

La recherche d'antibiotiques se fait par un appareil « beta star 25 » avec l'utilisation des bandelettes de 8 à 9 cm. Ce test permet de détecter la présence ou l'absence d'antibiotiques dans le lait cru (**voir l'annexe 5**).

- **Mode opératoire**

- Allumer l'appareil jusqu'au signal rouge.
- Placer les tubes epindorfs dans l'appareil.
- Ajouter 100µl du lait cru prélever avec la micropipette à l'intérieur de ces tubes.
- Incuber pendant 3 min.
- Introduire les bandelettes de migration comme indicateur dans les tubes epindorfs.
- Laisser ces bandelettes pendant 5 à 10min.

- **Expression des résultats**

- Le test est positif s'il y a l'apparition de trois traits.
- Le test est négatif s'il y a l'apparition de quatre traits.

II.4.2. Test d'ébullition

Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséines particulièrement instables. Dès lors, un simple traitement thermique suffit à les précipiter (**voir l'annexe 6**).

- **Mode opératoire**

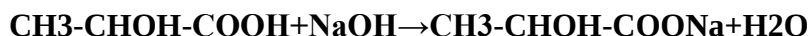
Dans un tube introduire 10ml de lait et porter à l'ébullition dans un micro onde pendant 2min.

- **Expression des résultats**

Si le lait est normal, le liquide reste homogène après quelques instants il se forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement de calcium, de protides et de matière grasse), les laits acidifiés (au 25°D) coagulent par ébullition (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

II.4.3. Détermination de l'acidité

Elle est basée sur le titrage de l'acide lactique par la soude ((NaOH) 1/9N) en présence de la phénolphthaléine (1%), comme indicateur coloré, qui indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pale) (**voir l'annexe 7**).



Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où : 1 ° D représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait (**Mathieu, 1998**).

- **Mode opératoire**

- 10 ml de l'échantillon sont préparés dans un bêcher de 100 ml.
- Ajouter à la solution 0,3 ml de la solution de phénolphthaléine à 1%.
- Titrer avec la soude (NaOH N/9) jusqu'au virage de couleur vers le rose de la solution qui doit persister pendant une dizaine de secondes.

- **Expression des résultats**

- L'acidité est exprimée en degré Dornic (°D) et donnée par la formule suivante :

$$A = V \cdot 10$$

V : volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium (**soude Dornic**).

II.4.4. Mesure du pH

Le pH par définition est la mesure de l'activité des ions H⁺ contenus dans une solution. La mesure du pH, renseigne sur l'acidité du lait. Ce dernier est considéré frais si son pH est compris entre [6,6 à 6,8] (**voir l'annexe 8**).

- **Mode opératoire**

- Étalonner le pH mètre avec deux solutions tampons de pH=4 et pH=7.
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans un bêcher contenant le lait à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.

- **Expression des résultats**

La valeur du pH est affichée directement sur l'échelle du pH-mètre.

II.4.5. Détermination de la densité

La densité du lait est une résultante intrinsèque de ses constituants, elle dépend de leur degré d'hydratation notamment en ce qui concerne les protéines (**Hardy, 1987**). La densité du lait est le rapport des masses d'un même volume de lait et d'eau à 20°C (**Mathieu, 1998**). On a déterminé la masse volumique par ; **La méthode de lactodensimètre** .(voir l'annexe 9).

- **Mode opératoire**

- Verser le lait dans l'éprouvette de 250 ml tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette remplie de lait provoque un débordement de liquide ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température.

- **Expression de résultats**

$$MV = MV1 - [(20 - X) \cdot 0,0002]$$

MV : Masse volumique finale.

MV1 : la masse volumique lue sur lactodensimètre

20°C : La température référence

X : La température lue sur lactodensimètre (C°)

0,0002 : Constante.

II.4.6. Détermination du taux de la matière grasse par la méthode acido-

Butyrométrie de GERBER (norme AFNOR, 1980)

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique . Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique (**voir l'annexe 11**), la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux. (**voir l'annexe 10**).

- **Mode opératoire**

- Introduire dans le butyromètre de GERBER ; 10 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄).
- Ajouter 1 ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette en l'écoulant à travers les parois pour éviter le mélange prématuré du lait avec l'acide ;
- Ajouter 1 ml d'alcool iso amylique ;
- Fermer le butyromètre à l'aide d'un bouchon ;
- Mélanger jusqu'à la dissolution totale du mélange ;
- Centrifuger pendant 5 minutes à 350 tours / min.

- **Expression des résultats**

Le résultat est exprimé en g/l et la lecture se fait directement sur le butyromètre .

$$MG=A-B$$

A : Est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse

B : Est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

II.4.7. Détermination de l'extrait sec totale

On entend par «matière sèche» du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la norme (AFNOR, 1985). (voir l'annexe 12).

- **Mode opératoire**

- Dans la capsule séchée et tarée, introduire à l'aide de la pipette 3 g de lait.
- Introduire dans l'étuve réglée à 103°C ± 2°C et l'y laisser 3 heures ;
- Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température Ambiante ;
- On pèse en suite à l'aide d'une balance analytique le résidu.

- **Expression des résultats**

La matière sèche est exprimée en pourcentage comme suit :

$$[(M1-M0) / (M2-M0)].100$$

M0 : Est la masse en grammes de la capsule vide.

M1 : Est la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et

refroidissement.

M2 : Est la masse en grammes de la capsule et de l'échantillon avant dessiccation.

II.4.8. Détermination de l'extrait sec dégraissé

La matière sèche dégraissée est obtenue par différence entre la matière sèche totale et la matière grasse. Les laits normaux contiennent habituellement de 90 à 95 g de matière sèche non grasse.

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

ESD : Extrait sec dégraissé.

EST : Extrait sec total.

MG : Matière grasse.

II.5. Analyse physico-chimiques de l'eau de production

L'eau est l'un des éléments essentiels dans la reconstitution du lait. Elle doit être de bonne qualité chimique et microbiologique afin de contribuer à élaborer un produit dépourvu de microorganisme nuisibles (**Gosta, 1995**).

Des analyses physico-chimiques sont effectuées régulièrement sur l'eau utilisées dans le processus de fabrication de lait cru et lait en poudre ; les paramètres déterminés sont le pH, le TA (titre alcalimétrique, le TAC (titre alcalimétrique complet), le TH (titre hydrométrique) (**voir l'annexe 14**).

II.6.1. Détermination du pH

Le principe consiste à la mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre. Après étalonnage du pH-mètre à l'aide d'une solution tampon plonger l'électrode dans notre échantillon, l'analyse est effectuée à 20°C.

- **Expression des résultats**

La valeur du pH est affichée directement sur l'échelle de pH-mètre.

II.5.2. Détermination du titre alcalimétrique (TA)

C'est une analyse qui permet de déterminer la teneur de l'eau en alcalins libres (OH^-) et en alcalins caustiques et en carbonates (CO_3^{2-}).

Il est déterminé par la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide titrant (acide hydrochlorique) en présence de phénophtaléine 1% (**AFNOR, 1986**).

- **Mode opératoire**

- Introduction 5ml d'eau à analyser dans un flacon , auquel on ajoute une gouttes de la phénophtaléine (indicateur coloré) deux cas peuvent présenter :
- Absence d'une coloration rose : TA= 0°F (l'eau naturelle, dont le pH<8,3).
- Observation d'une coloration rose :TA > 0°F (l'eau naturelle, dont le pH>8,3) dans ce casle TA est déterminé par l'addition d'acide hydrochlorique dans la solution jusqu'à sa décoloration. Le TA est exprimé en degré français (°F) par la relation suivante :

$$TA (°F) = V_1 \times 300$$

Avec :

TA : Titre alcalimétrique.

V₁ : Volume de HCL additionné pour le titrage.

II.5.3. Détermination du titre alcalimétrique complet TAC

Le TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres(OH⁻), carbonates(CO₃⁻²), bicarbonates (HCO₃⁻²). Cette mesure est basé sur la neutralisation de l'eau par l'addition d'acide titrant (acide hydrochlorique) en présence de l'indicateur coloré bleu de bromophénol.

- **Mode opératoire**

- Introduire dans un bécher 5ml d'eau à analyser ;
- Ajouter une goutte de bleu de bromophénole, puis de l'acide hydrochlorique jusqu'au chengement de couleur du bleu au jaune.

- **Expression des résultats**

Le titre alcalimétrique complet et exprimé par la formule suivante :

$$TAC (mg/l) = V_2 \times 300$$

V₂ : Volume de HCL additionné utilisé pour le titrage.

II.5.4. Détermination du titre hydrométrique (TH)

- **le principe**

La durté de l' eau détermine la concentration en sels de calcuim et magnésium exprimée par mg/l. le titre hydrométrique est donné par la formule suivante :

$$\text{TH (mg)} = (\text{Ca}^{+2}) + (\text{Mg}^{+2})$$

- **Mode opératoire**

- Mettre dans un bécher 20ml de l'eau de processe.
- Titrer la solution avec une solution du réactif test (**TITRANT, hardness**), ou chaque goutte représente 1°F jusqu'au virage de couleur rouge vineux au vert.

➤ Le titre hydrométrique est detrminé selon la formule suivante :

$$\text{TH(°F)} = n$$

n: nombre de goutte utilisées pour le titrege.

°F : Degré France.

II.6. Les analyses microbiologiques

La recherche d'une certaine gamme de micro-organismes, indicateurs d'un ou de plusieurs problèmes rencontrés lors du procédé de fabrication ou susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine lors de la mise sur le marché.

II.6.1. Méthode de dénombrement des microorganismes

- **Homogénéisation**

Elle est facilement réalisable par agitation manuelle.

- **Préparation des dilutions**

Une série de dilutions est réalisée à partir de l'échantillon à l'aide d'une pipette pasteur stérile, 1 ml de l'échantillon à analyser est prélevé, ensuite on l'introduit dans un tube contenant 9 ml de diluant; l'eau physiologique (dilution 10^{-1}) (**voir les annexes 15, 18, 21, 26**).

Répéter ces étapes jusqu'à la dilution 10^{-4} (voir l'annexe 21).

- **Le dénombrement des colonies**

Les boîtes contenant de 15 à 300 colonies sont prises en considération.

Le dénombrement des colonies est réalisé selon la formule suivante :

$$N = \sum c / (n_1 + 0.1n_2) d$$

$\sum c$: Somme des colonies de toutes les boîtes.

d : Le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

n1 : Nombre de boîtes positives de la première dilution.

n2 : Nombre de boîtes positives de la deuxième dilution.

II.6.2. Recherche et dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (germes aérobies)

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

- **Principe (voir les annexes 24, 29)**

La technique est celle de numération en milieu solide en boîte de Pétri avec l'ensemencement en masse sur le milieu PCA (Plate Count Agar) (Guiraud, 1998).

- **Mode opératoire**

- Préparer les boîtes de pétries stériles.
- Ensemencer les boîtes par 1 ml de chaque dilution (10^{-1} et 10^{-4}).
- Ajouter la gélose PCA (voir l'annexe 19) maintenue en surfusion à (45°C).
- Le mélange est homogénéisé par des mouvements circulaires.

- **Incubation**

Après solidification, les boîtes sont retournées puis incubées à 30°C pendant 72 h dans l'étuve (voir l'annexe 16), l'opération est réalisée en double.

- **Expression des résultats**

La flore totale apparaît sous forme de colonies blanchâtres de tailles et de formes différentes.

II.6.4. Recherche et dénombrement des entérobactéries

- **Principe (voir l'annexe 28)**

Le dénombrement des entérobactéries peut se faire soit sur milieu solide tel que le V.R.B.G (**voir l'annexe 19**) (violet cristal rouge neutre bile glucosée) ; soit sur milieu liquide le bouillon lactosé au vert brillant et à la bile (BLBVB).

On a utilisé le milieu VRBG avec un ensemencement en masse de 1 ml de chaque dilution, les boîtes sont incubées pendant 24 h, à 37°C.

- **Mode opératoire**

- Préparer les boîtes de pétri stériles ;
- Introduire dans les boîtes 1ml de chaque dilution 10⁻⁴ pour le lait cru
- Ajouter la gélose VRBG ;
- Homogénéiser avec des mouvements circulaires ;
- Après la solidification, recouvrir la surface avec une 2ème couche mince du même milieu et laisser gélifier à température ambiante .

- **Incubation**

L'incubation a lieu pendant 24 heures, à 37°C.

- **Expression des résultats**

Les entérobactérie apparaissent sous forme de colonies de forme lenticulaires, violet avec un anneau rosâtre.

II.7.4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

- **Principe (voir les annexes 22, 23, 27)**

Le dénombrement des coliformes peut se faire soit sur milieu solide tel que le V.R.B.L (violet cristal rouge neutre bile lactosée).

On a utilisé le milieu VRBL (**voir l'annexe 19**) avec un ensemencement en masse de 1 ml de chaque dilution, les boîtes sont incubées pendant 24 h, à 30°C pour les coliformes «totaux» et à 44°C pour les coliformes «fécaux» (thermotolérants).

- **Mode opératoire**

- Préparer les boîtes de pétri stériles ;
- Introduire dans les boîtes 1ml de chaque dilution 10⁻⁴ pour les coliformes fécaux et pour les coliformes totaux ;
- Ajouter la gélose VRBL ;
- Homogénéiser avec des mouvements circulaires
- Après la solidification, recouvrir la surface avec une 2ème couche mince du même milieu et laisser gélifier à température ambiante

- **Incubation**

L'incubation a lieu pendant 24 heures, à 30°C pour les coliformes «totaux» et à 44°C pour les coliformes «fécaux ou thermotolérants».

- **Expression des résultats**

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de forme lenticulaires, violet avec un anneau rosâtre.

II.6.6. Recherche et dénombrement des salmonelles

- **Principe**

Le gélose Hektoen (**voir l'annexe 19**) est un milieu sélectif qui permet l'isolement des bactéries du genre salmonella qui sont des entérobactéries pathogènes.

- **Mode opératoire**

Jour 1 : Pré-enrichissement

- Prélver 25ml de produit à analyser dans un flacon contenant 225ml de TSE.
- Homogénéiser et incuber à 37°C pendant 18 heures.

Jour 2 : Enrichissement

L'enrichissement doit s'effectuer sur deux milieux sélectifs différents à partir du milieu de pré-enrichissement de la façon suivante :

- 0,1ml pour le tube de 10ml de Rappaport vassiliadis ;
- 10ml pour le flacon de 100ml de Sélénite-Cystéiné.

Cette opération doit être effectuée en double, une série est incubée à 37°C, l'autre à 42°C ;pendant 24h .

Jour 3 : Isolement

- Chaque tube et chaque flacon fera l'objet d'un isolement sur le milieu gélosé HeKtoen.
- Toutes les boites ainsiensemencées seront incubées à 37°C pendant 24h.

Jour 4 : Expression des résultats

Les salmonelles se présentent de la façon suivante :

- Colonies le plus souvent bleues-vertes à centre noir.

II.6.7. Recherche et dénombrement des Escherichia coli

- **Mode opératoire (voir l'annexe 30)**

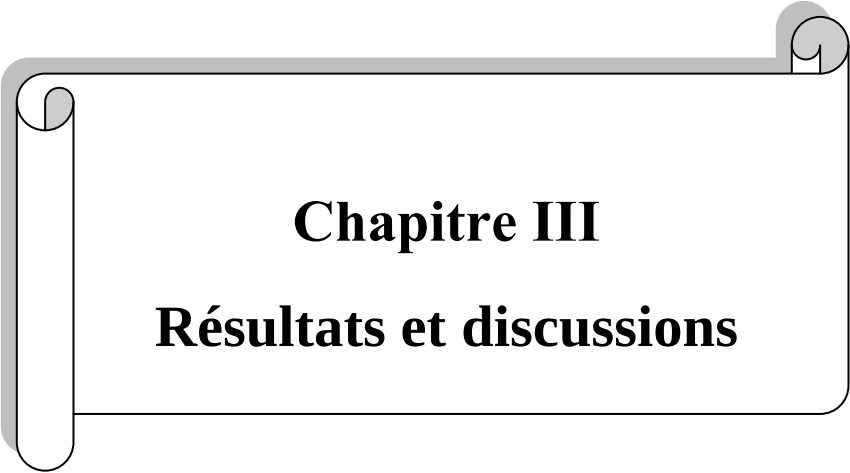
A partir des dilution décimales, porter aseptiquement 0,1ml de chaque dilution réparti dans les boites contenant le milieu gélosé ECC (**voir l'annexe 19**), puis réaliser un étalement en commençant par les boites de plus forte dilution.

- **Incubation**

Mettre à incuber à 37°C pendant 72 heures.

- **Expression des résultats**

Seront considérées comme positives, les boites contenant des colonies caractéristiques à savoir des colonies bleues.



Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques pour le lait cru et de la poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques de 10 échantillons (lait cru et poudre de lait) sont représentés dans les tableaux donnés dans l'annexe.

III.1.1. Résultats d'antibiotique

Les résultats obtenus pour tous les échantillons indiquent l'absence d'antibiotiques dans le lait cru. Ces résultats sont conformes aux normes recommandées par le **J.O.R.A. N°39, 2017**.

Les vaches n'ont pas subi de traitement basé sur des antibiotiques et l'alimentation ne contient pas d'antibiotiques. De ce fait, le lait collecté est de bonne qualité.

III.1.2. Résultats de test d'ébullition

Les résultats obtenus pour tous les échantillons n'ont rien signalé. Ces résultats sont négatifs.

III.1.3. Résultats de la détermination d'acidité

Les résultats de l'acidité des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés sont présentés dans le **Tableau XI** et la **figure 4**.

Tableau XI. Résultats d'acidité pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait)

Echantillons	Acidité °D (lait cru)	Acidité °D (la poudre de lait)
1	18	14
2	17	14
3	17	16
4	17	15
5	16	15
6	17	15
7	18	16
8	17	16
9	18	15
10	17	15
Moyenne	17,2	15,1
NORMES	16-18	15-18

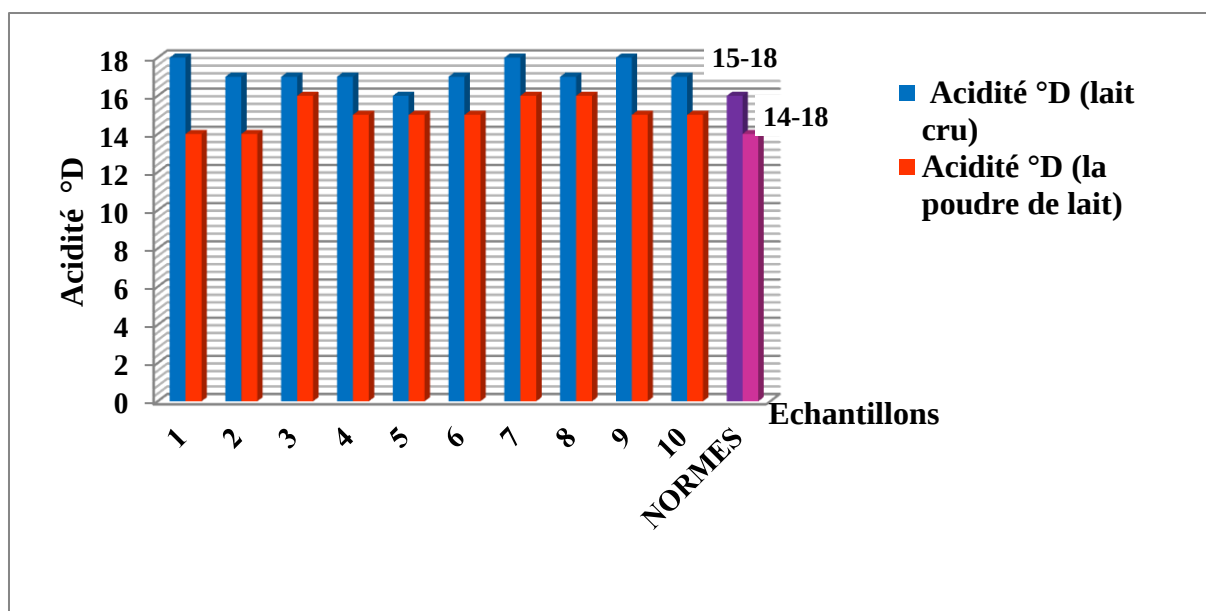


Figure 4. Variation de l'acidité des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés.

La valeur moyenne de l'acidité pour le lait cru est de 17,2°D par contre celle de la poudre de lait est de 15,1°D. Ces résultats sont conformes aux normes fixées par l'entreprise et par **AFNOR (1985)**.

Ces normes sont entre 16 et 18°D pour le lait cru et entre 14 et 18°D pour la poudre de lait selon **AFNOR (1986)**.

D'après nos résultats nous remarquons que les valeurs moyennes de l'acidité (lait cru et poudre de lait) concordent avec les travaux **d'Aggad et al (2009)** qui rapportent que l'acidité du lait est liée au climat, stade de lactation, à la saison, à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et à l'apport hydrique. L'acidité est le deuxième paramètre physico-chimique important de contrôle après le pH : elle nous renseigne sur la fraîcheur du lait.

Selon **Mathieu (1998)**, le lait de vache en début de lactation présente une acidité titrable de 19°D à 20°D.

L'acidité dépend aussi de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, mais aussi des conditions hygiéniques lors de la traite de la flore microbienne totale et de son activité métabolique (**Labioui, 2009**).

III.1.4. Résultats du pH

Les résultats du pH des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés sont présentés dans **le Tableau XII** et **figure 5**.

Tableau XII. Résultats de pH pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait)

Echantillons	pH (Lait cru)	pH (la poudre de lait)
1	6,57	6,92
2	6,54	6,80
3	6,48	6,70
4	6,69	6,68
5	6,67	6,80
6	6,66	6,82
7	6,57	6,81
8	6,50	6,78
9	6,60	6,76
10	6,61	6,87
Moyenne	6,59	6,79
NORMES	6,6-6,8	6,6-6,8

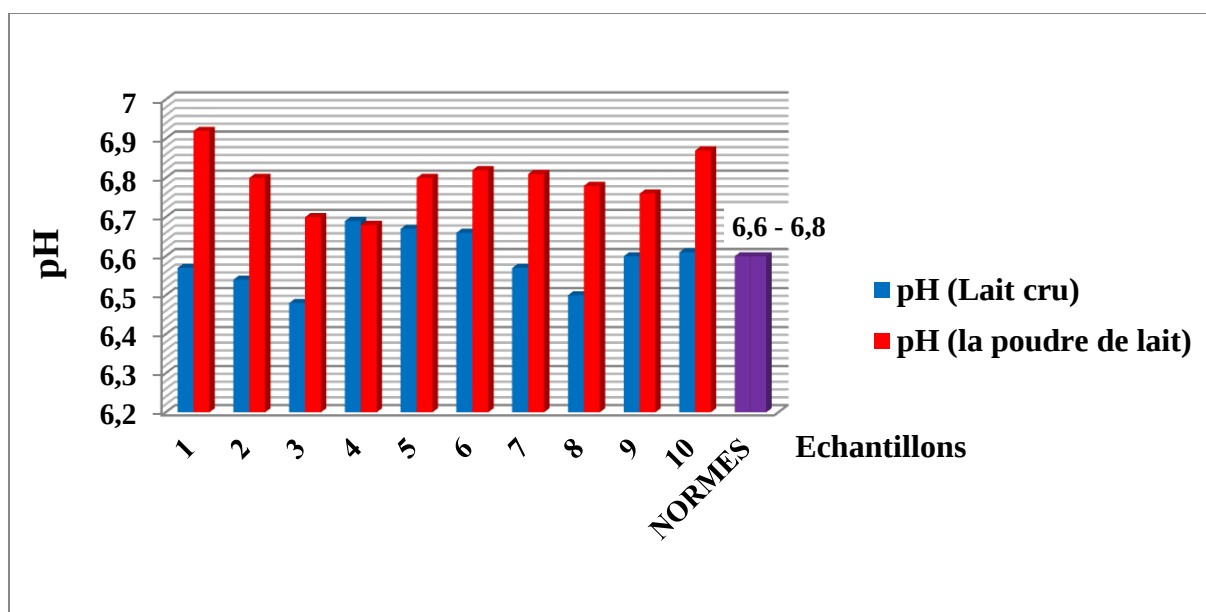


Figure 5. Variation du pH pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés.

La valeur moyenne du pH pour le lait cru est de 6,59 alors que celle de la poudre de lait est de 6,79. Nous avons remarqué que ces deux valeurs sont conformes aux normes fixées par l'entreprise et par **AFNOR (1986)**.

Selon **Alias (1984)**, le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Dans le cas où le pH est inférieur à la

norme, cela indique une acidification du lait qui peut être due à un stockage inadéquat (**Diao, 2000**). La moyenne du pH se situe dans l'intervalle [6,4 – 6,9] fixé par la **FAO**. Nos résultats sont en concordance avec ceux rapportés par **Diao (2000)**.

La valeur moyenne du pH est très importante pour une industrie laitière car elle détermine l'acceptation du lait par l'unité de production.

III.1.5. Résultats de la densité

Les résultats de la densité des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés sont révélés dans le **Tableau XIII** et la **figure 6**.

Tableau XIII. Résultats de la densité pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).

Echantillons	Densité (lait cru)	Densité (la poudre de lait)
1	1029,3	1034,8
2	1029,7	1033
3	1029,3	1034
4	1029,7	1033,4
5	1028,8	1033,8
6	1028,8	1035
7	1028,5	1035
8	1029,3	1033
9	1029,8	1030,2
10	1030	1034
Moyenne	1029,3	1033,6
NORMES	1028-1031	1028-1034

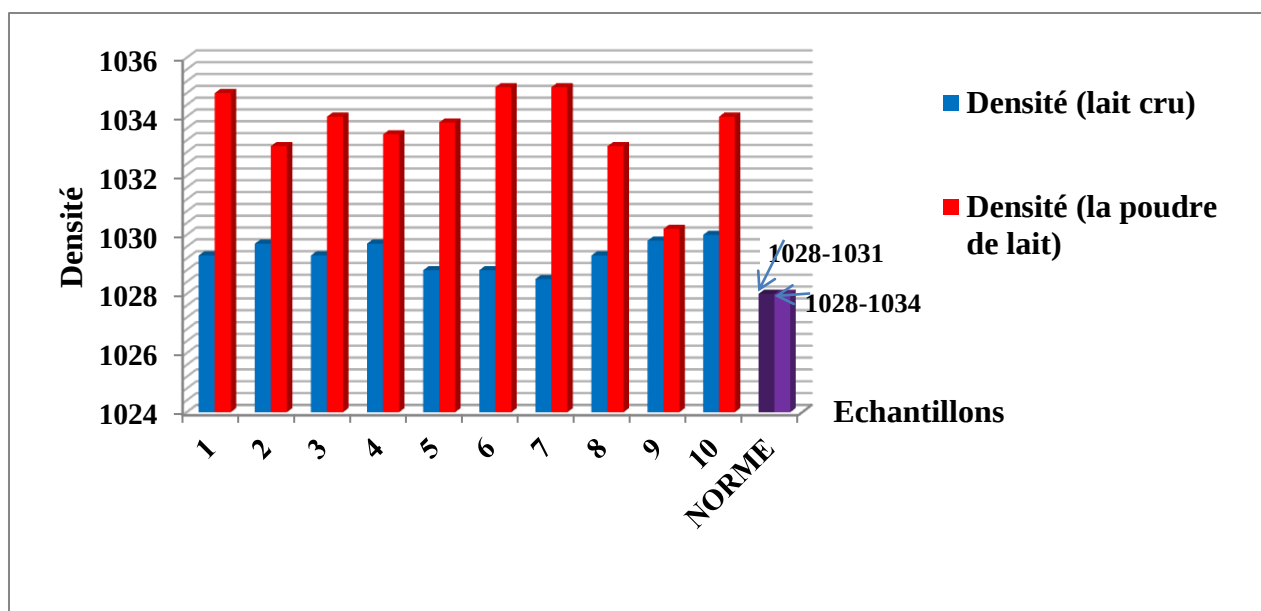


Figure 6. Variation de la densité pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés.

La valeur moyenne de la densité pour le lait cru est de 1029,3 alors que celle de la poudre de lait est de 1033,6 ; toutes les deux sont conformes aux normes des entreprises fixées entre (1028-1031) pour lait cru et de (1028 et 1034) pour la poudre.

Nos résultats concordent avec les travaux de **Luquet (1985)** qui rapporte que la densité est liée à la richesse du lait en matière sèche qui est fortement liée à la fréquence d'abreuvement et du mode d'alimentation ; alors qu'elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse.

Selon la **FAO (2010)**, la densité est comprise entre 1028-1033 et elle est proche de celle ramenée par **Aboutayeb (2005)** soit [1028-1035]. Ces derniers résultats sont en accord avec les nôtres [1028-1034].

Nous remarquons que la valeur moyenne de la densité du lait cru est inférieure à celle de la poudre de lait ce ci a été expliqué par les travaux de **Vignola (2002)** et **Debry (2001)** qui rapporte que la densité est liée à la teneur en matière grasse c'est-à-dire que le pourcentage élevé de la matière grasse, assure la diminution de la densité du lait . Il ajoute que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1.

III.1.6. Résultats de la détermination du taux de la matière grasse

Les résultats de la matière grasse (g/l) des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) sont représentés dans le **Tableau XIV** et la **figure 7**.

Tableau XIV. Résultats de la matière grasse (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).

Echantillons	MG (g/l) (lait cru)	MG (g/l) (la poudre de lait)
1	32	17
2	31	17
3	32	17
4	32	17
5	30	17
6	30	17
7	32	17
8	30	17
9	33	17
10	32	17
Moyenne	31.4	17
NORMES	≥30	15-18

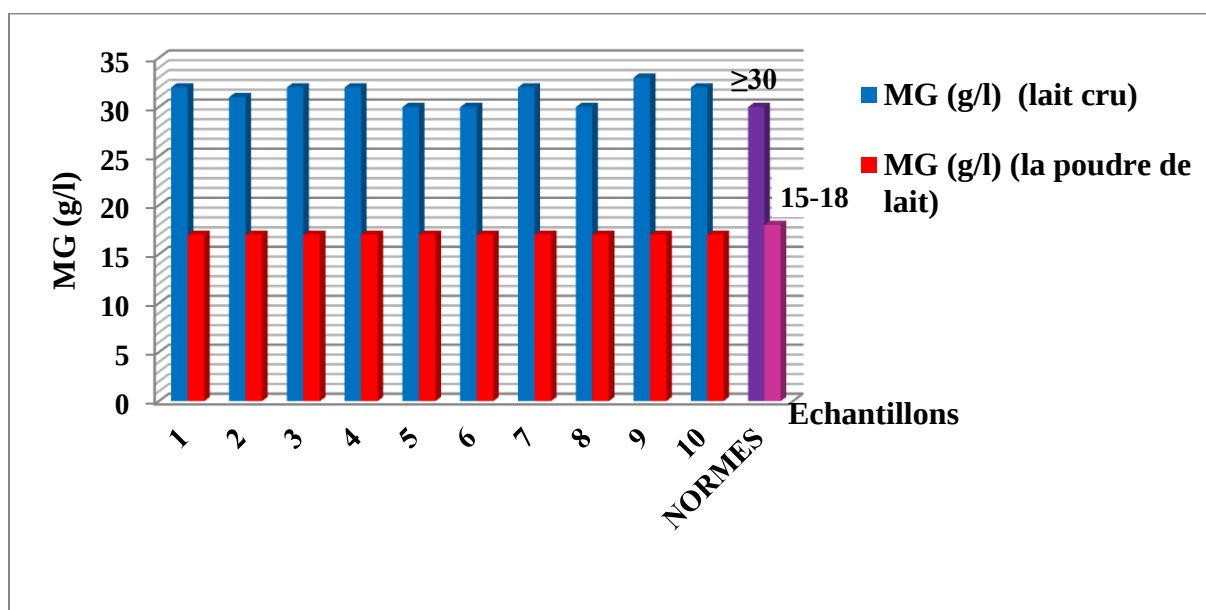


Figure 7. Variation du taux de matière grasse (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés

La valeur moyenne de la matière grasse pour le lait cru est de 31, 4 (g/l), pour celle de la poudre de lait est de 17 (g/l) qui sont conformes aux normes des entreprises.

La variation de la teneur en matière grasse du lait dépend de plusieurs facteurs tels que l'âge, les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation (**Labioui et al., 2009**). Selon **Jaques (1998)**, la variation de la composition du lait en MG est en fonction de nombreux facteurs :

- Stade de lactation : le taux de MG diminue pendant les semaines qui suivent le vêlage, se stabilise pendant un à deux mois, remonte lentement puis plus rapidement à partir du 5^{ème}, 6^{ème} mois de lactation.
- Les animaux sous-alimentés donnent un lait moins riche que les vaches ayant des repas normaux

Nos résultats ne concordent pas avec les travaux menée par **Boulam et Chourfa (2006)** qui rapporte des valeurs de matières grasse est comprise entre 36g/l et 40g/l alors que notre valeurs moyenne est de 31,4(g/l).

D'après les résultats déjà donnés nous pouvons déduire que la teneur en matière grasse est inversement proportionnelle à la densité. Donc, nous pouvons dire qu'un écrémage du lait augmentera sa densité et qu'un mouillage ou une addition d'eau provoque sa diminution.

III.1.7. Résultats de la détermination de la teneur en extrait sec total

Les résultats de la teneur en extrait sec total (g/l) des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés sont donnés dans le **Tableau XV** et la **figure 8**.

Tableau XV. Résultats de l'extrait sec total (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).

Echantillons	EST (g/l) (lait cru)	EST (g/l) (la poudre de lait)
1	110,18	107,36
2	110,199	99,7
3	110,44	103,46
4	111,63	101,3
5	107,13	102,20
6	107,23	107
7	109,09	105
8	108,27	104,5
9	112,8	100,57
10	112,19	104,5
Moyenne	109.91	103.55
NORMES	105-115	98-105

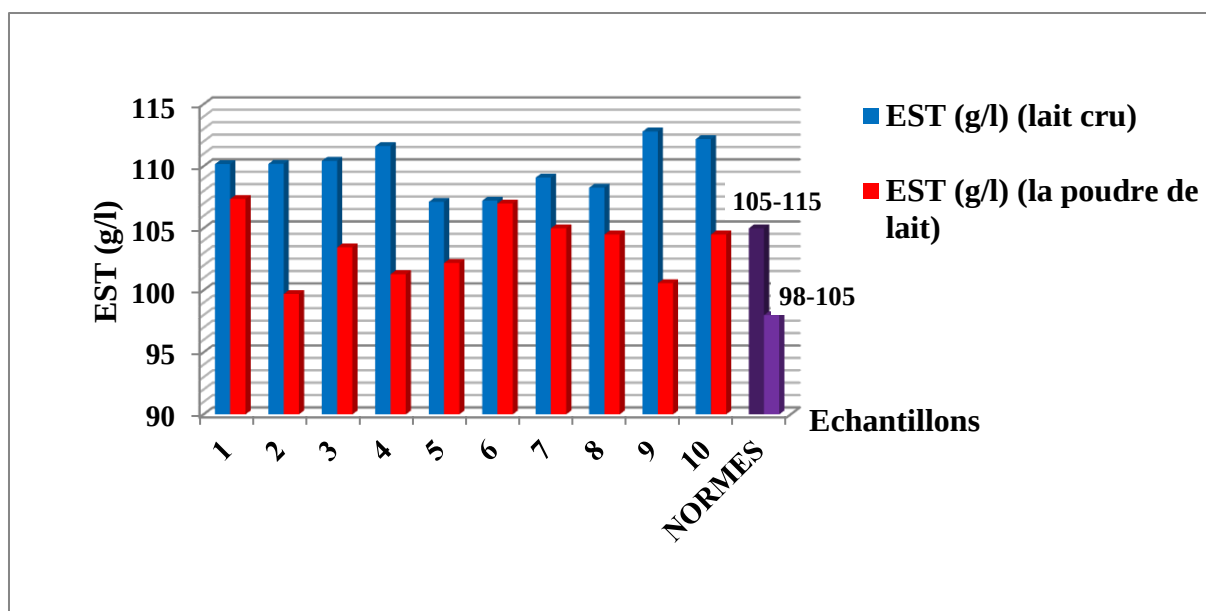


Figure 8. Variation de la teneur en extrait sec total (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés.

La valeur moyenne de l'extrait sec total pour le lait cru est de 109,91 (g/l). Alors que, celle de la poudre de lait est de 103,55 (g/l) donc, elles sont, toutes les deux, conformes aux normes fixées par des entreprises [105-115(g/l)] et [98-105 (g/l)].

Selon **Preston (1988)**, la variation de l'extrait sec total est due à un déséquilibre dans l'alimentation du bétail, puisque les éléments qui composent le lait proviennent de l'alimentation, d'autre part le mouillage du lait réduit la teneur en extrait sec total.

Nous concluons, d'après les résultats obtenus que la valeur moyenne de l'EST de la poudre de lait est inférieure à celle du lait cru ce qui signifie que la matière sèche est plus importante dans la poudre de lait que dans le lait cru.

III.1.8. Résultats de la détermination de la teneur en extrait sec dégraissé

Les résultats de la détermination de la teneur en extrait sec dégraissé (g/l) des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés sont donnés dans le **Tableau XVI** et la **figure 9**.

Tableau XVI. Résultats de l'extrait sec dégraissé(g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait)

Echantillons	ESD (g/l) (Lait cru)	ESD (g/l) (La poudre de lait)
1	78,18	91,63
2	79,19	81,7
3	78,44	82,76
4	79,63	84,87
5	77,13	82,39
6	77,23	85
7	77,03	85,3
8	78,27	86,6
9	79,81	81,67
10	80,19	82,54
Moyenne	78,51	84,44
NORMES	75-85	/

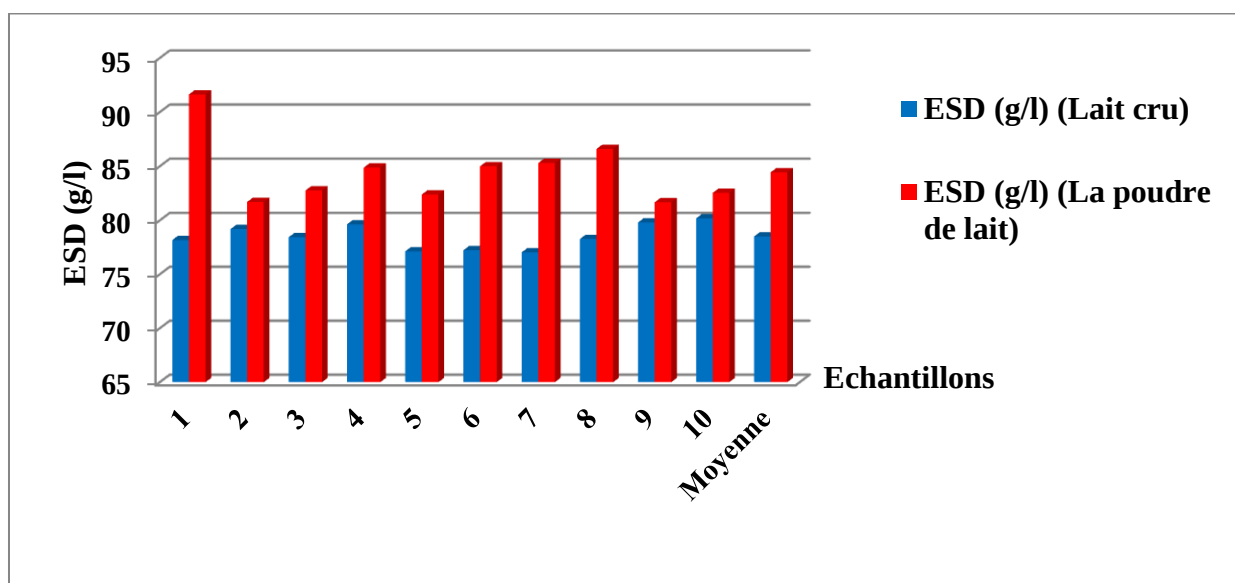


Figure 9. Variation de la teneur en extrait dégraissé (g/l) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés.

La valeur moyenne de la teneur en extrait dégraissé du lait cru est de 78,51 (g/l) donc conforme à la norme d'entreprise (75-85 (g/l)) et celle de la poudre de lait est de 84,44 (g/l). Nous remarquons d'après ces résultats que la teneur en extrait sec dégraissé (ESD) de la poudre de lait est supérieure à la teneur en ECD du lait cru ce-ci peut s'expliquer par la teneur élevée de la matière grasse dans le lait de vache.

Selon **Coubonne et al (1980)**, les rations peu énergétiques réduisent le taux d'extrait dégraissé.

III.2. Résultat de l'analyse physico-chimique pour l'eau de production

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de production sont présentés dans le **tableau XVII**.

Tableau XVII. Résultat de l'analyse physico-chimique de l'eau de production.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que :

Analyses d'eau	Echantillons											NORME AFNOR (1985)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	
pH	7,46	7,27	7,96	7,80	7,81	7,82	7,77	7,65	7,98	7,60	7,71	6,5-8,5
TA (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TH(°F)	22	27	20	24	24	19	28	29	25	24	24,4	<60°F
TAC(mg/l)	240	270	270	270	270	273	285	288	264	255	268,5	<500 mg/l

L'eau de production utilisée présente une valeur moyenne de pH de 7,71. Cette valeur se situe dans l'intervalle de conformité établie par l'entreprise et par **AFNOR (1985)**.

- La moyenne de titre hydrométrique (TH) est de 24,4°F, le taux alcalimétrique (TA) est de 0 mg/l et la moyenne du taux Alcalimétrique complet (TAC) est de 268,5mg/l sont aussi conformes aux normes fixées par l'entreprise et **AFNOR (1985)**.

III.4. Résultats des analyses microbiologiques pour le lait cru et la poudre lait

III.4.1 .Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (germes aérobies)

Les résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés sont présentés dans **le Tableau XVIII** et la **figure 10**.

Tableau XVIII . Résultats du dénombrements de la flore totale aérobie mésophile à 30°C pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait).

Echantillons	FTAM à 30°C (Lait cru)		FTAM à 30°C (la poudre de lait)	
1	25×10 ⁵		113×10 ²	
2	38×10 ⁵		329×10 ²	
3	46×10 ⁵		29×10 ²	
4	56×10 ⁵		164×10 ²	
5	92×10 ⁵		216×10 ²	
6	77×10 ⁵		190×10 ²	
7	92×10 ⁵		88×10 ²	
8	116, 8×10 ⁵		30×10 ²	
9	34×10 ⁶		665×10 ²	
10	60,8×10 ⁵		1488×10 ²	
Moyenne	63,7×10⁵		331,2×10²	
NORMES	m=3×10⁵	M=3×10⁶	10⁴	10⁵

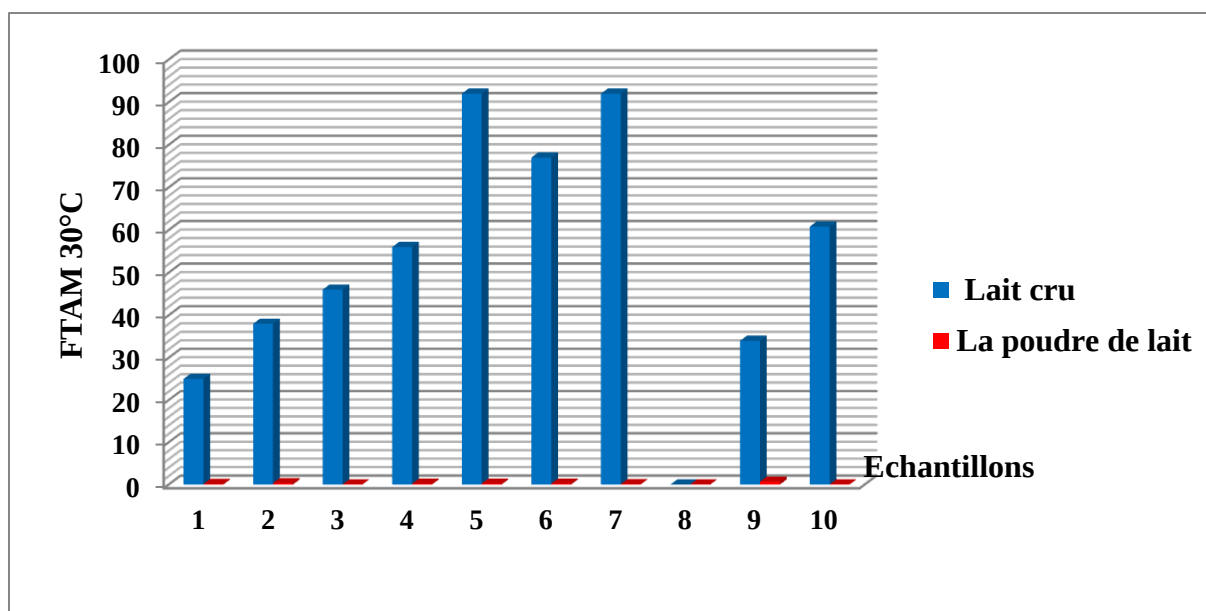


Figure 10. Variation de la flore totale aérobie mésophile pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés.

La valeur moyenne de FTAM du lait cru est de $63,7 \times 10^5$ UFC/ml et celle de la poudre de lait est de $184,2 \times 10^2$ UFC/ml.

La flore totale aérobie mésophile nous renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru, c'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. Le dénombrement de cette flore pour les échantillons du lait cru analysés a montré qu'il y a une contamination importante du lait réceptionné à la laiterie. Selon **Ameur et al (2011)** en Algérie, le lait cru collecté présente un taux de contamination microbienne très élevé (entre 10^5 et 10^7 UFC/ml), préjudiciable aussi bien à la transformation dans l'industrie laitière qu'à la santé publique.

La valeur moyenne de la flore totale aérobie pour la poudre de lait est de $184,2 \times 10^2$ UFC/ml, cette valeur moyenne est conforme aux normes fixées par **J.O.R.A (2017)**. Donc nos résultats ne sont pas en accord avec les travaux de **Taleb (2016)** qui a démontré l'absence totale de la flore totale aérobie mésophile et ceux **Broutin (2005)** qui affirme que la poudre de lait importée est souvent jugée de bonne qualité sanitaire.

III.4.2 Dénombrement des coliformes fécaux (thermotolérants)

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés sont représentés dans le **Tableau XIX** et la **figure 11**.

Tableau XIX. Résultats de dénombrement des coliformes fécaux 44°C (UFC/ml) pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait)

Echantillons	Coliformes fécaux 44°C (Lait cru) UFC/ml	Coliformes fécaux 44°C (la poudre lait) UFC/ml
1	64×10^4	0
2	328×10^4	0
3	116×10^4	0
4	67×10^4	0
5	105×10^4	0
6	48×10^4	0
7	200×10^4	0
8	77×10^4	0
9	122×10^4	0
10	106×10^4	62
Moyenne	$123,3 \times 10^4$	6,2
NORMES	$m=3 \times 10^5$ $M=3 \times 10^6$	0

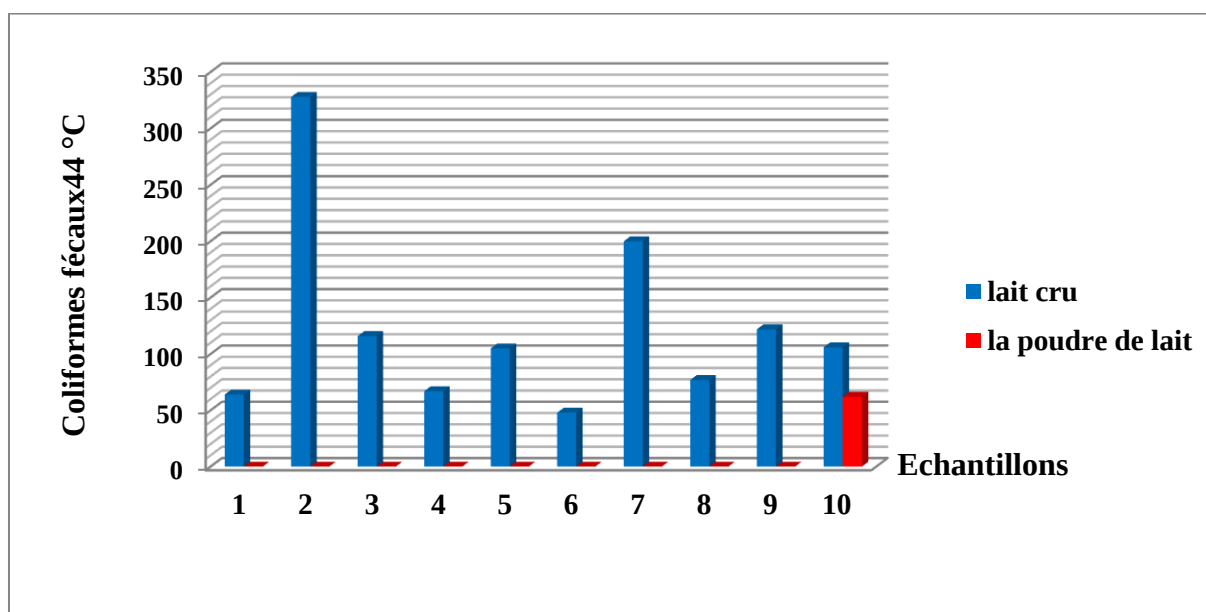


Figure 11. Variation des coliformes fécaux pour les différents échantillons (lait cru et poudre de lait) analysés

La valeur moyenne des taux des coliformes fécaux du lait cru est de $123,3 \times 10^4$ UFC/ml et celle de la poudre de lait est de 6,2 UFC/ml.

Les résultats du dénombrement présentent les valeurs moyennes des deux produits 123,3 UFC/ml lait cru et 6,2 UFC/ml pour la poudre de lait, il ne sont pas conformes aux normes fixée par **J.O.R.A (2017)**.

La recherche de microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit (**Labioui et al., 2009**). Nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par **Bachtarzi (2012)** avec $5,2 \times 10^3$ UFC/ml et supérieurs à ceux de **Labioui et al (2009)** qui rapporte un dénombrement moyen de $3,67.10^6$ UFC/ml. Nos résultats ne sont pas, de ce fait, conformes à la norme fixée par **J.O.R.A N° 39 de 2017**.

III.4.3. Dénombrement des coliformes totaux

Les résultats du dénombrement des coliformes totaux des différents échantillons (lait cru et poudre de lait) sont présentés dans **le Tableau XX** et **la figure 12**.

Tableau XX. Résultats de dénombrement des coliformes totaux à 30°C (UFC/ml) des différents échantillons (lait cru et poudre de lait).

Echantillons	Coliformes totaux 30°C (Lait cru) UFC/ml	Coliformes totaux 30°C (la poudre de lait) UFC/ml
1	81×10^4	7
2	472×10^4	696
3	312×10^4	4
4	560×10^4	148
5	304×10^4	322
6	96×10^4	364
7	576×10^4	312
8	244×10^4	456
9	174×10^4	656
10	148×10^4	1488
Moyennes	$296,7 \times 10^4$	426,1
NORMES	m= 3×10^5 M= 3×10^6	0

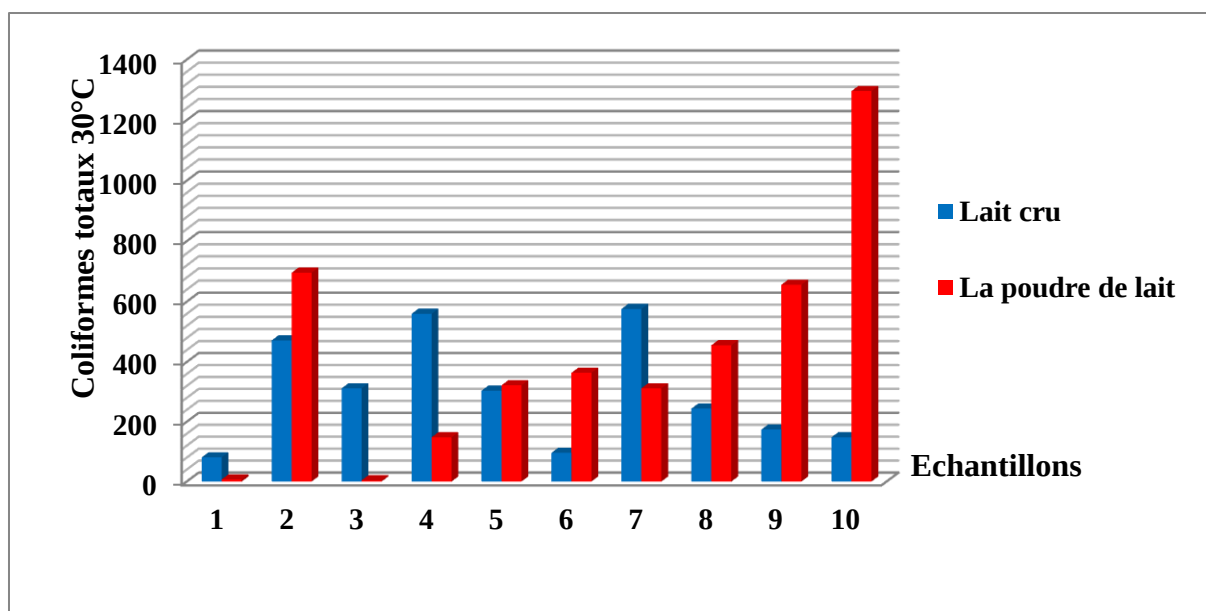


Figure 12. Variation des coliformes totaux des différents échantillons (lait cru et poudre de lait)

La valeur moyenne des taux de coliformes totaux enregistrés dans le lait cru est de 296, 7×10^4 UFC/ml. Celle de la poudre (lait reconstitué du tank) est de 426,1 UFC/ml. Nos résultats ne concordent pas avec ceux rapportés par **Labioui et al., (2009)** avec une valeurs de $2,0 \times 10^4$ UFC/ml, cette valeurs étant inférieure à la nôtre.

Cependant, le taux des coliformes totaux représentés par les travaux de **Bachtarzi (2012)** sont inférieurs à la norme avec un dénombrement moyen de $5,02.10^6$ UFC/ml. Nos résultats ne sont pas conformes aux normes de **J.O.R.A (2017)**.

Selon **Larpent (1990)**, la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale. Certains coliformes sont en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.

La présence de coliformes ne peut pas s'observer dans un produit déshydraté telle qu'une poudre de lait parce que le traitement de séchage permet d'éliminer toutes les bactéries sous forme végétative.

III.5. Résultat de l'analyse microbiologique pour l'eau de production

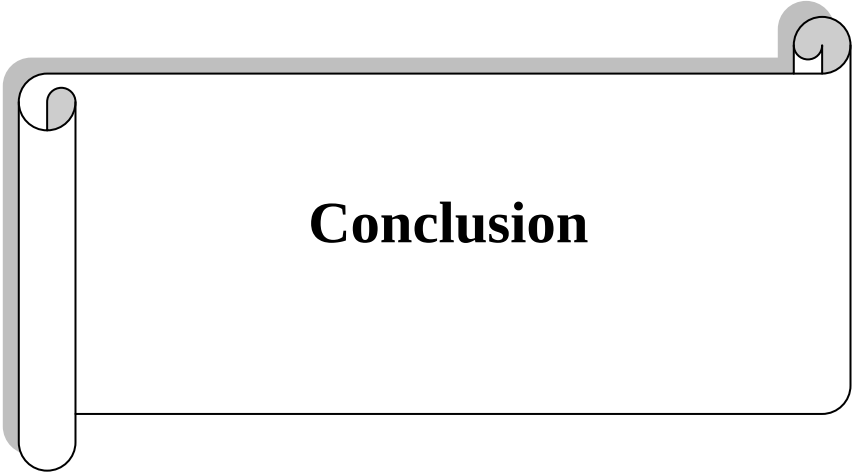
Les résultats microbiologiques des différents échantillons de l'eau de production analysés sont donnés dans le **tableau XXI**.

Tableau XXI. Résultats d'analyse microbiologique de l'eau de production.

Produit	Germes recherchés Echantillons	CT (30°C) UFC/ml	CF (44°C) UFC/ml	E. coli (37°C)	Salmonella (44°C)
Eau	1	0	0	-	-
	2	0	0	-	-
	3	0	0	-	-
	4	0	0	-	-
	5	0	0	-	-
	6	0	0	-	-
	7	0	0	-	-
	8	0	0	-	-
	9	0	0	-	-
	10	0	0	-	-
NORME DE J.O.R.A, N°39 2017		Absence dans 250 ml	Absence dans 250 ml	Absence dans 250 ml	Absence

D'après les résultats, nous remarquons une absence totale de germes pathogènes (E.coli, salmonelles) et de coliformes (totaux, fécaux) dans les 10 échantillons, donc nos résultats concordent avec la norme de **J.O.R.A (2017)** et la norme d'entreprise ainsi qu'avec les explication données par **Cheftel et al (1983)**. L'eau de fabrication laitière ne doit pas être polluée par les microorganismes, elle doit, aussi, présenter une pureté chimique satisfaisante.

Selon **Guiraud et Galzy (1980)**, la pureté microbiologique de l'eau dépend beaucoup de sa provenance : elle est d'autant mieux protégée qu'elle provient des nappes les plus profondes. Elle est utilisée dans le nettoyage et la désinfection appliquée (pour le circuit de distribution et du matériel propre aux usines).



Conclusion

Dans l'industrie laitière, la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru et de la poudre de lait est devenue un critère indispensable et une exigence incontestablement majeure pour les entreprises confrontées à une compétitivité de plus en plus rude.

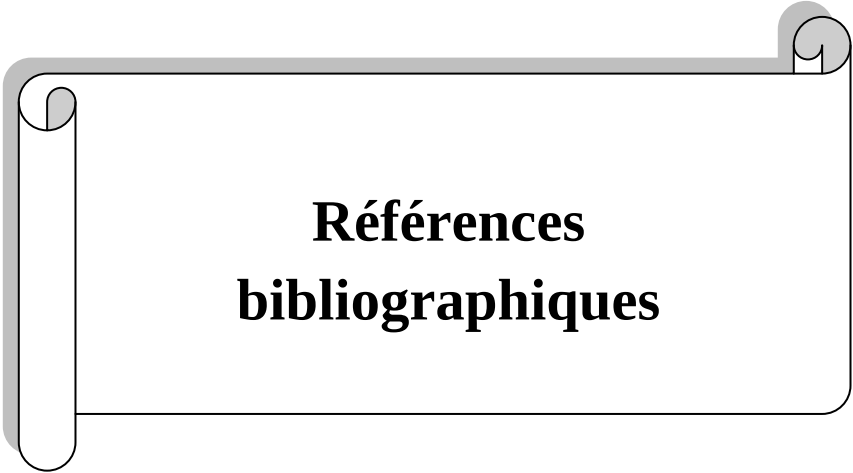
Le lait est un produit de large consommation et son altérabilité peut avoir des conséquences néfastes pour le consommateur. Afin de garantir sa qualité, il est impératif de passer par toutes ces démarches analytiques avant sa mise en consommation. C'est pour cette raison que notre stage pratique est porté sur le contrôle des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait cru et de la poudre de lait dans deux unités différentes « **Le Fermier** » et « **Pâturage d'Algérie** » et ce, pendant une période de trois mois.

Ce stage nous a permis de mettre en application nos connaissances théoriques acquises tout au long de notre cursus universitaire.

Durant notre stage, nous avons remarqué que nos résultats physico-chimiques sont conformes aux normes indiquées par les deux entreprises.

Alors que les analyses microbiologiques des différents laits (lait cru et la poudre de lait) montrent une charge en flore totale aérobie mésophile moyenne de $63,7 \times 10^5$ UFC/ml et de $184,2 \times 10^2$ UFC/ml, une charge des coliformes fécaux moyenne de $123,3 \times 10^4$ UFC/ml et de 6,2UFC/ml et une charge des coliformes totaux moyenne de $296,7 \times 10^4$ UFC/ml et de 426,1UFC/ml, avec l'absence de germes pathogènes (*Escherichia coli* (eau de process), *salmonalles*). Ces résultats confirment la mauvaise qualité du lait cru réceptionné et de la poudre de lait. Cette contamination retrouvée dans le lait cru et dans la poudre de lait révèle le non respect des bonnes pratiques d'hygiène par les éleveurs, les collecteurs, les producteurs ainsi que les commercialisateurs de la poudre de lait.

A la lumière des résultats obtenus, nous confirmons l'effet du traitement thermique (pasteurisation) dans l'élimination de la charge microbienne. Cependant, l'amélioration de la qualité microbiologique du lait cru et de la poudre de lait est nécessaire par l'application des bonnes pratiques d'élevage des animaux et par le respect des normes de production et de commercialisation de la poudre de lait.



Références bibliographiques

A

- **Aboutayeb, R., 2009.** Technologie du lait et dérivés laitiers. Source : <http://www.azaquar.com>.
- **Adrian, J., Potus, J., et Frangne, R., 2004.** La science alimentaire de A à Z. 2 ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79, 47p.
- **Adrian, J., Lepen, B., 1987.** Le lactose dans le lait, matière première de l'industrie laitière (C.M.P.I.L). I.N.R.A paris, 99-111p.
- **Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed, Y., Kihal, M., 2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Revue Méd. Vét., 160, 12. 590-595p.
- **Agabriel, C., Coulon, J., Brunschwig, G., Sibra, C., Nafidi, C., 1995.** Relations entre la qualité du lait et les caractéristiques des exploitations. INRA Prod, Amin, 8 (4), 258p.
- **Alais, C., 1984.** Sciences du lait: Principes et techniques laitiers. Ed. Sepaic, Paris.
- **Alais, C., 1975.** Science du lait. Principe des techniques laitières. Ed. Sepaic, Paris.
- **Ameur, A., Rahal, K., Bouyoucef, A., 2011.** Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie). Revue Nature et Technologie. N°6. 80-84p.
- **Amoit, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R., et Turgeon, H., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. IN VIGNOLA C.L, science et technologie du lait. transformation du lait, école polytechnique de Montréal, ISBN: 3, 25- 29p.
- **Amiot, Laurent, Boutonnier., 2002.** Science et technologie du lait. Edition presses internationales polytechnique. 1 (91), 221-225p.
- **Arie, F., Sri, K., Ariesta, W., 2012.** Process engineering of drying milk powder with foam mat drying method. Journal of basic and applied scientific research. Malang of Indonesia , 2, 358-359p.
- **Arie, F., Sri, K., Ariesta, W., 2011.** Process engineering of drying milk powder with foam mat drying method. Journal of basic and applied scientific research, 2(4), 3588-3592p.
- **Araba, A., 2006.** L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait. Comment augmenter les taux butyreux et protéique du lait. Bulletin mensuel d'information et de la liaison du PNTTA n°142 vache laitière. Transfert de technologie en agriculture. Ministère de l'agriculture, du développement Rural et des pêches maritimes. Maroc. 1-4, 29p.

- **AFNOR, 1986.** Contrôle de la qualité des produits laitiers. Ed. Paris.
- **AFNOR, 1985.** Contrôle de la qualité des produits laitiers-Analyses physiques et chimiques. 3^{ème} Ed.
- **AFNOR, 1980.** Recueil des normes françaises. Laits et produits laitiers. Technologies et techniques d'analyse du lait. Presse internationale polytechnique, 1-74p.
- **Azza, M. M., Deeb, Alhawary, I. I. I., Aman et Doaa, M., Shahine, 2010.** Bactériological investigation on milk powder in the Egyptien market with emphasis on its safety. Journal Global veterinaria , 4(5), 424-433p.

B

- **Bachtarzi, N., 2012.** Magister en Sciences Alimentaires Option : Biotechnologie Alimentaire. Thème « Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien » Université Mentouri-Constantine – Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires.
- **Boualem, W., Cheurfa, Y., 2006.** Etude de la matière grasse du lait cru cas de Constantine et Sétif . Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en nutrition. Institut de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine. 40-47p.
- **Bony, J., Contamin, V., Gousseff, M., Metais, J., Tillard F, Juanes X., Decruyenaere, V., 2005.** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion INRA Anim, (4), 255- 256p.
- **Boujenane, M., 2003.** Evaluation génétique des laitiers des races Holstein et Montbéliarde de la société Agropius. Mem. Ing. Agro. Instiut Agronomique et Vétérinaire Hassan 2 Raba , 73p.
- **Broutin, C., 2005.** Maitrise de la qualité dans la transformation laitière (guide de bonnes pratiques d'hygiène)-Sénégal.

C

- **Chouiti, F., 2013.** Recherche et caractérisation des bacilles thermophiles dans le lait pasteurisé de vache et le lait recombinaé. Mémoire de master. Option: Microbiologie. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen. 1-10p.
- **Cheftel, J.C., Cheftel, H., 1996.** Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol I. Ed : Lavoisier, Paris. 43p.
- **Cheftel, J.C., Cheftel, H., Besancon, P., 1983.** Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol II. Ed : Lavoisier.

- **Cherrey, G., 1980.** Les laits recombines Ed : APRIA, Paris. 45p.
- **Chikhoune, M., 1977.** Détermination de facteurs de variation de la production laitière en Mitidja, à partir de courbes de lactation. Mem. Ing. Agro.INA (Alger), 99p.
- **Codex Alimentarius, 2011.** Lait et produits laitiers. 2ème édition. Codex STAN 207-1999. Rome. Italie.
- **Coubonne, C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières étude dans deux élevages, école vetalfort, Paris.
- **Cuq, J.L., 2007. a)** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. 20-25p.
- **Cuq, J. L., 2007. b)** Microbiologie Alimentaire, Les relations microorganismes / aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. 2- 17p.
- **Cuq, J. L., 2007. c)** Microbiologie Alimentaire, Contrôle microbiologique des aliments, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. 103- 104p. Des organisations de consommateurs.015-11.pl-3.

D

- **Debry, G., 2001.** lait, nutrition et santé technique et documentation. Lavoisier, Paris. 21, 566 p.
- **Diao, M., 2000.** La qualité du lait et produits laitiers. Institut Sénégalais de recherches agricoles. Ed, GRET/ ENDA-ERAF Dakar. 1-7p.
- **Dubreuil, L., 2000.** Système de ventilation d'été. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec.

E

- **Eddebarh, A., 1989.** Systèmes extensifs d'élevage bovin laitier en Méditerranée, Série Séminaires - n.06, 123-133p.
- **Essalhi, M., 2002.** Relations entre les systèmes de production bovines et les Caractéristiques du Lait. Mémoire D'ingénieur. Université institut Agronomiques et vétérinaire Hassan II. Rabat. 104p.

F

- **Faye, B., Loiseau, G., 2002.** Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Actes de l'atelier international, Montpellier, France. 11-13p.

- **FAO, 2010.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.
- **FAO, 2008.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Département de l'agriculture. <http://www.fao.org/3/t4280f/T4280F00.htm>.
- **FAO, 1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.
- **FAO, 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.
- **FAO, 1995.** Lait et produits dans la consommation humaine – lait de consommation[en ligne]. Accès internet : Http : / [www.fao.org/_docrep/T4280/T4280_Fob.htm](http://www.fao.org/docrep/T4280/T4280_Fob.htm). (Page consultée le 09/11 /10).
- **FAO/OMS, 1970.** Comité mixte d'expert de l'hygiène du lait. 3ème rapport. Genève.
- **Feliachi, 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales. Algérie commission nationale ANGR, 2003.
- **Fredot, E., 2016.** Connaissance des aliments. Ed Lavoisier, Paris.
- **Fredot, E., 2006.** Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de diététique. Tec et doc, Lavoisier, 25, 397p.

G

- **Gaucheron, F., 2004.** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier, 783, 922p.
- **Gosta, B., 1995.** Lait longue conservation *in* manuel de transformation du lait. Éditions Tétra Packs Processing Systems A.B, Suède.
- **Goursaud, J., 1985.** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- **Gonde et jussiaux., 1980.** Cours d'agronomie moderne : 9. Ed Maison rustique. Paris.
- **Guerissi, D.E., 2009.** La population bovine locale:Typologie et caractéristiques structurelles. Magazine vétérinaire libre Dzvet. Première année, No 1.
- **Guiraud, J.P., 2003.** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. 136-139p.
- **Guiraud, J.P., 1998.** Microbiologie Alimentaire. Ed Dunod, Paris.
- **Guiraud, J., Galzy, P., 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p.

H

- **Hardy, J., 1987.** Le lait matière de l'industrie laitière. Éditions Cepil, Paris.

J

- **Jaque, P., 1998.** Alimentation et santé. Paris : INRA, 540p.
- **Jeantet, T. R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., et Brule, G., 2008.** Les produits laitiers. 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-9 et 1-3-13-14-17, 185 p.
- **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G ., (2007).** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17, 456p.
- **Jean, C., et dijon, C., 1993.** Au fil du lait, ISBN : 2-86621-172.
- **JORA. N° 39. 2017.** Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016, fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.
- **JORA. 2000.** Arrêté interministériel du 02 avril, relatifs aux spécifications du lait en poudre industriel et de la Matière Grasse Laitière Anhydre.
- **JORA. N°69. 1993.** Arrêté interministériel du 18 aout. Section I et section III. 16p.

K

- **Kalyankar, S.D., Deshmukh, M.A., Chopde, S.S., Khedkar, C.D., Lule, V.K. & Deosarkar, S.S., 2016.** Milk Powder. In: Caballero, B., Finglas, P., and Toldrá, F. (eds.). *The Encyclopedia of Food and Health*. Oxford: Academic Press. 3, 724-728p.
- **Kacimi El Hassani, S., 2013.** La Dépendance Alimentaire en Algérie: Importation de Lait en Poudre versus Production Locale, Quelle Evolution. Université Badji Mokhtar (Algérie). Mediterranean. Journal of Social Sciences MCSER Publishing, Rome-Italy Vol 14 N° 11.
- **Karen, Smith., 2008.** DriedDairyIngredients. 60p.
- **Kelly, A.L., & Patrick, F.F., 2016.** Manufacture and properties of Dairy Powders. School of Food and Nutritional Sciences. PLH Mc Sweeney J.A.O'Mahony. *Advanced Dairy Chemistry*. New York. London. 1-27p.
- **Kherbouche, H., 2014.** Influence d'un traitement à Ultrason sur la thermorésistance de spores de Bacilles sp. Isolées de poudre de lait. Mémoire de master. Option : Microbiologie. Université Aboubekr Belkaid. Tlemcen. 4-5p.
- **Kon, S.K., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Rome. F.A.O. XXI, 271.

L

- **Labioui, H., Laarousi, E., Benzakour, A., El Yachoui, M., Berny, E., Ouhssine, M., 2009.** Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148. 7-16p.

- **Labbe, J.F., 2003.** PATHOLOGIE MAMMAIRE BOVINE. Conduite a tenir.
- **Larpent, JP., 1997.** Microbiologie alimentaire : technique de laboratoire. Paris. Ed : Tec et Doc : Lavoisier : 26-804p. ISBN : 2-85206-450-2p.
- **Larpent, J.P., 1990.** Lait et produits laitiers non fermentés. Dans Microbiologie alimentaire. (Bourgeois C.M., Mescle J.F.et Zucca J.) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc. Lavoisier. 201-215p.
- **Leboeuf, B., Amiot, J., Fournier, S., Paquin, P., et Simpson, R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Science et technologie du lait : Transformation du lait. Presse international Polytechnique, Montréal. 1-8p.
- **Lorient, D., 2001.** Influence des traitements technologiques sur les propriétés nutritionnelles du lait. In : lait, nutrition et santé. Ed. Tec & Doc. 435-453p.
- **Lupient, H., 1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine Code FAO : Alimentation et nutrition. 28, 184p.
- **Luquet, F. M., 1990.** Lait et produits laitiers : vache , brebis , chèvre , Tome 2 , 2^{ème} Ed technique et documentation. Lavoisier , Paris.
- **Luquet, F. M., 1985.** Laits et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.

M

- **Mahaut, M., Jeantet, R., Brule, G., et Schuck, P., 2005.** Les produits industriels laitiers. Éditions Lavoisier, Paris.
- **Martin, J. C., 2000.** Technologie des laits de consommation. Ed doin, paris.
- **Mathieu, J., 1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Lavoisier, Paris, Tec et Doc, 78Jouy-en-Josas (France). 187- 214-245-501-518p.
- **Mathieu, J., 1998.** Initiation à la physicochimie du lait, guide technologique des IAA Collection sous la direction de J. Y Malegeant. 1-6p.
- **Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 2009.**
- **Mounier¹, L., Marie, M., Lensink, B., 2007.** Facteurs déterminants du bien-être des ruminants en élevage. INRA (Algérie) Prod. Anim, 20(1), 65-72p.

N

- **Nedjraoui, D., 2001.** Profil fourrager. FAO, 2001.
- **Nebel, R., Mcgilliard, M., 1993.** Interaction of high milk yield and reproduction performance in dairy cows. J. Dairy.sci : 76(10), 3257-3268p.

P

- **Panchaud, L., 1924.** Le Procédé Krause pour la fabrication de la poudre de lait. Laboratoire Cantonal d'Analyses de Genève. Le Lait, INRA Editions. Suisse. 4, 369-381p.
- **Pien, J., 1979.** Physico-chimie du lait- technique lait.
- **Pougheon, S., 2001.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, Franc. 34, 102 p.
- **Pougheon, S., et Goursaud, J., 2001.** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris. 6, 566 p.
- **Preston. 1988.** Développement des systèmes de production laitière sous les tropiques CTA Publ. 71p.

R

- **Reumont, P., 2009.** Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.
- **Richard, V.J., 1990.** Production de lait cru de bonne qualité bactériologique. Microb-Hyg alm. 2(1), 33p.

S

- **Salahudin, A., et Nuralanwar, M., 2006.** Microbialcounts of dried powder Milk Available in local Markets of bangladesh . journal Microbiol .Vol 23, N°2. 162p
- **Schultz, M., Hassen, L., Steuernagle, G., Kuck, A., 1990.** Variation of milk, fat,protein and somatic cells for dairy. J. DairySci. 73,484p.

T

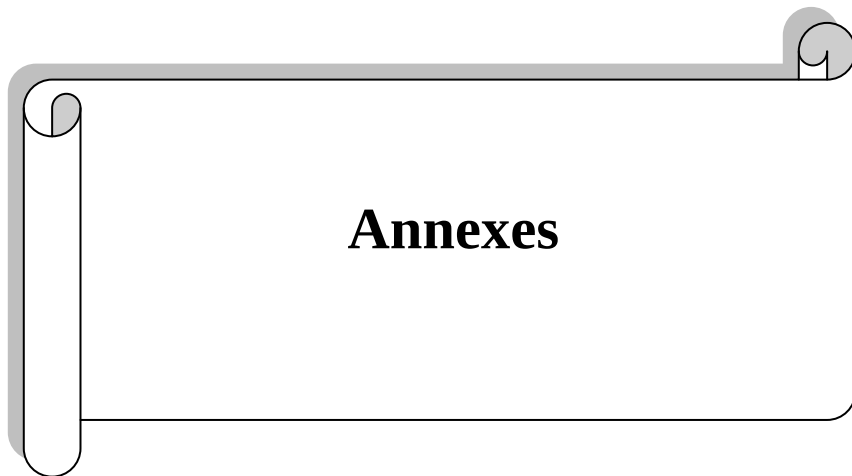
- **Taleb, A., 2016.** Contrôle et qualité d'un lait déshydraté. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie. Option: Sciences des aliments. Universit Aboubekr Belkaid. Tlemcen. Algérie. 13-14- 15-28-35p.
- **Thapon, J.L., 2005.** Science et technologie du lait, Agro campus-Rennes, France. 14,77 p.
- **Thioune, A., 2002.** Contribution à l'étude comparative de quelques caractéristiques physico-chimiques et chimiques de laits secs sur le marché dakarois. Mémoire master: Productions animales : Dakar (E.I.S.M.V.) ; 6p.
- **Thieulin, G., et Vuillaume, R., 1967.** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue. Président Wilson, Paris. 71-73(388)p.

V

- **Veisseyre , R., 1979.** Technologie de lait, constitution, récolte, traite et transformation du lait. Edition 3e : La maison rustique. Paris. 210-342p.
- **Veisseyre, R., 1975.** Technologie du lait .constituants, récolte traitement et transformation du lait.Edition. Maison rustique.Paris. 112-133p.
- **Vignola, C.L., 2002.** Science et technologie du lait. Transformation du lait. Edition : Ecole Polytechnique de Montréal. Paris. 1- 45-29-34 (600)p.
- **Vierling, E., 2003.** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11, 270p.
- **Vierling, E., 1998.** Aliments et boissons filières et produits biosciences. Edition. Dion.Paris. 278p.

W

- **Wattiaux, M., 1996.** Procédure de traite. Publication : DE-LM-7-031596-F.



I. Partie physico-chimique

Annexe 1. Les échantillons de lait cru



Les citernes de collecte



Prélèvement d'échantillon



Les flacons de lait cru

Annexe 2. La poudre de lait



La poudre de lait entier 26%



La poudre de lait écrémé 0%

Annexe 3. Lait conditionné



Sachet de lait pasteurisé conditionnée



Sachet de lait Allégé

Annexe 4. la poudre de lait (Reconstitué)



L'échantillon de la poudre de lait pour les analyses physico-chimiques

1.1.Appareillages et réactif

Annexe 5. Test d'antibiotique

- Micropipette.
- Bandelettes.
- Les tubes epindorfs .
- Appareil Beta Star.



Appareil Beta Star

Annxe 6. Test d'ébullition

- Micro onde.
- Tube.



Micro onde

Annexe 7. Acidité titrable

- Bêcher de 100 ml.
- Burette de 10 ml.
- Burette + support.
- Solution de NaOH.
- Phénolphtaline (1%).



Matériels de mesure
de l'acidité



le point de titrage
(couleur rose)

Annexe 8. Mesure du pH

- PH-mètre.
- Bécher.
- Papier absorbant.
- Eau distillée.
- Les solutions étalons .



pH-mètre avec les solutions
étalons (pH=4, pH=7, pH=10)



Mesure du PH

Annexe 9. La densité

- Lactodensimètre.
- Bêcher.



Mesure de la densité



Lactodesimètre

Annexe 10. La matière grasse

- Butyromètre d'un bouchon approprié.
- Burette de 10 ml.
- Centrifugeuse électrique chauffante pour le butyromètre.
- Mesureur à alcool iso amylique 1 ml.
- Acide iso amylique.
- Acide sulfirique.



Centrifugeuse électrique

Annexe 11. L'acide sulfurique et l'acide iso amylique



Annexe 12. Extrait sec totale et l'humidité

- Capsule (assiette d'aluminium pour l'échantillon).
- Dessiccateur à infrarouge.
- Pipette.
- Cuillère.



Dessiccateur à infrarouge

Annexe 13. LactoStar donne

- Matière grasse ;
- Extrait sec dégraissé ;
- Densité ;
- Protéine ;
- Lactose ;
- Point de congélation.



Appareil de Funke Gerber LactoStar

Annexe 14. Les analyses physico-chimique de l'eau

- Bêcher de 1 L.
- pH-mètre.
- Flacon.
- phénophtaléine .
- Titrant (acide hydrochlorique).
- Bleu de bromophénol.



Matériels de mesure



TA : Absence d'une coloration rose



TAC : L'observation d'une coloration jaune



TH : L'observavtion d'une coloration rouge vineux au vert

2. Partie microbiologique

Annexe 15. Une hotte de laboratoire



Annexe 16. Les étuves de laboratoire



Annexe 17. Bain-marie



Annexe 18. Les échantillons pour les analyses microbiologiques.



Annexe 19. Les différents milieux de cultures pour les analyses microbiologiques

➤ Violet Cristal Rouge Neutre Bile Lactosée (VRB L)

- Peptone.....	7g
- Extrait de levure.....	3g
- Sels biliaires.....	1,5g
- Lactose.....	10g
- Chlorure de sodium.....	5g
- Rouge neutre.....	0,03g
- Cristal violet.....	0,002g
- Agar.....	15g
- Eau distillée.....	10 ³ ml
- PH =7,4 ± 0,2	



➤ Gélose Plant Count Agar (PCA)

- Peptone.....	5g
- Extrait de levure.....	2,5g
- Glucose.....	1g
- Agar.....	15g
- Eau distillée.....	10 ³ ml
- PH = 7	



➤ Violet Cristal Rouge Neutre Bile Glucosée (VRBG)

- Extrait de levure.....	3g
- Peptone	7g
- Chlorure de sodium.....	5g
- Seles biliares.....	1,5g
- Glucose	10g
- Rouge neutre.....	0,03g
- Agar.....	12g
- Eau distillée.....	10 ³ ml



➤ **Chromogène Coliformes et gélose E. coli (ECC)**

- Peptones.....	18g
- Système tampon.....	5,80g
- Activateurs de croissance.....	3,55g
- Mélange chromogénique.....	0,44g
- Agents sélectifs.....	1,61g
- Agar.....	11g
- Eau distillée.....	10 ³ ml
- PH = 6,9 ±0,2	



➤ **Gélose Hektoen**

- Protéose-peptone.....	12g
- Extrait de levure.....	3g
- Chlorure de sodium.....	5g
- Thiosulfate de sodium.....	5g
- Sels biliars.....	9g
- Citrate de fer ammoniacal.....	1,5g
- Salicine.....	2g
- Lactose.....	12g
- Saccharose.....	12g
- Fushine acide.....	0,1g
- Bleu de bromothymol.....	0 ,065g
- Agar.....	14g
-Eau distillée	10 ³ ml



Annexe 20. Lait et produits laitiers – journal officiel de la republique algérienne N° 39

(2017)

8 Chaoual 1438
2 juillet 2017

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39

13

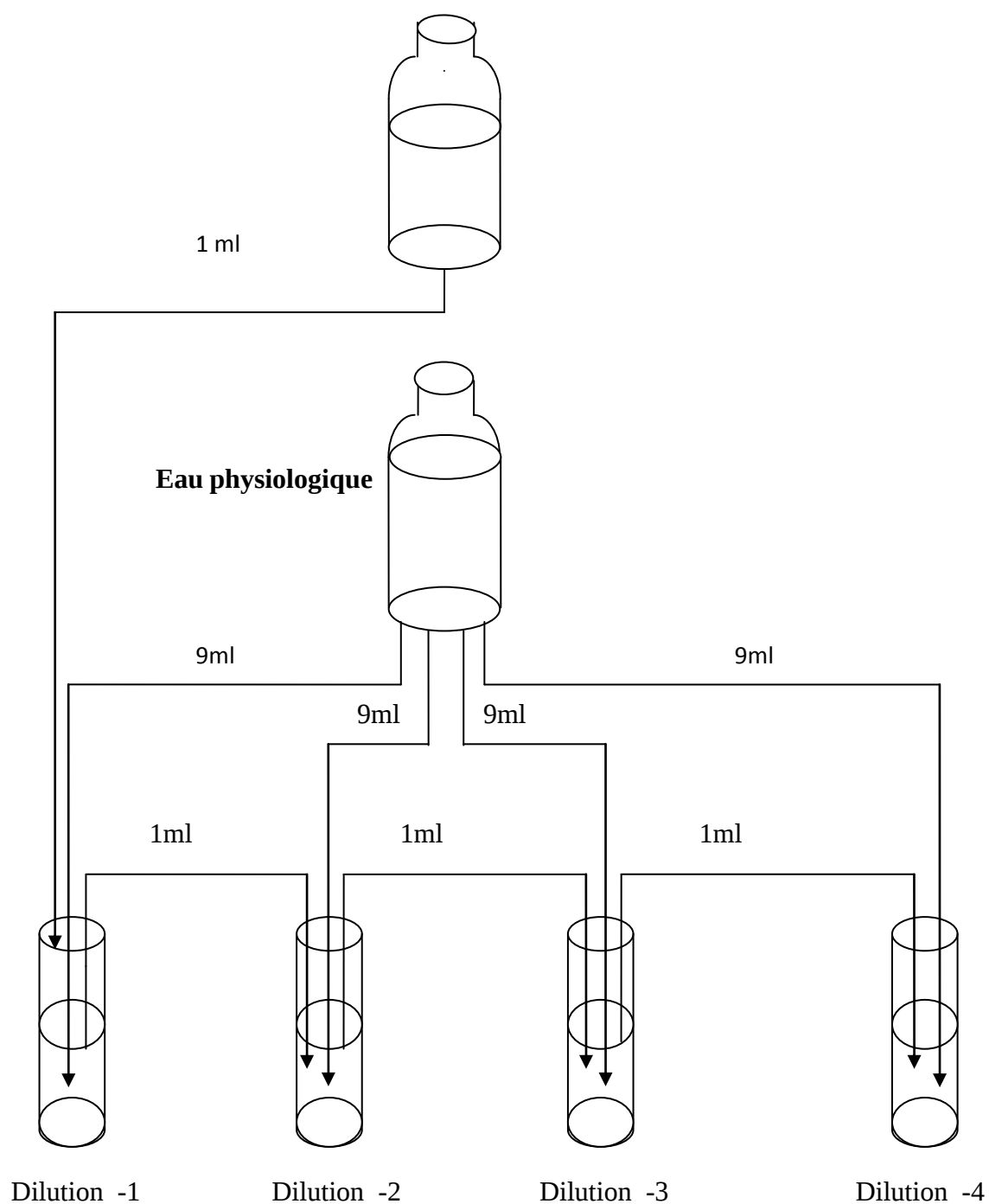
ANNEXE I

Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires

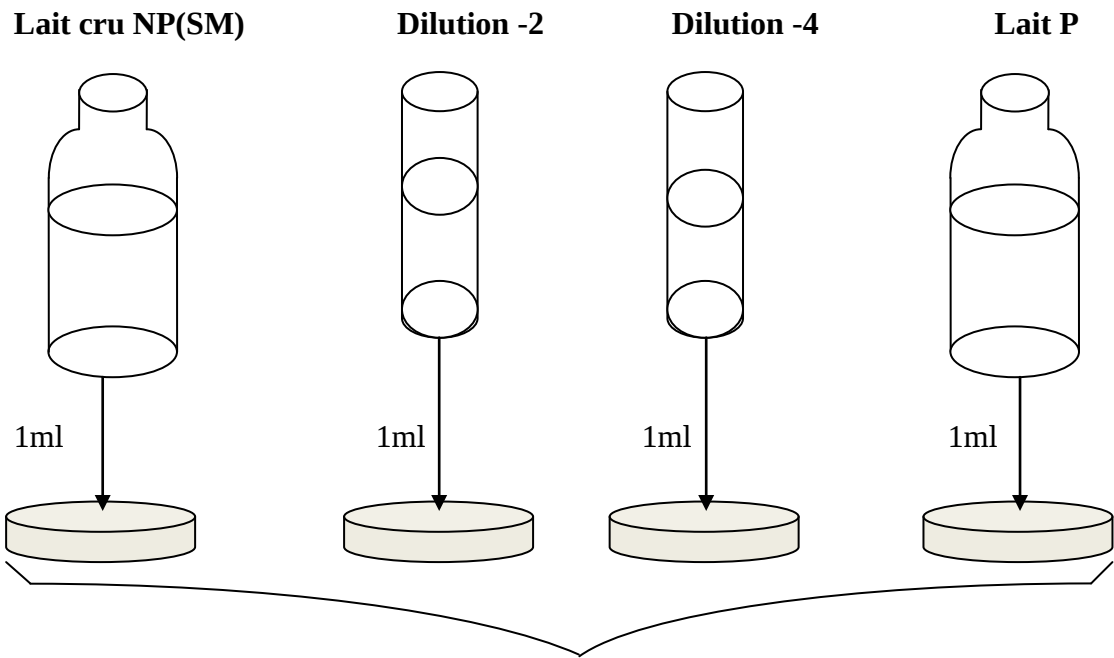
1- Lait et produits laitiers

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Lait cru	Germes aérobies à 30 °C	5	2	3.10 ⁵	3.10 ⁶
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	Coliformes thermotolérants	5	2	5.10 ²	5.10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Lait UHT et lait stérilisé	Germes aérobies à 30 °C	5	0	10/0.1ml	
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

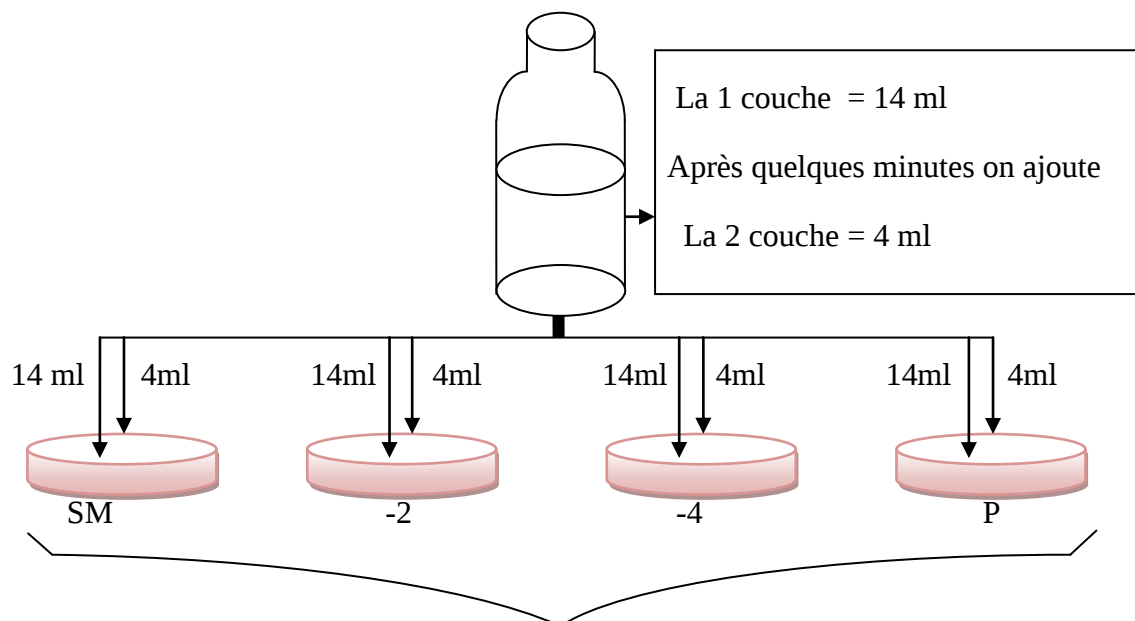
Solution mère (lait cru)



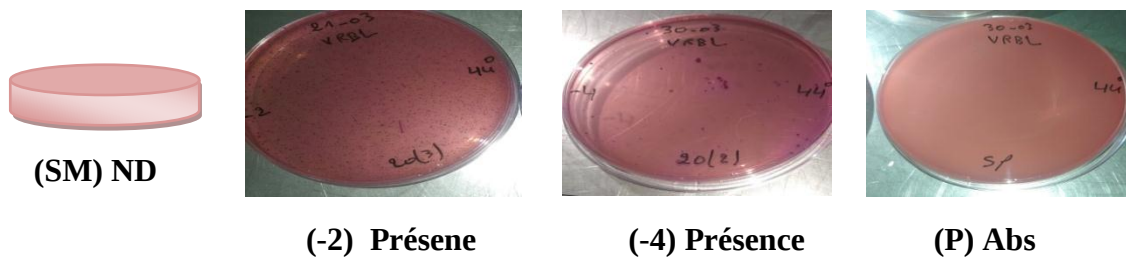
Annex 21. Schéma de la préparation des dilutions (lait cru)



+ Ajoute de VRBL



Incubation à 44°C pendant 24 heures jusqu'à 48 heures pour les coliformes fécaux

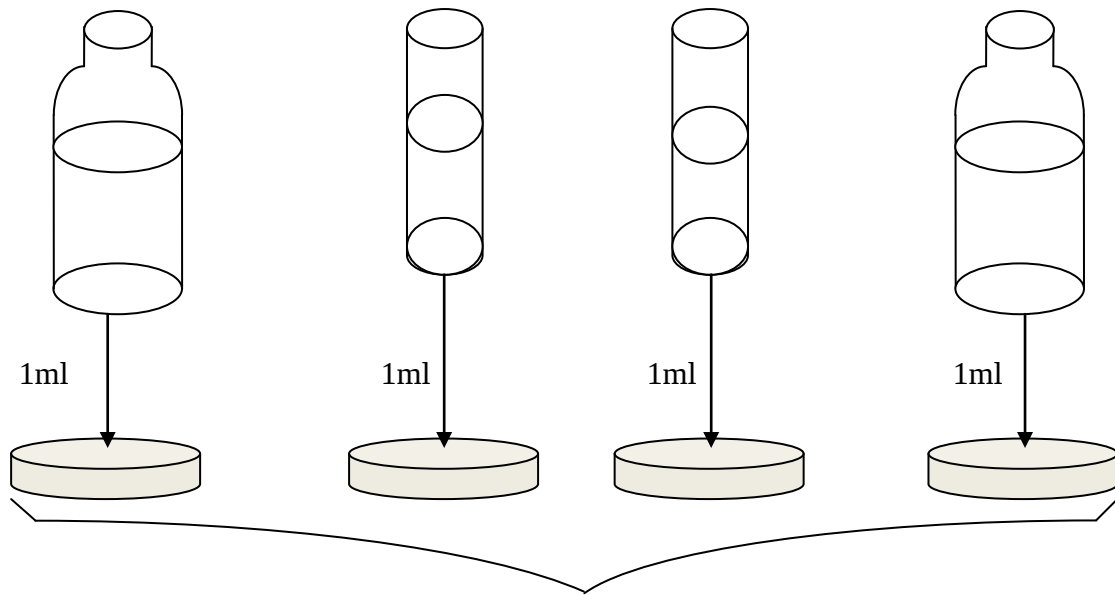


Lait cru NP (SM)

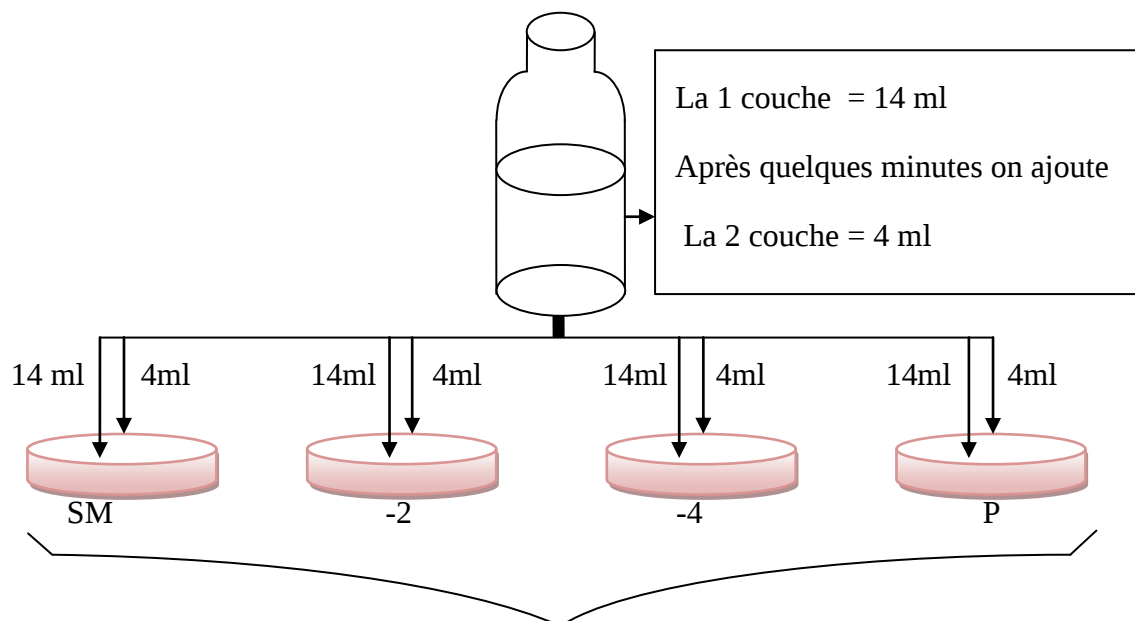
Dilution -2

Dilution -4

Lait P



+ Ajoute de VRBL



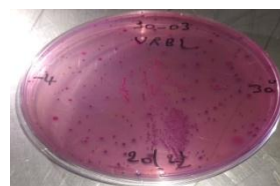
Incubation à 30°C pendant 24 heures jusqu'à 48 heures pour les coliformes totaux



(SM) ND



(-2) Présence

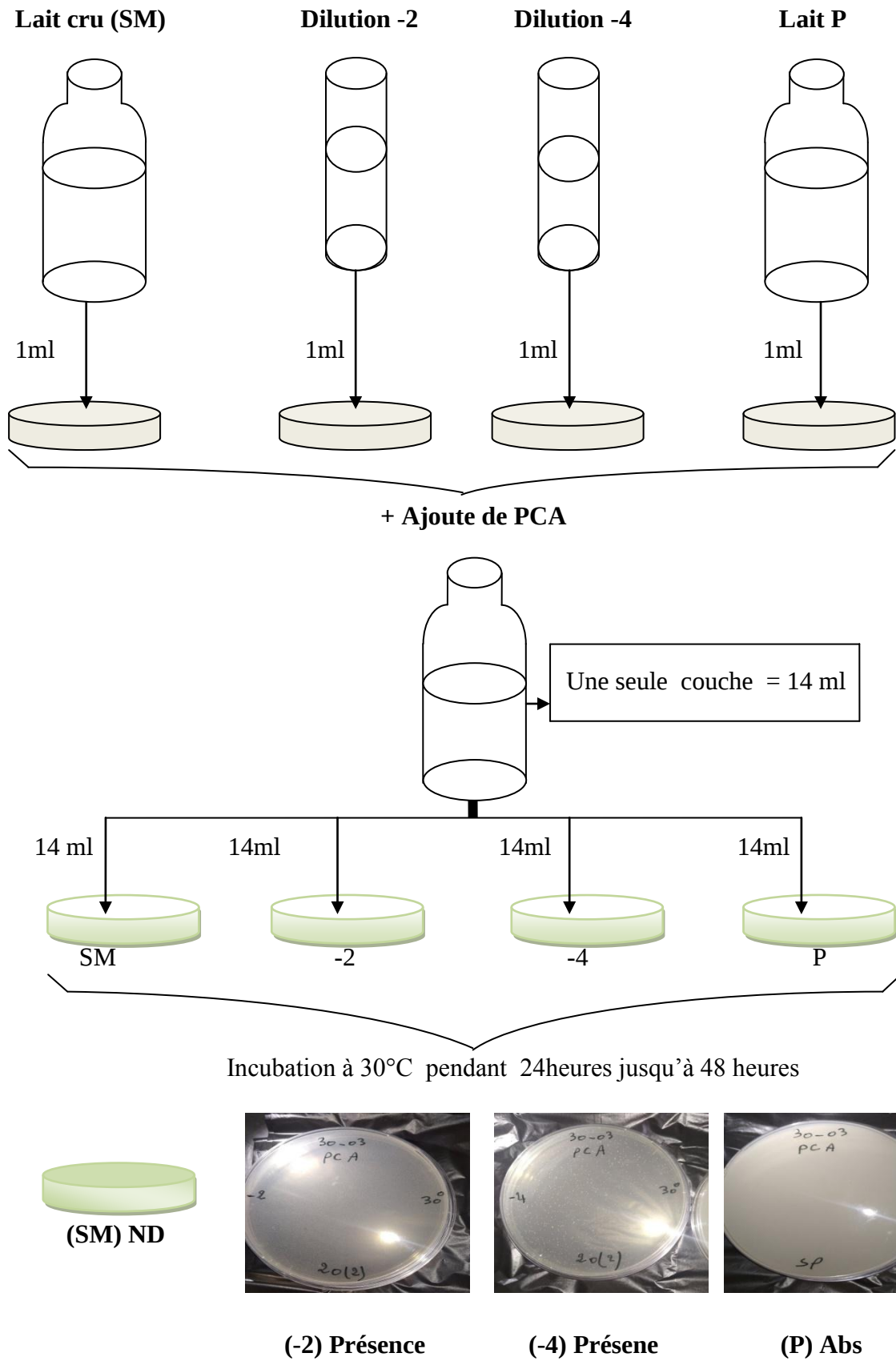


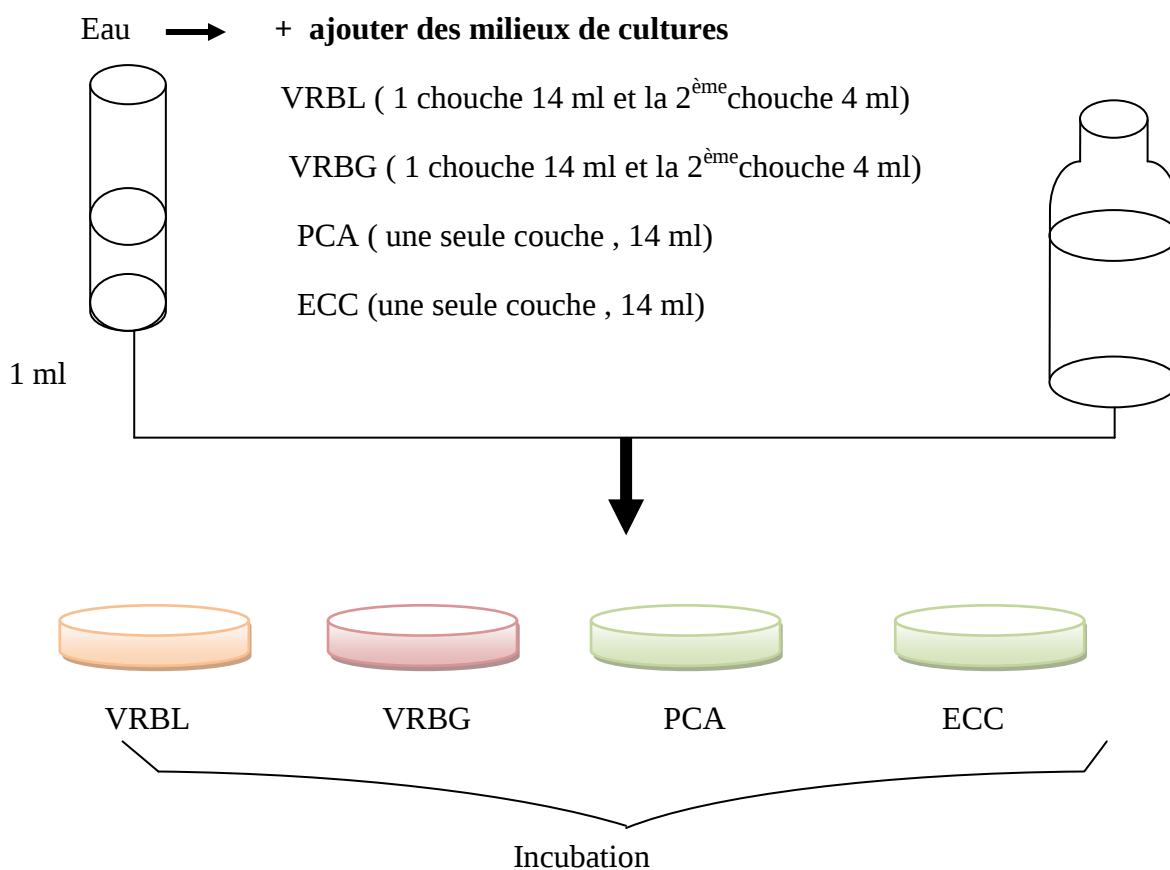
(-4) Présence



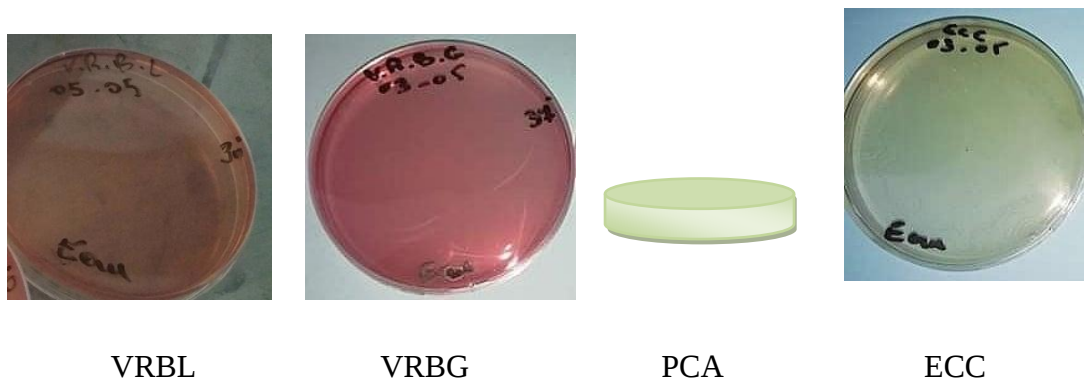
(P) Abs

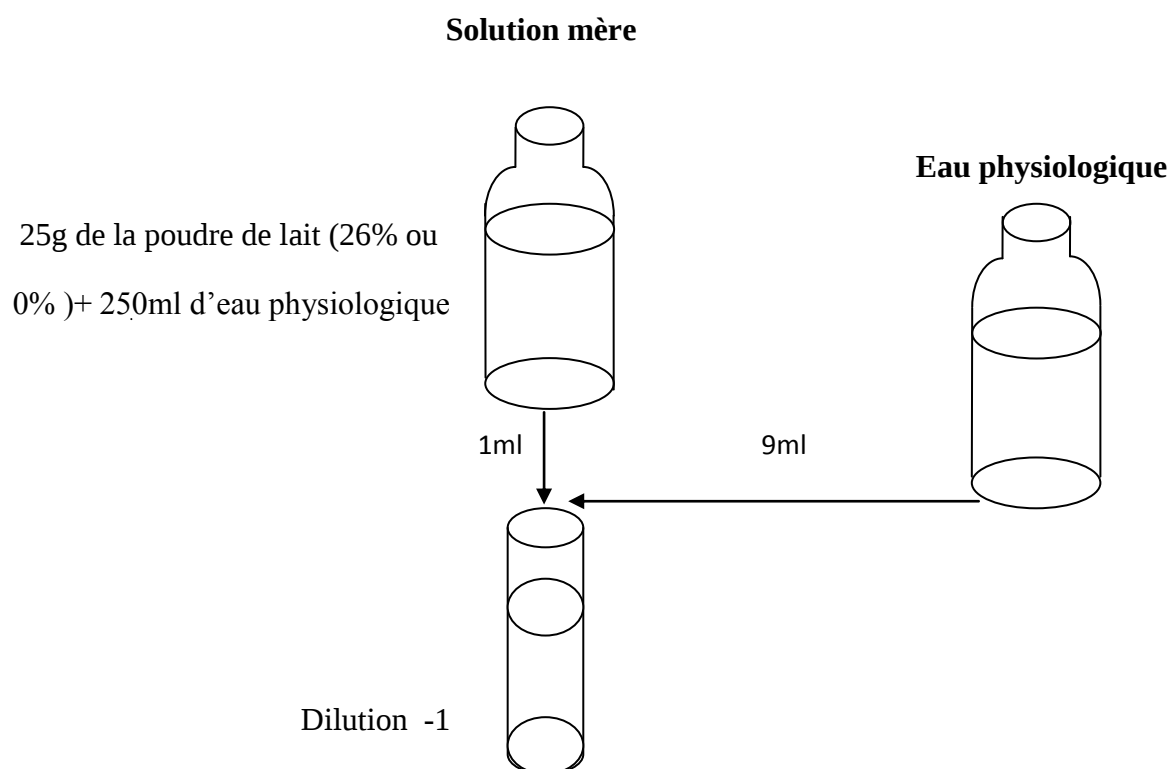
Annexe 23. Recherche et dénombrement des coliformes totaux (lait cru)



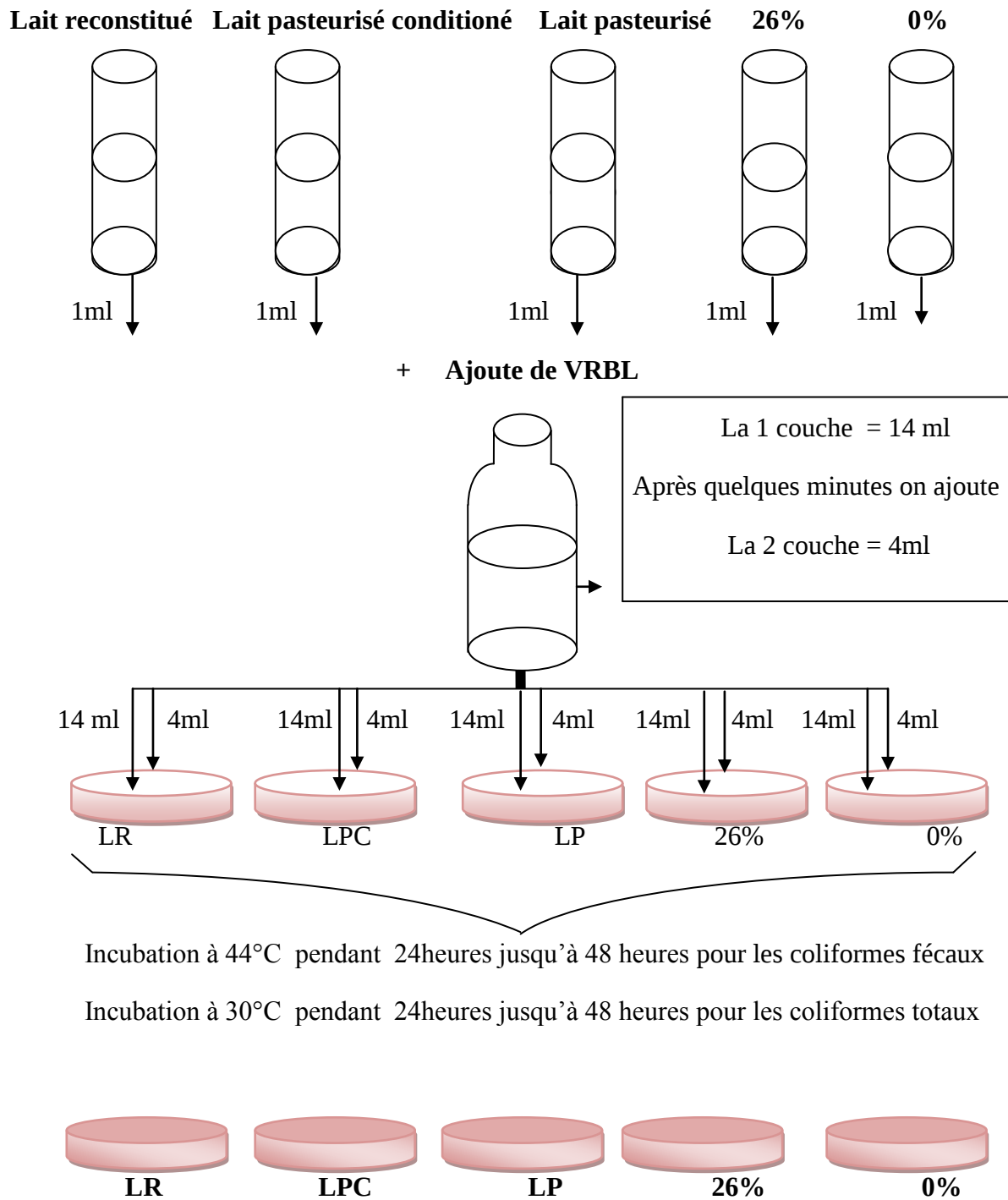


à 44°C pendant 24 heures jusqu'à 48 heures pour les coliformes fécaux
 à 30°C pendant 24 heures jusqu'à 48 heures pour les coliformes totaux
 à 37°C pendant 24 heures jusqu'à 48 heures pour les entérobacteriaceae
 à 30°C pendant 72 heures pour la flore totale aérobie mésophile
 à 30°C pendant 72 heures pour l' escherichia coli



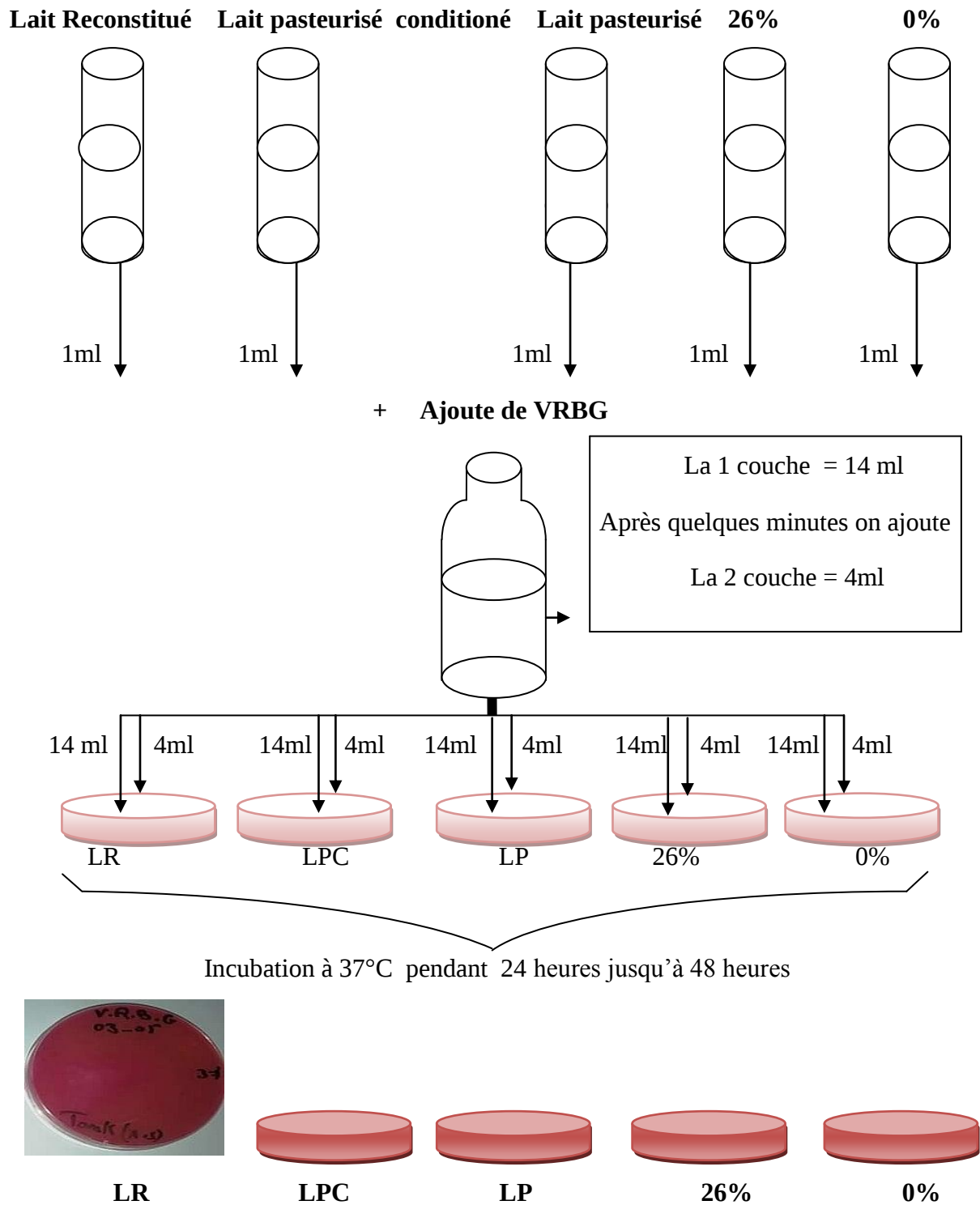


**Annexe 26. Schéma de la préparation de la solution mère (poudre de lait) et dilution -1
(la poudre de lait)**

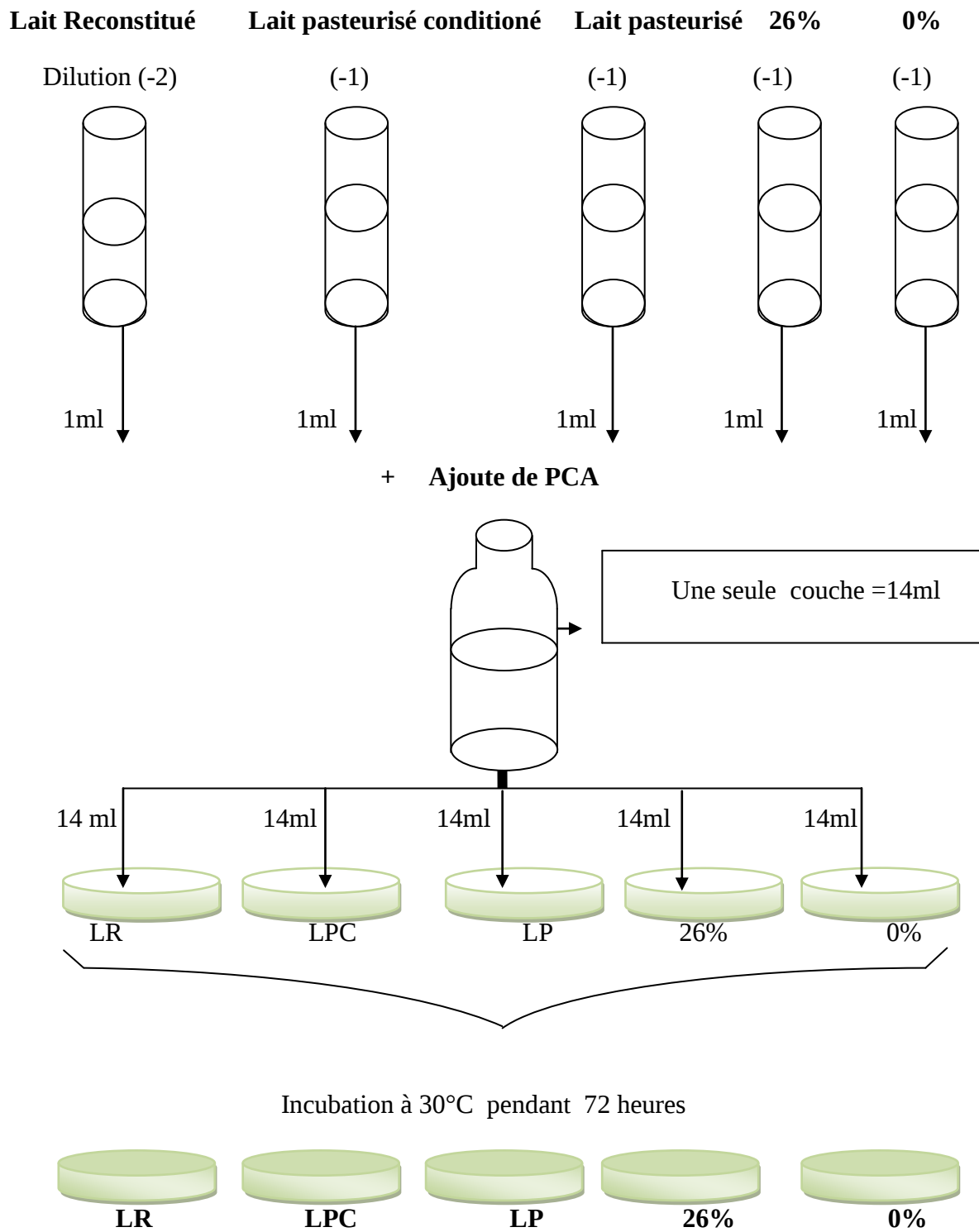


Annexe 27. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux

(la poudre de lait)

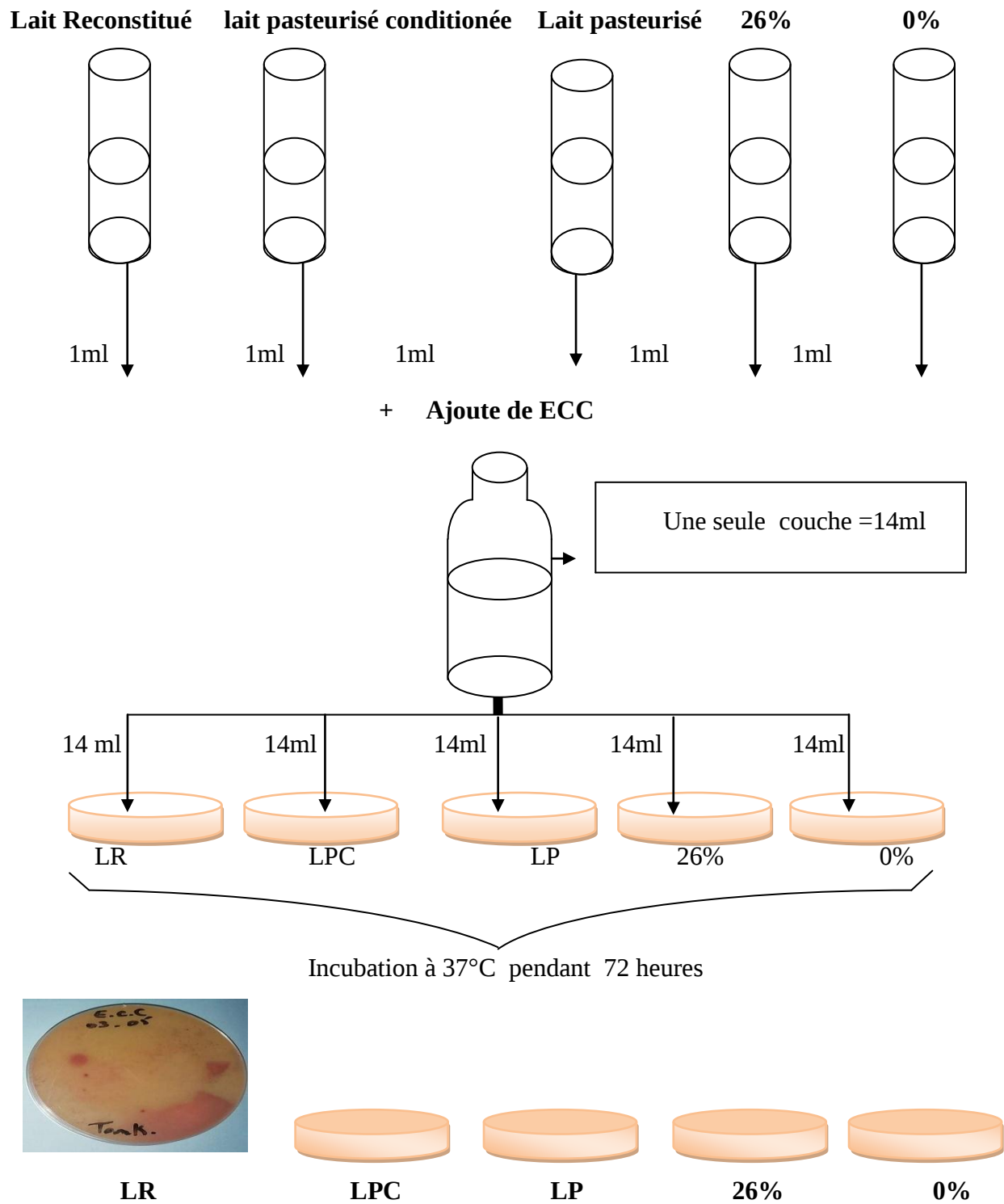


Annexe 28. Recherche et dénombrement des entérobactéries
(la poudre de lait)



Annexe 29. Recherche et dénombrement de flore totale aérobie mésophile

(la poudre de lait)



Annexe 30. Recherche et dénombrement des escherichia coli (la poudre de lait)

Annexe 31. les tableaux des analyses physico-chimique et microbiologique de lait cru et la poudre de lait

Tableau XXII. Analyses physico-chimiques de lait cru

Produit	Echantillons	MG	Densité	EST (g/l)	ESD (g/l)	Acidité (°D)	pH	T (°C)	Antibiotique
Lait cru	1	32	1029,3	110,18	78,18	18	6,57	13	-
	2	31	1029,7	110,199	79,19	17	6,54	8	-
	3	32	1029,3	110,44	78,44	17	6,48	12	-
	4	32	1029,7	111,63	79,63	17	6,69	4	-
	5	30	1028,8	107,13	77,13	16	6,67	5	-
	6	30	1028,8	107,23	77,23	17	6,66	8	-
	7	32	1028,5	109,09	77,03	18	6,57	9	-
	8	30	1029,3	108,27	78,27	17	6,50	8	-
	9	33	1029,8	112,8	79,81	18	6,60	11	-
	10	32	1030	112,19	80,19	17	6,61	10	-
NORME selon « Le fermier »		≥30	1028-1031	105-115	75-85	16-18	6,60-6,80	4-20	Absence dans 1 ml

Annexes

Tableau XXIII : Analyses physico-chimiques de la poudre de lait

Echantillons	produits	MG	EST (g/l)	ESD (g/l)	Acidité (°D)	Densité	pH	T (°C)
1	L.R	17	107,36	90,36	14	1034,8	6,92	14
	L.P	17	107,63	90,63	14	1034,6	6,81	8
	L.P.C	16	106,61	91,63	14	1033,8	6,78	11
2	L.R	17	99,7	82,7	14	1033	6,80	15
	L.P	17	98,4	81,4	14	1033	6,82	13
	L.P.C	17	98,7	81,7	13	1031,4	6,79	12
3	L.P	17	103,45	86,45	16	1034	6,70	14
	L.P	17	108,38	91,38	15	1033,6	6,74	13
	L.P.C	17	99,76	82,76	14	1031,8	6,71	11
4	L.R	17	101,3	84,3	15	1033,4	6,68	13
	L.P	16	105	89	15	1034	6,74	15
	L.P.C	16	100,87	84,87	14	1033,2	6,70	12
5	L.R	17	102,2	85,2	15	1033,8	6,80	15
	L.P	17	100,93	83,93	15	1033,6	6,66	14
	L.P.C	17	99,39	82,39	14	1034	6,77	12
6	L.R	17	107	90	15	1035	6,82	17
	L.P	17	105,02	88,02	15	1034	6,70	10
	L.P.C	17	102	85	15	1034	6,78	15
7	L.R	17	105	88	16	1035	6,81	17
	L.P	17	105,6	88,6	14	1034,4	6,82	12
	L.P.C	17	102,3	85,3	14	1034	6,77	10
8	L.R	17	104,5	87,5	16	1033	6,78	18
	L.P	16	102,4	86,4	16	1033	6,73	15
	L.P.C	16	102,6	86,6	15	1032,6	6,83	13
9	L.R	17	100,58	83,58	15	1030,2	6,76	16
	L.P	17	100,87	83,58	14	1031,8	6,72	29
	L.P.C	17	98,67	81,67	13	1031	6,74	20
10	L.R	17	104,5	87,5	15	1034	6,87	14
	L.P	17	102,12	85,12	16	1033,2	6,74	11
	L.P.C	17	99,54	82,54	15	1031,2	6,68	11
NORMES De pâturage		15-18	98-105	/	14-18	1028-1034	6,6-6,8	10-20

T (°C) : température du tank.

Tableau XXIV. Analyses microbiologiques de lait cru

Produits	Germes recherchés	Coliforme totaux 30°C		Coliformes fécaux		Germes aérobies à	
	Echantillons	UFC/ml (dilution a -4)		44°C UFC/ml		30°C (Lait cru) (dilution a -4)	
Lai cru	1	81×10 ⁴		64×10 ⁴		25×10 ⁵	
	2	472×10 ⁴		328×10 ⁴		38×10 ⁵	
	3	312×10 ⁴		116×10 ⁴		46×10 ⁵	
	4	560×10 ⁴		67×10 ⁴		56×10 ⁵	
	5	304×10 ⁴		105×10 ⁴		92×10 ⁵	
	6	96×10 ⁴		48×10 ⁴		77×10 ⁵	
	7	576×10 ⁴		200×10 ⁴		92×10 ⁵	
	8	244×10 ⁴		77×10 ⁴		116,8×10 ⁵	
	9	174×10 ⁴		122×10 ⁴		34×10 ⁶	
	10	148×10 ⁴		106×10 ⁴		60,8×10 ⁵	
NORME (J.O.R.A N°39, 2017)		3×10 ²	3×10 ³	3×10 ²	3×10 ³	m=3×10 ⁵	M=10 ⁶

Annexes

Tableau XXV. Analyse microbiologique de la poudre de lait

Echantillons	Produits	Coliforme totaux (30°C) UFC/ml	Coliforme fécaux (44°C)	Entérobactères (37°C)UFC/ml	Flore mésophile (30°C)		Echechia-colis (37°C)	Salmonella (44°C)
1	L.R	7	0	410	724×10 ²		Absence	-
	L.P	0	0	0	248×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	113×10 ²		-	-
2	L.R	696	0	544	520×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	16×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	329×10 ²		-	-
3	L.R	4	0	100	144×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	100×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	29×10 ²		-	-
4	L.R	148	0	188	268×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	120×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	164×10 ²		-	-
5	L.R	322	0	25	396×10 ²		-	-
	L.P	13	1	0	304×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	216×10 ²		-	-
6	L.R	364	0	164	76×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	312×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	190×10 ²		-	-
7	L.R	312	0	240	168×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	58×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	88×10 ²		-	-
8	L.R	456	0	220	970×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	760×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	300×10 ²		-	-
9	L.R	656	0	592	324×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	110×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	665×10 ²		-	-
10	L.R	1296	62	720	1488×10 ²		-	-
	L.P	0	0	0	35×10 ²		-	-
	L.P.C	0	0	0	18×10 ²		-	-
NORME (J.O.R.A N°39, 2017)		0	0	10	10 ⁴	10 ⁵	Absence	Absence dans 25ml

Résumé :

En raison de la richesse du lait en nutriments, il constitue un excellent milieu de culture pour les microorganismes, provoquant des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et libération des composés indésirables. Il est important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait soit instauré. Durant notre stage, nous avons remarqué que nos résultats physico-chimiques sont conformes aux normes indiquées par les deux entreprises, alors que les analyses microbiologiques des différents laits (lait cru et la poudre de lait) montrent une charge microbienne.

A la lumière des résultats obtenus, nous confirmons l'effet du traitement thermique (pasteurisation) dans l'élimination de la charge microbienne. Cependant, l'amélioration de la qualité microbiologique du lait cru et de la poudre de lait est nécessaire par l'application des bonnes pratiques d'élevage des animaux et par le respect des normes de production et de commercialisation de la poudre de lait.

Mots clés : Lait cru, poudre de lait, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques.

Abstract :

Due to the richness of milk in nutrients, it constitutes an excellent culture medium for microorganisms, causing harmful transformations to the quality of products by degradation of their constituents (proteins, fats, lactose) and release of undesirable compounds. It is important that a rigorous control of the physico-chemical and microbiological quality of the milk being established. During our internship, we noticed that our physico-chemical results comply with the standards indicated by the two companies, while the microbiological analyzes of the various milks (raw milk and milk powder) show a microbial load.

In the light of the results obtained, we confirm the effect of heat treatment (pasteurization) in the elimination of the microbial load. However, improving the microbiological quality of raw milk and milk powder is necessary through the application of good animal husbandry practices and compliance with production and marketing standards for milk powder.

Keywords : Raw milk, milk powder, physico-chemical analyzes, microbiological analyzes.

ملخص:

بسبب ثراء الحليب بالمغذيات، فإنه يشكل وسط تكاثر ممتاز للكائنات الحية الدقيقة، مما يتسبب في حدوث تحولات تضر بجودة المنتجات عن طريق تحلل مكوناتها (البروتينات، الدهون، اللاكتوز) وإطلاق مركبات غير مرغوب فيها. لذلك من المهم وضع رقابة صارمة على الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للحليب. خلال فترة تدريبنا، لاحظنا أن نتائجنا الفيزيائية والكيميائية تتوافق مع المعايير التي أشار إليها المصنعين، بينما أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية لمختلف أنواع الحليب (الحليب الخام و مسحوق الحليب) حمولة ميكروبية.

في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها نؤكد تأثير المعالجة الحرارية (البسترة) في القضاء على الشحنة الجرثومية. ومع ذلك، فإن تحسين الجودة الميكروبيولوجية للحليب الخام و مسحوق الحليب أمر ضروري، و هذا من خلال تطبيق ممارسات تربية الحيوانات الجيدة و الامتثال لمعايير الإنتاج و التسويق الخاصة بمسحوق الحليب.

الكلمات الدالة : حليب خام، مسحوق الحليب، تحاليل فيزيائية كيميائية، تحاليل ميكروبيولوجية.