

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet du Master complémentaire en science vétérinaire

THÈME

**Qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru livré à
une entreprise de transformation laitière**

Présenté par : **GAMOURI Souad**

Soutenu le : **26 / 02 / 2019**

Devant le jury composé de :

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| ➤ Président : GOUCEM R | Maitre-assistant classe A à l'ENSV. |
| ➤ Promoteur : HAMDI T.M | Professeur à l'ENSV. |
| ➤ Examineur 1 : BOUAYAD L | Maitre de conférences A à l'ENSV. |
| ➤ Examineur 2 : BOUHAMED R | Maitre-assistant classe A à l'ENSV. |



REMERCIEMENTS

Je tiens en premier à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce travail.

A Monsieur HAMDI TAHA MOSSADAK,

Professeur à l'école Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.

Qui m'a fait l'honneur de diriger mon travail, et s'être autant investi pour qu'il soit rédigé dans les temps.

Merci pour vos précieux conseils, votre disponibilité dans l'élaboration de ce travail.

C'est un immense honneur pour moi d'avoir travaillé sous votre direction.

A Monsieur GOUCEM R, Président du jury

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury,

Hommage respectueux.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury Dr Bouhamed R. et Dr Bouayad L., pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre mémoire, en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Je tiens à remercier également ma famille, pour leur amour, leurs encouragements et leur soutien moral.

Mes remerciements s'adressent aussi à l'ensemble du personnel de la laiterie **DANONE DJURDJURA ALGERIE** qui a contribué à entretenir une atmosphère de travail agréable et conviviale particulièrement **Mrs HAMGA Z., MAHINDAD O., DJABOUR A., BENHAMOUCHE D., AZZOUG A., BEN ARABE E., FAOUZI et AMIROUCHE.**

Enfin, que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent par le biais de ces remerciements, l'expression de mon respect le plus profond.

A vous tous, je vous dis du fond du cœur Merci





DEDICACES

Je dédie ce projet aux êtres les plus chers à mon cœur :

A mes chers parents OUALI et CHERIFA

Qui m'ont soutenu durant toute ma vie, qui m'ont aidé durant mes années d'études, qui m'ont appris à aimer le travail et le bon comportement, pour leur amour infini et leur bienveillance jour et nuit, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

Je souhaite prouver mon grand remerciement qui ne sera jamais suffisant, j'espère les rendre fiers de ce travail je vous aime beaucoup.

A celui qui est toujours mon meilleur exemple dans la vie : **mon mari Amouri Belkacem**, pour les sacrifices qu'il a consenti pour mon avenir et pour ses encouragements permanents, et sa compréhension et sa patience et son soutien moral qu'il n'a cessé d'offrir.

Aussi à mes chers frères Lahlou et Yazid : qui m'ont toujours inspiré fort de leur qualité et leur parcours et qui sont pour moi un modèle et qui m'ont toujours soutenu dans ma vie

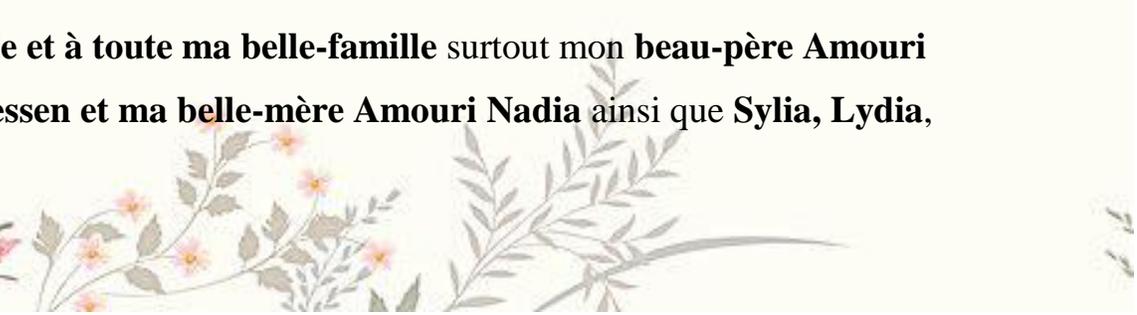
A ma brillante sœur Fatiha et son mari **Hakim** et leurs petites adorables filles **Malak et Nour**.



A ma chère Tiziri pour son encouragement et son aide permanente

Et aussi à **notre ange Khaled**.

A toute ma famille et à toute ma belle-famille surtout mon **beau-père Amouri Mohammed Ouhessen** et **ma belle-mère Amouri Nadia** ainsi que **Sydia, Lydia**,





Syrine et Salim pour leur soutien et encouragements tout au long de mon parcours universitaire je vous adore.

A mes très chères amies et sœurs Ichrak et Chahrazed avec qui je partage des moments agréables de ma vie qui sont toujours à mes côtés, pour leur soutien et leur plaisante compagnie le long de notre parcours universitaire, je vous dis c'est le hasard qui fait la famille, mais c'est le cœur qui fait les amies, les amies sont la famille que l'on choisit dont vous êtes compris.

A Larbi Dihia qui m'a beaucoup aidé pendant le stage elle a été mon guide à l'intérieur de l'entreprise et elle a donné un exemple de solidarité et d'amitié.

A toutes mes amis

A toute la promotion 2017-2018 de l'ENSV.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.





LISTE DES TABLEAUX

N° :	Titre	Page
01	Composition des laits en poudre (% m/m)	10
02	Classification des protéines du lait	14
03	Composition minérale du lait de vache	14
04	Caractéristiques des principales enzymes du lait	15
05	Composition vitaminique moyenne du lait cru	16
06	Caractères physicochimiques du lait de vache	21
07	Flore originelle du lait cru	29
08	Les principaux groupes bactériens du lait	33
09	Matériels pour analyses Physico-chimiques	42
10	Matériels pour analyses Microbiologiques	42
11	Répartition des wilayas sur les zones de collecte	43
12	Résultats globaux des analyses physico-chimiques du lait cru livré à la laiterie	59
13	Résultats par région des analyses physico-chimiques du lait cru livré à la laiterie	60



LISTE DES FIGURES

N° :	Titre	Page
01	Coupe d'un pis de vache.	03
02	Schémas représentant les différentes phases d'évolution naturelle du lait	07
03	Structure chimique du lactose	11
04	Composition du globule gras	12
05	Modèle de micelle de caséine avec sous-unités	13
06	Bactéries lactiques	31
07	Coagulation de lait à l'ajout d'alcool à 68°	45
08	Lait frais après ajout d'alcool à 68°	45
09	Cryoscope	48
10	BETA-STAR pour test d'antibiotique	49
11	Bande de test d'antibiotique négatif	49
12	Bande de test d'antibiotique positif (01)	50
13	Bande de test d'antibiotique positif (02)	50
14	DELVOTEST pour test d'antibiotique	51
15	Coloration jaune : test négatif	52
16	Coloration violet : test positif	52
17	Mesure de pH du lait cru	53
18	Milko scan FT 120	54
19	Préparation des dilutions décimales du lait cru	57
20	Ensemencement en masse avec le milieu PCA	58
21	Résultats des températures du lait cru livré à la laiterie	61
22	Principales analyses sensorielles réalisées	62
23	Résultats des tests à l'alcool dans les quatre régions	63
24	Résultats de l'acidité Dornic dans les quatre régions	64
25	Résultats des points de congélation du lait cru livré à la laiterie	65
26	Résultats négatifs aux tests de résidus d'antibiotiques « BETA-STAR » et « DELVOTEST »	67
27	Résultats des analyses du pH du lait cru livré à la laiterie	68
28	Taux de matières grasses du lait cru livré à la laiterie	69
29	Taux de l'extrait sec total du lait livré à la laiterie	70
30	Taux de protéines dans le lait cru livré à la laiterie	71
31	Aspect d'une colonie de la FAMT	72
32	Résultats des dénombrements de la flore totale du lait cru	72



LISTE DES ABREVIATIONS

❖ °D : Degré Dornic	❖ Ig : Immunoglobuline
❖ µm : Micromètre	❖ JORA : Journal Officiel de la République Algérienne
❖ AA : Acides Aminés	❖ Kcal : Kilocalories
❖ AFNOR : Association Française de Normalisation	❖ M : Poids Moléculaire
❖ ANP : Azote Non Protéique	❖ m/m : Masse sur Masse
❖ AT : Azote Total	❖ max : Maximum
❖ Aw : Activité de l'Eau (Activity of Water)	❖ MG : Matière Grasse
❖ BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication	❖ min : Minimum
❖ BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène	❖ N° : Numéro
❖ BSN : Boussois Souchon Neuversel	❖ NF: Norme Française
❖ C.M.L : Constante Moléculaire du Lait	❖ P : Poids
❖ C.M.S.R : Constante Moléculaire Simplifiée Réelle	❖ PCA : Plant Count Agar
❖ D : Densité	❖ pH : Potentiel d'Hydrogène
❖ DA : Dinar Algérien	❖ S : Seconde
❖ DDA : Danone Djurdjura Algérie	❖ SPA : Société Par Action
❖ DLC : Date Limite de Consommation	❖ T° : Température
❖ ESD : Extrait Sec Dégraissé	❖ TB : Taux Butyreux
❖ EST : Extrait Sec Total	❖ TMG : Taux de Matière Grasse
❖ FAO: Food and Agriculture Organization	❖ TP : Taux Protéique
❖ FIDOCL : Fédération Inter-Départementale des Entreprises de Conseil Elevage du sud-est de la France	❖ TS : Tryptone Sel
❖ FT120: Foss Electric, Type 71200	❖ UFC : Unités Formant Colonies
❖ FAMT : Flore Totale Aérobie Mésophile	❖ UHT : Ultra Haute Température
❖ g/l : Gramme par Litre	❖ V : Volume
❖ HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point	
❖ HTST: High Temperature Short Time	



GLOSSAIRE

Analyse des dangers : Démarche consistant à rassembler et à évaluer les données concernant les dangers et les facteurs qui entraînent leur présence, afin de décider lesquels d'entre eux représentent une menace pour la sécurité des aliments et, par conséquent, devraient être pris en compte dans le plan HACCP.

Assurance Qualité : « Ensemble d'actions préétablies et systématiques permettant de s'assurer qu'un produit ou qu'un service satisfera aux exigences exprimées » (ISO 8402).

Action corrective : Action visant à éliminer la cause d'une non-conformité ou d'une autre situation indésirable détectée.

Action préventive : Action visant à éliminer la cause d'une non-conformité potentielle ou d'une autre situation potentielle indésirable.

BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène, reprennent l'ensemble des conditions et des règles (5 M) à mettre en place dans une structure afin d'assurer la sécurité et la salubrité de ses aliments et de sa production.

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication, c'est l'ensemble des étapes et des règles à suivre afin d'arriver à un produit final qui répond aux exigences de la réglementation.

Diagramme d'Ishikawa : Diagramme destiné à faire émerger les dangers liés aux 5M (Matière, Main d'œuvre, Matériel, Milieu, Méthode), il a été mis au point par le Professeur Ishikawa.

HACCP : Système qui identifie, évalue et maîtrise les dangers significatifs au regard de la sécurité des aliments.

Hygiène alimentaire : Ensemble des conditions et mesures nécessaires pour assurer la sécurité et la salubrité des aliments à toutes les étapes de la chaîne alimentaire.

Maîtriser : Prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir et maintenir la conformité aux critères prédéfinis.

Sécurité des aliments : Assurance que les aliments sont sans danger pour le consommateur quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés.



SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

GLOSSAIRE

INTRODUCTION Page 01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités	Page 02
I.1 Définitions.....	Page 02
I.2 Elaboration du lait par la vache laitière.....	Page 03
I.3 La traite.....	Page 03
I.4 Techniques de conservation.....	Page 06
Chapitre II : Composition globale	Page 11
Chapitre III : Valeur nutritionnelle	Page 18
Chapitre IV : Propriétés du lait	Page 20
IV.1 Organoleptiques.....	Page 20
IV.2 Physico-chimiques.....	Page 21
IV.3 Facteurs influençant sa composition.....	Page 24
Chapitre V : Anomalies de la composition du lait	Page 26
V.1 L'écémage.....	Page 26
V.2 Le mouillage.....	Page 26
V.3 Laits substitués.....	Page 27
Chapitre VI : Contaminations du lait	Page 28
VI.1 Contamination biologique.....	Page 28
VI.2 Contamination chimique.....	Page 36



PARTIE EXPERIMENTALE

OBJECTIFS DE L'ETUDE	Page 38
MATERIELS	Page 39
Présentation de l'organisme d'accueil	Page 39
Matériels de laboratoire	Page 42
METHODES	Page 43
Analyses physico-chimiques	Page 43
Analyses microbiologiques	Page 56
RESULTATS ET DISCUSSION	Page 59
Résultats des analyses physico-chimiques	Page 59
Résultats des analyses microbiologiques	Page 72

CONCLUSION

Page 75

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

RESUME



INTRODUCTION

La consommation algérienne de lait connaît une évolution croissante depuis l'indépendance, la poussée démographique ainsi que l'amélioration du niveau de vie de la population, induit une forte demande en ce produit de base. Par ailleurs l'insuffisance de la production nationale astreint notre pays à recourir depuis plusieurs années à des importations massives de lait sous forme de poudre **(Siboukeur, 2005)**.

Le lait est le premier aliment de l'homme. Il est le seul à pouvoir revendiquer en tout temps et tous lieux, le statut d'aliment universel, au moins pour la première partie de la vie de l'être humain par sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides) et sa richesse en vitamines et minéraux, notamment en calcium alimentaire.

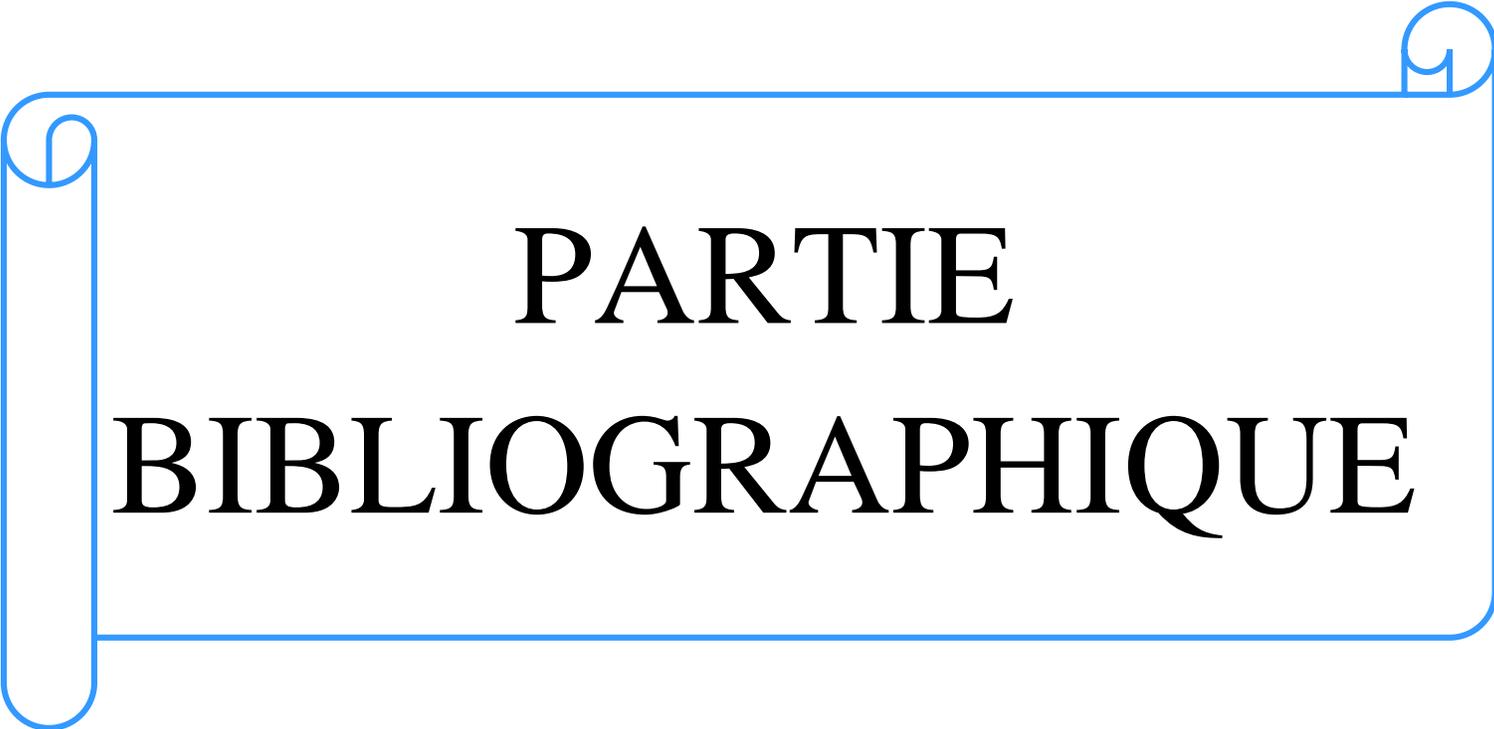
Cette richesse du lait fait de celui-ci un milieu favorable pour la multiplication des germes provenant des mauvaises conditions d'hygiène de la traite ainsi que l'état sanitaire des animaux. Le lait contaminé a des conséquences néfastes tant sur les aptitudes à la transformation, que sur la santé humaine **(Lederer, 1983)**.

Pour que le lait puisse mériter la qualification de bonne qualité, il faut que celui-ci réponde aux normes exigées par la réglementation en vigueur. Il est donc important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait ainsi que de sa qualité hygiénique soit instauré.

Le but de notre travail est de faire une étude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru réceptionné par l'unité Danone Djurdjura Algérie, provenant des régions « Est », « Ouest » et « Centre » de l'Algérie.

Notre présent travail comporte deux parties :

- La première partie est une étude bibliographique comportant six chapitres différents traitant des généralités aux caractéristiques spécifiques du lait.
- La deuxième partie est une étude expérimentale où sont développés les points suivants : les objectifs de l'étude, les matériels et méthodes utilisés, les résultats obtenus et leurs discussions et une conclusion.



PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE



Chapitre I. Généralités

I.1 Définitions

I.1.1 Définitions générales

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en bêta carotène, d'odeur peu marquée et au goût douceâtre, il est sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune (**Alais, 1975**).

Selon **Deforges et al. (1999)**, le lait cru est un lait non chauffé à une température supérieure à 40°C, ni soumis à tout autre traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

I.1.2 Définitions légales

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » (**Anonyme, 1909**).

On entend par :

- **Intégral** : lait non écrémé, c'est-à-dire, sans addition d'eau ou produits de substitution.
- **Traite totale** : la composition du lait varie au cours de la traite. Le lait standard est la moyenne de la totalité de la traite.
- **Ininterrompue** : éviter les laits anormaux, tels les laits de rétention.
- **Vache bien portante, bien nourrie et non surmenée** : l'état général de la vache a une influence sur l'état et la composition du lait. Il est possible de retrouver des germes pathogènes dans le lait (tuberculose, brucellose...).
- **Recueilli proprement** : il s'agit de respecter l'hygiène de la traite et de la collecte.
- **Absence de colostrum** : Attendre que la phase colostrale soit passée pour récolter le lait.

Le codex Alimentarius en 1999, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite, obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.



La dénomination "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache. Tout lait d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination lait suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient (**J.O.R.A. N° 69, 1993**).

I.2 Elaboration du lait par la vache laitière

Les composants du lait, lactose, matière grasse, matière azotée, sels, eau, et biocatalyseurs sont, pour la plupart, synthétisés dans les acini de la mamelle à partir d'éléments prélevés dans le sang, et le plus souvent remaniés pour donner des substances spécifiques de la synthèse mammaire : caséines, (β -lactoglobuline, α -lactalbumine), lactose et lipides.

Les cellules de l'acinus vont ensuite transférer ces éléments vers leur partie apicale pour les verser dans la lumière alvéolaire. Le lait est donc créé, il restera à l'extraire de la mamelle lactée (**Figure n° 01**).

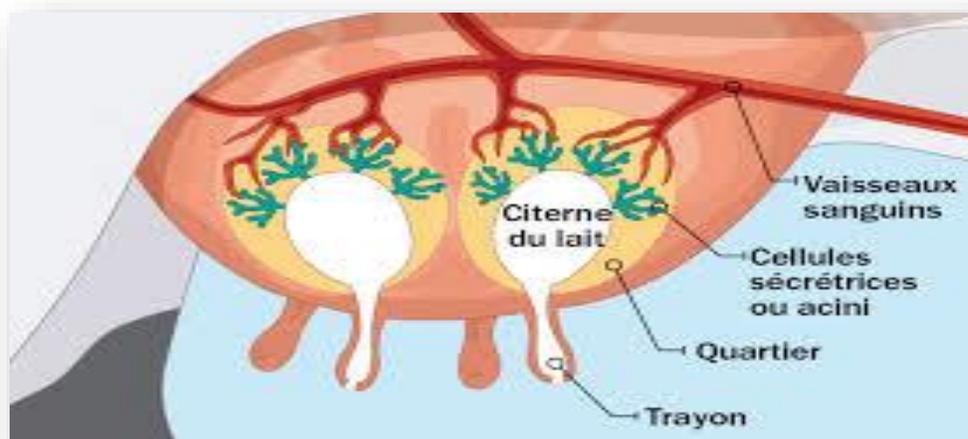


Figure n° 01 : Coupe d'un pis de vache (Anonyme 2017)

I.3 La traite

I.3.1 Définition

La traite est une opération qui consiste à extraire le lait contenu dans la mamelle, c'est une opération essentielle qui assure à la fois le maintien de la bonne santé de la mamelle, la qualité et la quantité du lait obtenu (**Goursaud, 1985**).

Il existe deux types de traite : la traite manuelle et la traite mécanique.

Les éleveurs et producteurs laitiers, cherchent à assurer la sécurité sanitaire et la qualité du lait pour que cette matière première satisfasse les attentes de l'industrie alimentaire et des consommateurs. Les pratiques en élevage laitier devraient assurer la production de lait par des animaux en bonne santé, dans de bonnes conditions d'élevage et dans le respect de l'environnement immédiat (**FAO, 2004**).



I.3.2 Hygiène de la traite

Pour traire une vache, la première règle consiste à respecter les règles d'hygiène. C'est la meilleure façon de prévenir les risques d'infection de la mamelle et de garantir une bonne qualité de lait. Les premiers jets récoltés lors de la traite doivent toujours être éliminés (**Akerma, 2012**).

I.3.3 Hygiène du trayeur

Le trayeur doit être en bon état de santé et doit prendre des précautions hygiéniques élémentaires : se laver les mains, avant-bras et les essuyer avec un linge propre.

I.3.4 Hygiène de l'animal

- Propreté générale : elle sera obtenue par une litière correcte, si nécessaire un pansage journalier évitant la présence de souillures voire de plaques d'excréments.
- Pour la traite en étable, la queue devra être attachée, pour éviter qu'elle ne souille le lait.
- Santé : détecter précocement et systématiquement les maladies particulièrement dangereuses : tuberculose, mammites (**Crapelet et Thibier, 1973**).
- Vérifier que la mamelle n'est pas atteinte de mastite (**Akerma, 2012**).
- Nettoyage de la mamelle et le flanc avec l'eau tiède (20 à 40°C) qui contient un désinfectant (enlever les poils longs qui se trouvent sur le flanc et la mamelle).
- Sécher la mamelle avec une serviette en papier à utilisation unique, ou avec un chiffon stérilisé qui doit être changé régulièrement (un chiffon pour chaque mamelle).

I.3.5 Hygiène du local de stabulation

L'hygiène de l'étable doit être bien respectée pour avoir les meilleures conditions d'ambiances. L'évacuation des bouses, la ventilation et le renouvellement de la litière sont les principales mesures à prendre en considération pour diminuer le risque de passage de la flore pathogène et qui rend le produit initial (lait) impropre à la consommation et à la transformation (**Dudouet, 2004**).

I.3.6 Hygiène du matériel de traite et de récolte

Qu'il s'agisse simplement des récipients dans lesquels on recueille le lait (seau, bidon) ou du matériel de traite utilisé lorsqu'on opère mécaniquement, il est essentiel que tout ustensile venant au contact du lait soit parfaitement nettoyé et aseptisé avant utilisation.

La stérilisation de matériel de traite consiste après avoir bien lavé à la brosse et rincé à l'eau chaude le matériel, on le laisse sécher à l'abri de la poussière.



Ensuite, juste avant l'usage, on stérilise avec une solution chlorée « 2 cuillerées à café d'eau de javel pour 4 litres d'eau », puis on rince plusieurs fois à l'eau chaude pour enlever les restes de désinfectant (Akerma, 2012).

I.3.7 Conservation du lait à la ferme

Il est rare que le lait soit consommé ou transformé immédiatement après la traite. Presque toujours, il s'écoule un certain temps entre sa récolte et son départ de la ferme. Pendant cette période, il s'agit de le placer dans des conditions telles qu'il puisse conserver intégralement ses qualités initiales.

Parmi les méthodes de conservation du lait à la ferme ; on trouve la filtration qui est une méthode utilisée généralement pour réduire les dépôts du lait. Le filtre un indicateur de propreté mais pas un moyen pour améliorer la propreté du lait (Veisseyre, 1975).

Le lait doit être conservé immédiatement après la traite à une température inférieure ou égale à +6°C (J.O.R.A n°069,1993). La réfrigération 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.3.8 Transport du lait à la laiterie

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

I.3.9 Réception du lait à la laiterie

Les laiteries sont équipées de stations de réception qui prennent en charge le lait provenant des exploitations laitières. La première tâche effectuée à la réception est la mesure de la quantité de lait. La quantité de lait à l'entrée peut se mesurer en volume ou en poids (FAO, 1985).

Arrivé à l'usine des échantillons de lait sont prélevés pour effectuer des analyses physico-chimiques suivantes :

- Examen sensoriel (odeur, gout, apparence)
- Température
- Point de congélation (mouillage)
- Substances inhibitrices (résidus d'antibiotiques) (Strahm et Brahard,2010).



- Epreuve de précipitation par l'alcool éthanol à 68°
- Epreuve de l'acidité Dornic
- Epreuve de l'ébullition
- Détermination du pH (FAO/OMS, 1970).

Si le lait est conforme et répond aux critères d'acceptabilité il est procédé à son dépotage. Cette opération consiste à vider les citernes par des tuyaux flexibles qui amènent le lait de la citerne vers un dégazeur pour enlever les bulles de gaz et les substances volatiles malodorantes. Le lait par la suite est aspiré par une pompe centrifuge qui le conduit vers des filtres pour éliminer les impuretés.

I.3.10 Refroidissement et stockage

Le lait filtré, est refroidi à +4 °C par un refroidisseur afin d'étendre sa durée de conservation. L'appareil est un échangeur à plaque qui permet de refroidir le lait qui circule à contre-courant avec de l'eau glacée. Une fois refroidi, le lait est stocké durant 2 à 3 heures, dans un tank isotherme.

I.4 Techniques de conservation

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

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de lait de consommation qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle, organoleptique et leur durée de conservation (Jeantet et al., 2008).

Selon Eck (1975), quatre catégories sont distinguées : le lait cru, le lait pasteurisé, les laits stérilisés dont certains sont aromatisés et le lait UHT.

I.4.1 Différentes phases de l'évolution naturelle du lait cru

Le lait est un mélange hétérogène. Laissé un certain temps à température ambiante (20°C) (Figure 02), le lait évolue et différentes phases apparaissent lors de son évolution (Bragere, 1996) :

La phase aqueuse qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes). Les caractéristiques du lactosérum sont les valeurs les plus constantes parmi toutes celles qui concernent le lait (Alais, 1984).



La suspension colloïdale micellaire (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes.

L'émulsion (4,2%) qui peut donner naissance à la crème qui est une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (**Bragere, 1996**).

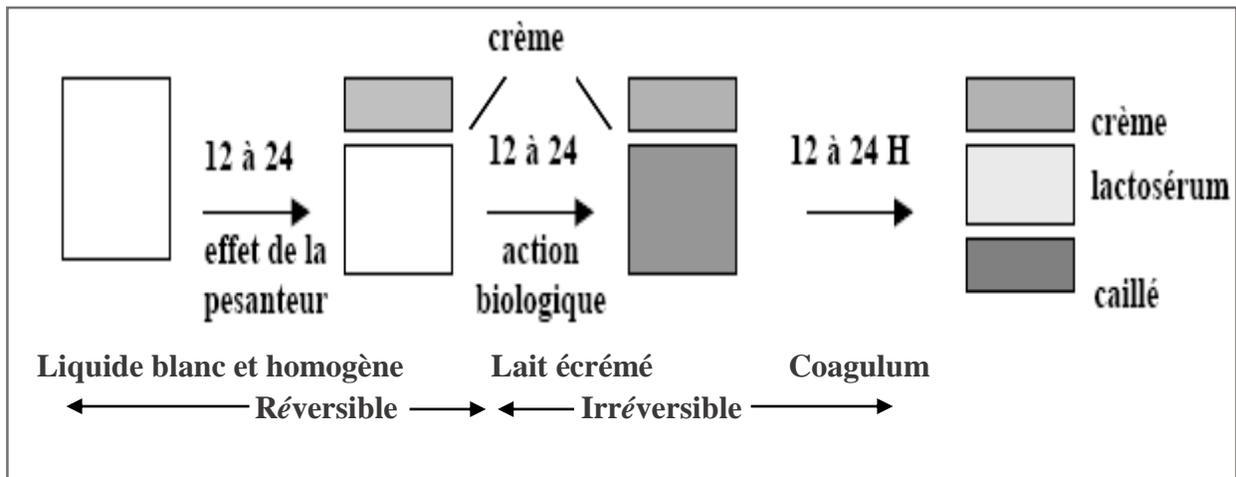


Figure n° 02 : Schéma représentant les différentes phases d'évolution naturelle du lait (**Bragere, 1996**).

I.4.2 Conservation par le froid

Actuellement, le froid est un moyen très pratique pour conserver les aliments, tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques. Deux techniques principales sont utilisées.

I.4.2.1 Réfrigération

La réfrigération est une technique de semi conservation, elle consiste à placer les denrées dans une enceinte maintenue vers $+4^{\circ}\text{C}$, cette température freine le développement des germes mésophiles, par contre le traitement est sans effet sur les psychrophiles, qui se développent à température de réfrigération (**Gosta, 1995**).

I.4.2.2 Congélation

La congélation est un procédé physique qui a pour but la conservation prolongée par le froid. Les produits alimentaires sont conservés généralement à -18°C , il est très important que le lait destiné à être conservé par le froid soit de bonne qualité hygiénique.



Le but de l'emploi du froid est souvent d'inhiber, retarder ou arrêter d'une part les réactions enzymatiques dans le produit alimentaire et d'autre part la croissance des microorganismes (**Gosta, 1995**).

I.4.3 Conservation par la chaleur

Contrairement à l'action du froid, la chaleur permet de détruire les microbes. En outre, elle vise à détruire les enzymes qui peuvent impliquer la détérioration du lait, ce qui permet l'amélioration de la qualité du lait (**Parcalin et Galantier, 1986**). Les techniques de pasteurisation et de stérilisation sont les plus utilisées.

I.4.3.1 Pasteurisation

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué est un lait qui a subi un traitement thermique qui détruit plus de 90 % de la flore contenue dans le lait notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose (**Jean, 2001**). Elle détruit aussi certaines enzymes, en particulier, les lipases dont l'activité est indésirable (**Veisseyre, 1975**).

Selon **Jeantet et al. (2008)**, on distingue trois types de pasteurisation :

- ❖ **Pasteurisation basse (62-65°C/30min)** : elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie.
- ❖ **Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s)** ou HTST (High Temperature Short Time) : elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. La date limite de consommation (DLC) des laits ayant subi une pasteurisation haute est de 7 jours après conditionnement.
- ❖ **Flash pasteurisation (85-90°C/1-2s)** : elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites.

I.4.3.2 Stérilisation

Elle vise la destruction totale des microorganismes et des spores présentes dans un produit. La stérilisation consiste à chauffer le produit alimentaire, au-delà de 100°C pour lui assurer une conservation prolongée (**Veisseyre, 1979**).



Leseur et Melik (1999) ont montré que selon le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation.

- **Lait stérilisé** : La stérilisation est réalisée à une température comprise entre 100 et 120°C pendant une vingtaine de minutes (**Leseur et Melik, 1999**).
- **Lait stérilisé UHT** : Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Il est réalisé à des températures comprises entre 135 et 150°C pendant 2 à 5 secondes environ (**Leseur et Melik, 1999**).

I.4.4 Autre variétés

I.4.4.1 Lait concentré

Le lait concentré est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre (**JORA, 2001**).

Selon **Jeantet et al. (2008)**, la stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau. On y parvient par élimination partielle de l'eau et ajout de sucre. Par évaporation sous vide et addition de saccharose qui assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des micro-organismes par diminution de la quantité d'eau.

I.4.4.2 Lait aromatisé

Les laits aromatisés sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT. Ce sont tous des laits stérilisés auxquels on a ajouté des arômes autorisés (notamment cacao, vanille, fraise) (**Leseur et Melik, 1999**).

I.4.4.3 Lait fermenté

Selon **Fredot (2005)**, la dénomination « lait fermenté » est réservée aux produits laitiers préparés avec des laits écrémés ou non, sous forme liquide, concentrée ou en poudre. Ils pourront être enrichis avec des constituants du lait tels que la poudre de lait ou les protéines de lait.

Le lait subit alors un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et estensemencé avec des micro-organismes caractéristiques de chaque produit.

La coagulation des laits fermentés ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité de ces micro-organismes qui sont pour la plupart des « probiotiques » c'est-à-dire bénéfiques pour la santé.



I.4.4.4 Lait en poudre

Selon **Claude Michel et al. (2002)**, les poudres de lait sont des produits résultants de l'enlèvement totale de l'eau du lait. On répartit les poudres de lait en trois groupes :

La poudre de lait entier, la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé (**Tableau 1**).

Tableau n° 01 : Composition des laits en poudre (% m/m) (FAO, 2010)

Composants	Lait entier	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé
Matière grasse (min)	26	>1,5	
Matière grasse (max)	<40	<26	1,5
Eau (max)	5	5	5



Chapitre II. Composition globale

La composition du lait varie d'une espèce de mammifère à une autre car elle est adaptée aux besoins de chacune d'elle. Sa composition dépend aussi d'autres facteurs tels que la race des vaches, elle varie aussi d'un individu à un autre et pour le même individu en fonction de nombreux facteurs : stade de la lactation, l'alimentation, la saison et le climat, et même de l'état de santé de l'animal. Certains de ces facteurs peuvent être contrôlés donc modifiés pour améliorer la rentabilité laitière d'une vache (Mathieu, 1998). Cependant, on retrouve des caractéristiques communes aux différents laits à savoir la richesse en calcium, qualité protéique appréciable, le lactose comme sucre prédominant et une richesse en vitamines notamment du groupe B.

Les principaux constituants du lait sont donc par ordre décroissant :

II.1 Eau

Selon Amiot et al. (2002), l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire.

II.2 Les glucides / le lactose

Le lactose est un disaccharide ($C_{12}H_{22}O_{11}$) constitué d'un résidu galactose uni à un résidu glucose (Figure n° 03), à saveur relativement peu sucrée (son pouvoir sucrant est 6 fois plus faible que le sucre ordinaire), peu soluble, et possède un groupement réducteur (Mathieu, 1999).

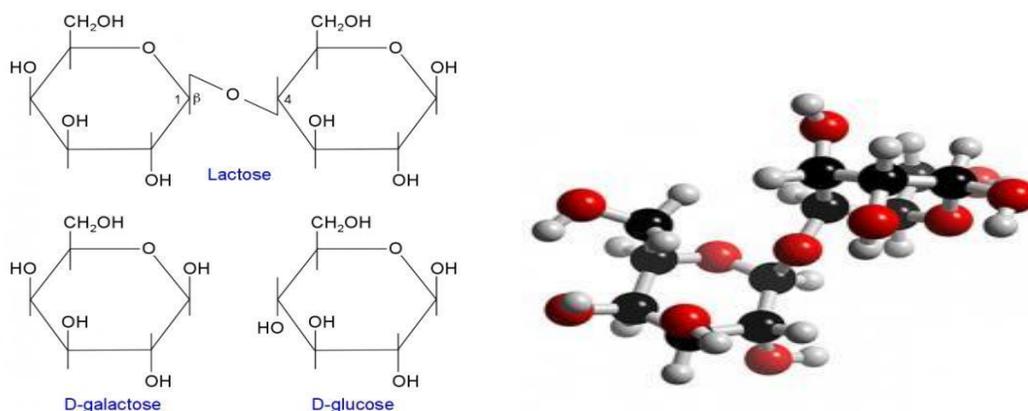


Figure n° 03 : Structure chimique du lactose (Anonyme 02)



II.3 Matière grasse

Jeantet et al. (2008) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre 0,1 à 10 μ m et est essentiellement constitué 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. Elle renferme :

- ❖ Une très grande variété d'acides gras (150 différents).
- ❖ Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes.
- ❖ Une teneur élevée en acide oléique (C18 :1) et palmitique (C16 :0).
- ❖ Une teneur moyenne en acide stéarique (C18 :0).

La structure du globule gras est hétérogène. En allant du centre à la périphérie, on distingue : une zone de glycérides à bas point de fusion, liquides à température ambiante, une zone riche en glycérides à haut point de fusion et une zone corticale : la membrane du globule gras qui joue un rôle très important en raison de sa composition et de ses propriétés (**Jimenez et Brillon, 2008**) (**Figure n° 04**).

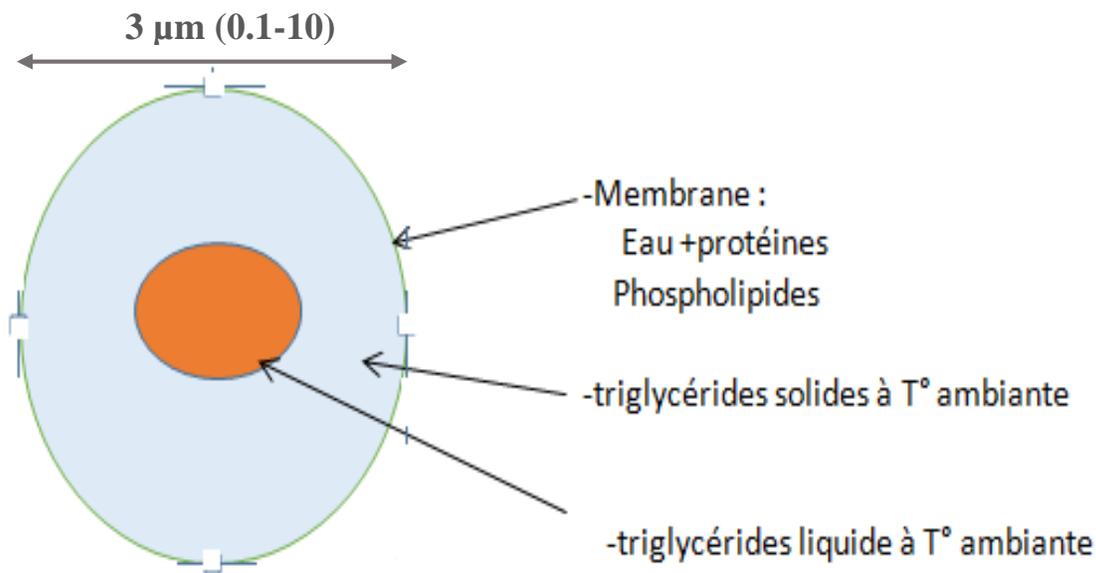


Figure n° 04 : Composition du globule gras (Jimenez et Brillon, 2008)



II.4 Protéines

Le taux protéique (TP), qui est une caractéristique essentielle de la valeur marchande du lait, peut être calculé par la formule suivante : $TP = (AT - ANP) \times 6,38$.

AT= Azote total

ANP= Azote Non Protéique

6,38 : étant le facteur de transformation de la masse d'azote en g en protéines lactières (on considère que la teneur en azote dans une protéine est de 15,67% d'où $(100/15,67 = 6,38)$ (**Harding et Marschall, 1998**).

Selon **Jeantet et al. (2007)**, le lait de vache contient 3,2 à 3,5% de protéines réparties en deux fractions distinctes (**Tableau n° 02**) :

- ❖ Les caséines qui précipitent à pH 4,6, représentent 80% des protéines totales (**Figure n° 05**).
- ❖ Les protéines sériques solubles à pH 4,6, représentent 20% des protéines totales.

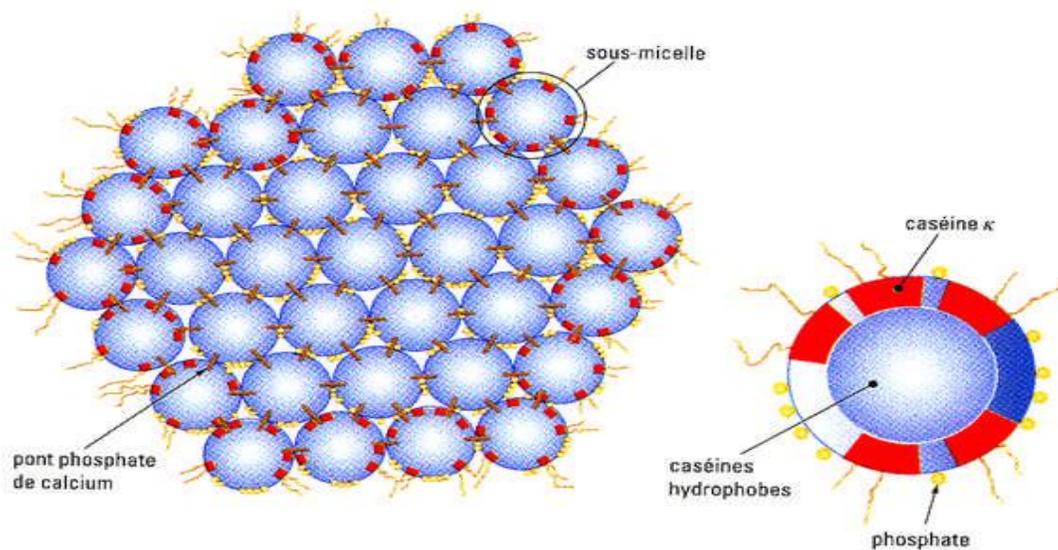


Figure n° 05 : Modèle de micelle de caséine avec sous-unités (Amiot et al., 2002).

**Tableau n° 02 : Classification des protéines du lait (Pougheon, 2001)**

Noms	% des protéines	Nombre d'AA
Caséines :	75-85	
Caséine α S1	39-46	199
Caséine α S2	8-11	207
Caséine β	25-35	209
Caséine κ	8-15	169
Caséine γ	3-7	
Protéines du lactosérum	15-22	
β -Lactoglobuline	7-12	162
α -Lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0.7-1.3	582
Immunoglobulines	1.9-3.3	-
Protéoses-peptones	2-4	-

II.5 Sels organiques et minéraux, oligo-éléments

Selon **Gaucheron (2004)**, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux (9 g/l). Les principaux minéraux sont le calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et les phosphates, chlorures et citrate pour les anions (**Tableau n° 03**).

Tableau n° 03 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2007)

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



II.6 Enzymes

Pougheon (2001) définit les enzymes comme 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, dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes. Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés (**Got, 1997 ; Linden, 1987**) :

- ❖ Lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipase, protéase).
- ❖ Rôle antibactérien ; elles apportent une protection au lait (Lactoperoxydase et lysozyme).
- ❖ Indicateurs de qualité hygiénique (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes), de traitement thermique (phosphatase alcaline, peroxydase, acétyl estérase, sont des enzymes thermosensibles) et d'espèces (test de la xanthine oxydase pour détecter le lait de vache dans le lait de chèvre) (**Tableau n° 04**).

Tableau n° 4 : Caractéristiques des principales enzymes du lait (Vignola, 2002)

Groupe d'enzyme	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	Substrats
Hydrolases	Estérases			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	09-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	Esters phosphoriques
	Protéases			
	Lysozyme	7.5	37	Parois cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
Déshydrogénases	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéines, peptides
Oxydases	Xanthine oxydase	8.3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs +H₂O₂
	Catalase	7		H₂O₂



II.7 Vitamines

Les vitamines sont nécessaires au fonctionnement normal des processus vitaux, mais l'organisme humain est incapable de les synthétiser. L'organisme humain doit donc puiser ces sources dans l'alimentation. Les vitamines sont des molécules plutôt complexes mais de taille beaucoup plus faible que les protéines. Les structures des vitamines sont très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes. Elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique (**Adrian, 1987**). On distingue d'une part, les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) et d'autre part les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) associées à la matière grasse certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (**Renner, 1989**).

Le lait et ses dérivés sont des sources notables en vitamine A, B12 et B2 ; dans une moindre mesure en vitamine B1, B6 et PP ; par contre, ils ne contiennent que peu de vitamines E, d'acide folique et de biotine (**Enjalbert, 1993**) (Tableau n° 05).

Tableau n° 5 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et al., 2002)

Vitamines du lait	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12 cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100m
Vitamine B8 (biotine)	3.5µg/100ml



II.8 Extrait sec total

Différentes expressions ont été utilisées : extrait sec, résidu sec, matière sèche. La teneur en extrait sec du lait des différentes espèces de mammifères se situe entre des valeurs extrêmes très éloignées : de 100 à 600 g/l. La cause de ces différences est essentiellement la teneur en matière grasse. Etant donné que la densité dépend de la concentration des substances en solution et en suspension, d'une part, et de matière grasse, d'autre part, en reliant entre ces valeurs dans les formules qui permettent de calculer la teneur en extrait sec du lait les plus connues sont :

✚ Formule de **Fleischman** : $ES (\%) = 1,2 G + 2665 \times (D - 5) / D$

✚ Formule de **Richmond** : $ES (\%) = 1,2 G + [1000 (D-1) / D + 0,14]$

- **ES** : extrait sec du lait
- **G** : matière grasse par Kg de lait
- **D** : densité à 15°

II.9 Cendres

La teneur en cendres est la quantité de matière minérale contenue dans un volume donné de lait, après incinération dans un four à moufle température de 530°C pendant 2 heures (**Amarglio, 1986**).



Chapitre III. Valeur nutritionnelle

Le lait est un aliment liquide, mais sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides. Il joue un rôle très important dans l'alimentation humaine, tant au point de vue calorique que nutritionnel. Un litre de lait correspond à une valeur d'environ 750 Kcal (**Cheftel, 1996**).

Le lait est non seulement indispensable et irremplaçable pendant la première année de l'enfant, mais il apporte aussi à l'organisme au cours de sa croissance des éléments de grandes valeurs.

L'intérêt alimentaire du lait est :

- ✚ Une source de protides d'excellente valeur biologique.
- ✚ La principale source de calcium
- ✚ Une source de matière grasse
- ✚ Une bonne source de vitamines (**Leroy, 1965**)

L'organisation mondiale de la santé estime que le lait devrait fournir :

- 75% à 100% des calories nécessaires pendant les deux premières années de la vie
- 50% entre la troisième et la cinquième année
- 25% au cours de la puberté (**Dudez, 2002**).

III.1 Protéines et acides aminés

Le lait et les produits laitiers sont d'excellentes sources de protéines, quantitativement et qualitativement. Elles constituent en effet près de 25% des matières solides du lait et peuvent donc combler les besoins quotidiens en protéines qui sont de plus de 2g/kg de poids chez le très jeune enfant et qui diminuent jusqu'à environ le quart de cette valeur chez l'adulte (**Amiot et al., 2002**), les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (**Derby, 2001**).

Ses protéines (caséines) possèdent une valeur nutritionnelle élevée qui repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés essentiels en particulier la lactoglobuline et la lactalbumine et en acides aminés soufrés.



III.2 Calcium

le lait est avant tout une excellente source de calcium. en fait, il est vraisemblablement la meilleure source alimentaire de cet élément qui soit, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Le calcium sous forme soluble et ionique dans le lait et les produits laitiers est absorbé moins efficacement par l'organisme que s'il est complexé par des agents tels que les acides phytiques et oxaliques d'origine végétale (**Amiot et al., 2002**).

III.3 Lactose

Le lactose, principal glucide du lait, a surtout un rôle énergétique et représente environ 30% de la valeur calorique du lait. Comme les protéines et les lipides, qui sont les autres nutriments majeurs du lait, le lactose se digère facilement en glucose et en galactose par la lactase produite par la muqueuse intestinale. Il est ensuite absorbé par l'intestin (**Amiot et al., 2002**).

Le lactose est le sucre prédominant dans le lait, il est connu pour jouer un rôle important dans la formation et la croissance du système nerveux des mammifères (synthèse de galactosides) (**Thapon, 2005**).

III.4 Matière grasse

La valeur énergétique du lait est fonction de sa teneur en matières grasses, les lipides du lait contiennent majoritairement des acides gras saturés : 60 à 65 % des acides gras (près de la moitié sous forme d'acide palmitique). Le lait contient aussi des acides gras mono-insaturés : 30% (comme l'acide oléique) et polyinsaturés : 4%. Le lait est pauvre en cholestérol (**Amiot et al., 2002**).

III.5 Vitamines

Le lait est l'aliment qui contient la plus grande variété de vitamines mais leur teneur est faible. Il comprend des vitamines hydrosolubles et liposolubles associées à la matière grasse.

Les manipulations à l'air, la lumière et les traitements thermiques détruisent ou inactivent la plupart des vitamines (surtout hydrosolubles groupes B et C) ; d'où l'intérêt diététique du lait cru (**Miariglio, 1989 ; Alais, 1984**)



Chapitre IV. Propriétés du lait

IV.1 Organoleptiques du lait

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

IV.1.1 Couleur

Le lait est d'une couleur blanc mat due à la diffusion de la lumière à travers les micelles des colloïdes. Sa richesse en matières grasses et en β - carotène lui confère une teinte un peu jaunâtre (**Martin, 2000**).

IV.1.2 Odeur

L'odeur est une caractéristique du lait du fait de la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs de l'animal. Elles sont liées à l'ambiance de la traite et à l'alimentation. Au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique (**Vierling 2003**).

IV.1.3 Saveur

Le lait a une saveur légèrement sucrée due à la présence d'un taux de lactose. Elle évolue en fonction de l'alimentation de l'animal (**Vierling, 1998**).

IV.1.4 Flaveur

Résulte d'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**).

IV.1.5 Aspect

Le lait se présente sous forme d'un liquide blanc opaque, plus ou moins jaunâtre (selon la teneur de la matière grasse en (3-carotènes), de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu marquée mais caractéristique. Son goût variable selon les espèces animales, est agréable et douceâtre (**Luquet, 1985**).



IV.2 Physico-chimiques du lait

Les propriétés physiques comme la densité absolue, la viscosité, la tension superficielle et la chaleur spécifique dépendent de l'ensemble des constituants (Mathieu, 1998).

Le tableau n° 06 résume les principales caractéristiques physico-chimiques du lait de vache cru.

Tableau n° 6 : Caractères physicochimiques du lait de vache (Source : Alais, 1984)

Constantes	Vache	Références
Energie (kcal/litre)	705	(Bocquier et al , 1993)
Densité du lait entier à 20 °C	1,028 - 1,033	(Filipovitch, 1954)
Point de congélation (°C)	0,520 - 0,550	(Larpen, 1990)
Point d'ébullition	100,17	(Larpen, 1990)
pH à 20°C	6,60 - 6,80	(Gaucher et al. 2008)
Acidité titrable (°Dornic)	15 – 18	(Amiot et Lapointe-Vignola, 2002)
Tension superficielle du lait entier à 15°C (dynes cm)	50	(Kopaczewski, 1936)
Conductivité électrique à 25°C (siemens)	45 x 10 ⁻⁴	(Fernandez-Martin et SANS, 1985)
Indice de réfraction	1,45 - 1,46	(Jeunet et Grappin, 1970)
Viscosité du lait entier à 20 °C	2,0 - 2,2	(Tapernoux et Vuillaume, 1934)
Extrait sec total (g/L)	128	(Larpen, 1990)
Extrait sec dégraissé (g /L)	91	(Larpen, 1990)

°D : degré Dornic = 1,6 à 1,9g d'acide lactique par litre de lait, 1 litre de lait ≈ 1032g



IV.2.1 Densité du lait

La densité du lait d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante. Deux facteurs de variation opposés la déterminent :

- + La concentration des éléments dissous et en suspension (solides non gras). La densité varie proportionnellement à cette concentration.
- + La proportion de matière grasse. Celle-ci ayant une densité inférieure à 1. La densité globale du lait varie de façon inverse à la teneur en matière grasse (**Filipovitch, 1954**).

Elle est liée à la richesse en matière sèche. Un lait pauvre aura une densité faible ; il faut cependant nuancer cette remarque, le lait contient de la matière grasse de densité inférieure à 1 (0,93 à 20 °C). Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse a une densité qui diminue.

La densité est le rapport de masse d'un même volume de lait et de l'eau à 20°C° (**Mathieu, 1998**). Mesurée par un lactodensimètre, elle varie de 1,028 à 1,035 pour une moyenne de 1,032 à 15°C° (**Vinola, 2002**).

IV.2.2 Chaleur massique

La chaleur massique ou spécifique est exprimée en nombre de calories nécessaires pour élever de 1°C la température de 1 g du lait. L'unité du système international est donc le joule par kilogramme kelvin, J·kg⁻¹·K⁻¹. La détermination des valeurs des capacités thermiques des substances relève de la calorimétrie (**Anonyme 03**).

IV.2.3 Point de congélation

Parce que les substances dissoutes abaissent le point de congélation du solvant par « cryoscopie », le lait se congèle en dessous de 0°C. La formule $\Delta = 1,85 \frac{P}{M}$ relie l'abaissement Δ à la concentration moléculaire des substances dissoutes (P : poids de substances dissoutes en g/l ; M : poids moléculaire moyen), dans une solution aqueuse. Le point de congélation est de - 0,555 pour le lait de vache. C'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est utilisée pour déceler la fraude par élévation du point de congélation vers le 0°C lors de mouillage (**Gosta, 1995**) et un abaissement de ce point lors d'altération par fermentation lactique ou d'addition de sels solubles (**Larpen, 1990**).

IV.2.4 Point d'ébullition

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur 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 ; ce test permet d'anticiper le comportement du lait à la stérilisation (**Amiot, 2002**).

IV.2.5 pH

Le lait de vache a une réaction faiblement acide, le pH est compris entre 6,6 et 6,8 ; c'est la conséquence de la présence de la caséine et des anions phosphoriques et citriques. Le pH n'est pas une valeur constante, il peut varier au cours de cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation (**Mathieu, 1998**).

La mesure du pH nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, s'il y a prolifération des bactéries, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+), et donc une diminution du pH (**Luquet, 1985**).

IV.2.6 Acidité titrable (Acidité Dornic)

Elle est exprimée conventionnellement en degrés Dornic (°D). 1°D correspond à 0,1g d'acide lactique par litre de lait. En fait, il s'agit de neutraliser par la soude (N/9) des composants acides du lait en présence de phénol- phtaléine (**Luquet, 1985**).

Un lait frais a une acidité titrable de l'ordre de 16 à 18°D. Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (**Mathieu, 1998**).

IV.2 7 Conductivité électrique

Dans le lait, la présence d'électrolytes minéraux (chlorures, phosphates, citrates), principalement, et d'ions colloïdaux, secondairement, diminue la résistance au passage du courant (**Fernandez-Martin et Sans, 1985**). La conductivité du lait varie avec la température. On la mesure le plus souvent à 20°. La valeur moyenne est située entre : 40×10^{-4} et 50×10^{-4} .

IV.2 8 Viscosité

La viscosité se traduit par la résistance des liquides à l'écoulement. La viscosité absolue, η , s'exprime usuellement en centipoise (1 poise : 1 dyne/cm²). Dans les milieux aqueux, on utilise parfois la viscosité relative par rapport à celle de l'eau (**Tapernoux et Vuillaume, 1934**). La viscosité se mesure facilement par la mesure du temps d'écoulement dans un capillaire (pipette d'Ostwald) ou du temps de chute d'une petite boule dans une colonne (viscosimètre d'Hoeppler). Le lait est plus visqueux que l'eau en raison de la présence des constituants colloïdaux, notamment, les macromolécules protéiques, les fibrines et les leucocytes qui passent dans le lait pendant la traite comme cela peut être à cause des micro-organismes (**Bourgeois, 1996**) et la matière grasse. Elle diminue avec l'élévation de la



température, à 20°C elle n'est que la moitié, et à 40°C que le tiers de ce qu'elle est à 0°C (**Mathieu, 1998**).

IV.3 Facteurs influençant sa composition

La composition des différents laits d'animaux varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce, voire à l'intérieur des types ou des races d'espèces identiques (**Siboukeur, 2008**).

Le lait proposé à la consommation est toujours un mélange, obtenu de la traite de plusieurs animaux. Cette pratique tend à réduire fortement l'importance des variations individuelles mais, des fluctuations notables subsistent. Ces fluctuations sont sous la dépendance de facteurs d'ordre génétique (**Barillet et Boichard, 1987**), physiologique (nombre de vêlages, époque de lactation, moment de la traite), et zootechnique (mode de traite, fourrage) (**Bocquier et al., 1997**).

IV.3.1 Variabilité génétique entre individus

Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

IV.3.2 Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours.

Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

IV.3.3 Âge (Numéro de lactation)

Selon **Pougheon et Goursaud, (2001)**, on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du TP (TP : taux protéique en g/kg) de 0,6%.



IV.3.4 Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait, mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique, mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues) (**Pougheon et Goursaud, 2001**). Ainsi, Les rations énergétiques (dépourvues de foin ou de fourrages grossiers) ne permettent pas la production des composés acétyls, la teneur du lait en matières grasses diminue. Au contraire, les rations peu énergétiques réduisent le pourcentage d'extrait sec dégraissé (**Coubronne, 1980 ; Morel et al., 2006 ; Morand- Fehr et Tran, 2001**).

IV.3.5 Facteurs climatiques et saisonniers

D'après **Pougheon et Goursaud, (2001)**, la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.



Chapitre V. Anomalies de la composition du lait

Il peut s'agir de modifications accidentelles, de falsifications et fraudes volontaires et/ou de présence de substances contaminantes indésirables souvent détectées dans le lait cru. Les laits falsifiés ou fraudés sont des laits dont la composition originelle a été modifiée volontairement en vue de réaliser des profits illicites. La falsification entraîne souvent des risques de santé pour le consommateur et une diminution plus ou moins importante de la valeur nutritive du lait. L'étude et l'analyse des différents paramètres physico-chimiques du lait peuvent servir à la détection et à l'évaluation des principales fraudes tel l'écémage, le mouillage et les substitutions.

V.1 L'écémage

Un lait écémé est un lait dont la matière grasse (MG) a été partiellement ou entièrement enlevée. L'écémage partiel est souvent à mettre en évidence lorsqu'il s'agit d'un lait individuel ou de petit mélange. Selon **Essalhi (2002)**, lorsque la teneur en matière grasse est inférieure de plus de 5g/l de la moyenne de la région de collecte, on peut présumer alors à l'écémage du lait. Dans un lait écémé, on note une augmentation de la densité et une diminution de la matière sèche totale et de la matière grasse. L'écémage peut être calculé à partir de la formule de Veisseyre.

$$\text{Ecémage \%} = [(G' - G) / G] \times 100$$

Ou :

G : est la teneur en matière grasse du lait suspect.

G' : la teneur en matière grasse d'un lait normal d'une région donnée.

V.2 Le mouillage

Le mouillage de lait par l'eau constitue la fraude la plus fréquente. Elle se situe toujours en amont de la transformation c'est-à-dire à la ferme (**Luquet,1986**). Pour sa détection on doit comparer entre la valeur de certains paramètres dans le lait suspect et la valeur de ces mêmes paramètres dans un lait normal : le mouillage peut être détecté à partir de la détermination de l'extrait sec, mais elle ne suffit pas seule pour établir des conclusions définitives. On peut calculer le mouillage « M » en fonction de l'extrait sec, la densité, le point de congélation ou cryoscopie et bien d'autres procédés la réfractométrie, la résistivité électrique, la viscosité... etc.



V.3 Laits substitués

Cette fraude concerne surtout l'addition de lait de vache à celui de chèvre ou de brebis. Elle est relativement fréquente pour les laits destinés à la fabrication de fromage de petits ruminants. La détection de cette fraude nécessite le recours aux analyses de laboratoire. Elle consiste à rechercher par exemple, le β -carotène présente dans la matière grasse du lait de vache et absente dans celle de lait de chèvre (Essalhi,2002).



Chapitre VI. Contamination du lait

Même « normal », le lait contient des cellules somatiques. Le terme de cellules somatiques s'opposant à celui de cellules « étrangères » qui peuvent être présentes dans un lait contaminé telles que les bactéries (**Liu, 1988**). Quatre types de cellules sont présents dans le lait : les polynucléaires (0-11%), les lymphocytes (10-27%), les macrophages (66-88%) et les cellules épithéliales (0-7%). Les germes du lait peuvent être des moisissures, des levures, des bactéries ou des virus (**Lee et al., 1980**).

VI.1 Contamination biologique

VI.1.1 Bactéries

Les microorganismes du lait sont répartis, selon leur importance, en deux grandes classes : La flore indigène ou originelle et la flore contaminante (**Vignola, 2002**). Certains peuvent représenter un danger pour la santé du consommateur, d'autres sont des agents d'altération qui dégradent les composants du lait en donnant des produits de métabolismes indésirables, par acidification, protéolyse ou lipolyse (**Richard, 1987**).

VI.1.1.1 Classification des bactéries

VI.1.1.1.1 Microorganismes d'origine mammaire

Même avec les précautions d'asepsie rigoureuse, il est très rare d'obtenir un lait stérile, du moins chez la vache. Il y a presque toujours dans la mamelle des germes banaux qui contaminent le lait au moment de sa récolte (**Guiraud, 1998**). Cette population originelle de la mamelle saine est, en général peu nombreuse, elle dépasse rarement 1000 germes par ml. Elle peut n'être composée que de quelques dizaines de germes (**Anne, 1991**).

Deux modes de pénétration des germes dans la mamelle sont possibles :

- ✚ **Voie « ascendante »** par le canal du trayon. C'est le chemin suivi, le plus fréquemment, par les germes banaux et certains germes pathogènes.
- ✚ **Voie « endogène »** : certains microbes pathogènes peuvent atteindre la mamelle par la circulation sanguine (**Meyer et Denis, 1999**).

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 de streptocoques lactiques et de lactobacilles (**Tableau 07**).



Tableau n° 7 : Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002)

Microorganisme	Pourcentage (%)
Micrococcus sp	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou Lactococcus	< 10
Gram négatif	< 10

Les laits d'animaux malades peuvent contenir des germes pathogènes pour l'homme : *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptocoque pyogène*, *carynebactéries pyogènes* (agent de mammites infectieuses chez la vache et pathogènes pour l'homme), *Brucella* (agent de la fièvre de malte), *Bacillus anthracis* (agent du charbon), *Salmonella* et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, *Mycobactéries* ainsi que différents virus. Ceci explique l'importance d'un contrôle sanitaire rigoureux (Leyral et Vierling, 2001).

VI.1.1.1.2 Contamination du lait à l'extérieur de la mamelle

La contamination exogène est en général massive par rapport à la contamination d'origine mammaire. Le lait peut être contaminé par divers microorganismes de l'environnement : entérobactéries, *Pseudomonas*, *Favobacterium*, *microcoques*, *corynbacteries*, *Bacillus*... par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière :

- ✚ **L'ambiance** : Ainsi, l'atmosphère des étables est souvent chargée de germes provenant des excréments, de la paille et des aliments. Ces germes sont véhiculés sous forme de poussière qui se dépose peu à peu (Frevel et al., 1985).
- ✚ **L'état de l'animal** : Les saletés se trouvant dans le lait proviennent le plus souvent de la chute, au moment de la traite, de particules d'excréments, de terre, de végétaux ou de litière, attachées à la peau de l'animal et aussi des poils et des cellules épithéliales qui peuvent entraîner la présence de Clostridium, d'entérobactéries, coliformes et, éventuellement, d'entérobactéries pathogènes : Salmonella, Yersinia, Campylobacter.
- ✚ **L'état d'hygiène du trayeur** : le trayeur malpropre et vêtu d'habits poussiéreux et sales est une cause supplémentaire de pollution dont la nature est semblable aux précédentes (Rouvier et Budin, 2007). La présence de germes pathogènes d'origine humaine a été souvent mise en évidence dans le lait.
- ✚ **Les ustensiles et les machines** : Ils sont habituellement la source de contamination la plus importante. Ce sont des milliards de germes qui peuvent exister sur les parois d'ustensiles



laitiers mal lavés et mal séchés. La machine à traire mal nettoyée est certainement une source de contamination d'une importance considérable (Heuchel et al., 2001).

- ✚ **La qualité de l'eau :** les eaux impures servant au rinçage des récipients et des machines peuvent être la cause de contaminations (Dumoulin et Peretz, 1993).
- ✚ **Sol :** Toutes les bactéries telluriques peuvent se retrouver dans le lait : *Streptomyces*, *Listeria*, *bactéries sporulés*, *spores fongiques*.
- ✚ **L'air :** Flores diverses, bactéries sporulés (Guiraud, 2003).
- ✚ **Contamination du lait cru au stade de production :** Le lait recueilli à la ferme par traite mécanique ou manuelle est soit directement transporté au centre de ramassage où il est réfrigéré, soit stocké dans des réservoirs réfrigérés avant transport dans le cas d'exploitations importantes. Dans ces conditions, la flore microbienne est stabilisée mais la durée de conservation de ce lait est courte en raison de la possibilité de développement des germes psychrotrophes et psychrophiles (Guiraud et Galzy, 1980).
- ✚ **Contamination au cours du transport :** Une altération de la qualité au cours du transport par une mauvaise réfrigération, peut avoir un impact grave sur la qualité du lait et engendrer des pertes financières importantes (Jakob et al., 2011).



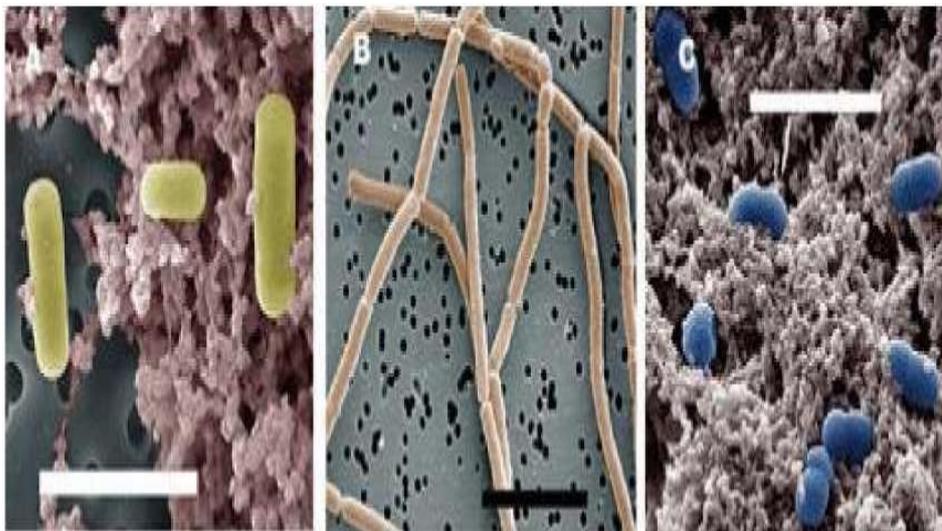
VI.1.1.2 Principales activités des bactéries

➤ Flore à activité utile

Appelées encore ferments, utilisés dans l'industrie laitière pour la production de fromage, yaourt et autres produits laitiers fermentés. Parmi ces bactéries les ferments lactiques utilisés pour l'acidification (FAO, 1995).

✚ Flore lactique

Les bactéries lactiques sont ubiquistes et on les trouve dans différentes niches écologiques comme le lait et les produits laitiers (**Figure n° 06**). Elles correspondent à un groupe de bactéries hétérogènes caractérisées par leur capacité à fermenter les glucides avec production d'acide lactique et sont représentées par plusieurs genres bactériens distincts d'importance variable. Les cellules peuvent se présenter sous plusieurs formes distinctes incluant des coques (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus*) et des bacilles (*Lactobacillus*) (Leveau et bouix, 1998) joue un rôle dans la préparation des laitages fermentés (Dieng, 2001).



(A): *Lactobacillus helveticus*. (B): *Lactobacillus delbrueckii*. (C) : *Lactococcus lactis*.

Figure n° 6 : Bactéries lactiques (Prescott et al., 2010).



➤ Flore d'altération

La flore d'altération cause des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduit la durée de vie du produit laitier (**Tableau n° 08**). Parmi ces activités on retrouve :

✚ Acidification

Un tel processus conduit à la coagulation de la caséine et à la prise en masse du lait. Selon la température du lait et les bactéries impliquées, le phénomène de coagulation sera plus ou moins rapide : de 10°C à 37°C, le germe le plus fréquemment impliqué est *Streptococcus lactis* avec plus rarement association avec des coliformes, entérocoques, microcoques et lactobacilles. Au-dessus de 37°C, les germes en cause sont *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis* et *Lactobacillus bulgaricus*. A des températures inférieures à 10°C, le processus est plus lent, la prise en masse nécessite un délai relativement important. Le caillot peut être dégradé dans une seconde étape par les espèces psychrotrophes protéolytique : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, microcoques (**Guiraud et Galzy, 1980 ; Leyral et Vierling, 2007**).

✚ Protéolyse

Au cours de leurs activités métaboliques, certains microorganismes, grâce à l'action de leurs protéases, dégradent des fractions protéiques du lait. Ce phénomène produit la libération de sous-produits très variés, dont des peptides à longue ou courte chaîne à l'origine des goûts amers. Les germes incriminés sont *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* (**Vignola, 2002 ; Guiraud, 2003**).

✚ Lipolyse

La lipolyse est une réaction enzymatique de dégradation de la matière grasse qui se traduit dans le lait par une augmentation de la teneur en acides gras libres. Au-delà de certains seuils, cette augmentation peut provoquer l'apparition de défauts de goûts (rance) dans les produits laitiers (**Heuchel et al., 2003**).

Dans un lait cru réfrigérer, la flore dominante est représentée par les psychrotrophes. 70% ou plus de cette population possèdent une activité lipolytique. Cependant, elle n'est perceptible au goût qu'à partir des teneurs de 10^6 à 10^7 germes/ml, c'est-à-dire pour des laits crus considérés comme très pollués (**Richard, 1983 ; Chilliard et Lamberet, 1984**).



Tableau n° 8 : Principaux groupes bactériens du lait (Alais, 1984).

	Groupes	Caractères
Bactéries « Gram + »	Bactéries lactiques	✓ Activité biologique : fermentation du lactose
	Microcoques	✓ Flore banale de contamination du lait ✓ Activité enzymatique réduite
	Staphylocoques	✓ Anaérobies facultatifs, fermentent le lactose exemple : <i>Staphylococcus aureus</i> ✓ Développement dans le lait à +15°C pendant plusieurs heures
	Bacillaceae	✓ Mésophiles, inhibées à +45°C, ✓ Absentes dans le lait cru et les produits laitiers qui n'ont pas été chauffés, ✓ Responsables des altérations des laits insuffisamment stérilisés.
Bactéries « Gram - »	Entérobactéries	✓ Les coliformes fermentent le lactose ✓ Leur présence est liée à une contamination fécale ✓ Moins abondantes dans le lait par rapport à d'autres Gram (-), ✓ Espèces résistantes aux antibiotiques, se développent à des températures très différentes.
	Achromobactériaceae	✓ Forment l'essentiel de la flore psychrotrophe ✓ Ne fermentent pas les sucres.
	Bactéries divers	✓ Les plus importantes Pseudomonas véhiculées par les eaux non potables ✓ Mycobactérie et Brucelles : bactéries pathogènes.



➤ **Flore pathogène**

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène ou exogène (**Brisabois et al., 1997**). Parmi ces germes :

❖ **Bactéries infectieuses**

Qui doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif. Apparaissent alors divers symptômes connus, tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête...etc. Les principaux micro-organismes infectieux :

✚ **Salmonelles**

Ces entérobactéries lactose négatif. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et 40°C. Elles survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se multiplier dans une gamme de pH de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (**Jay, 2000 et Guy, 2006**).

✚ **Listeria**

Les bactéries du genre *Listeria* se présentent sous la forme de petits bacilles de forme régulière arrondis aux extrémités et ne formant ni capsule ni spore. Elles sont à Gram positif (**Seeliger et Jones, 1986**).

Leur croissance est possible entre 0 °C et 45 °C (température optimale : 30°C- 37°C), pour des pH compris entre 4,5 et 9,6. Elles sont mobiles grâce à des flagelles péritriche (**Lovett, 1989**).

Listeria monocytogenes peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire « parfait » car elle est ubiquiste, très résistante aux conditions extrêmes (température, pH...) et surtout elle est capable de se développer aux températures de réfrigération des aliments (**Kornacki et Marth, 1982**).

❖ **Bactéries toxinogènes**

Ce sont des bactéries qui produisent une toxine dans l'aliment qui est responsable de la toxoinfection du consommateur.

Il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la maladie. De plus, certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, telle que la pasteurisation et même la stérilisation (**Lamontagne et al., 2002**). Les principaux micro-organismes toxinogènes :



✚ Staphylocoques

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles. (Leyral et Vierling, 2007).

Ils se trouvent assez fréquemment dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine de la contamination est l'infection mammaire et peut être plus fréquemment, l'Homme. Ils provoquent par leur production de toxines thermostables, des toxi-infections de gravité variable pouvant être redoutable chez l'enfant (FAO ,2007). Pour cela, les normes admettent jusqu'à 10² dans les produits alimentaires (J.O.R.A, 1998).

✚ Clostridiiums sulfito-réducteurs

Ce sont des bâtonnets sporulés très résistantes, mobiles, Gram+ anaérobies stricts, présentent généralement dans le sol et l'eau, mais aussi dans le tube digestif, ils réduisent les sulfites en sulfure, leur pouvoir pathogène est dû à la synthèse des toxines (Lamontagne et al., 1996).

VI.1.2 Levures et moisissures

Ces microorganismes peuvent survivre à de faibles valeurs d'activités d'eau (Aw), ils sont redoutés particulièrement dans les laits secs et les produits laitiers concentrés (Guiraud, 1998).

VI.1.2.1 Levures

Bien que souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Le genre *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, supportent des pressions osmotiques élevées et sont capables de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré (FAO, 2007).

Les levures associées au lait sont les espèces suivantes : *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candia kefir*, (Bourgeois et al.,1988).

VI.1.2.2 Moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques. Ce sont des eucaryotes hétérotrophes, ils sont obligés de prélever le carbone et l'azote nutritifs de la matière grasse, le sucre et les protéines.

D'une façon générale, les aliments sont des substrats très favorables à leur développement, ces germes peuvent y causer des dégradations par défaut d'apparence, mauvais goût, ou plus gravement production de mycotoxines (Cahagnier, 1998).



VI.1.3 Virus

Les principaux virus rencontrés dans le secteur laitier sont les virus de l'hépatite A et les bactériophages qui sont spécifiques des bactéries et ne représentent aucun danger pour la santé humaine (FAO, 1995).

VI.2 Contamination chimique

Le lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal, sous la forme soit de constituant original, soit de composés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement prescrits à l'animale (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones) (Mahieu et al., 1977).

Parmi les matières étrangères du lait, les unes, naturellement présentes dans le lait, voient leur teneur s'accroître à la suite de traitements industriels tels le fer, le cuivre, le zinc qui passent dans le lait à la suite d'une pollution industrielle (Adrian, 1972).

Les autres matières sont, au sens strict, étrangères au lait dans un produit obtenu dans des conditions satisfaisantes d'hygiène et d'alimentation, elles sont absentes ou, du moins, pas décelables à l'analyse. Les principaux risques de pollution concernent les points suivants :

VI.2.1 Résidus d'antibiotiques

Ces résidus sont surtout retrouvés lorsque ces substances sont appliquées localement pour le traitement des mammites (Jacquet, 1969). Leur présence dans le lait offre un double inconvénient. Ainsi, pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes allergiques et/ou cancérogènes (Mitchell, 2005). Chez des sujets sensibles et elle peut contribuer à l'installation d'une flore endogène antibiorésistante (Morel, 1962 ; Lemaitre, 1963 ; Vassal et Auclair, 1965). De plus de point de vue de la technologie laitière, la présence d'antibiotiques dans le lait empêche le caillage de celui-ci, limitant ainsi la gamme de produits que peut offrir la laiterie (yaourt, fromage, etc) (Siousarran et al., 2003 et Broutain, 2005).

VI.2.2 Résidus de pesticides

Utilisés pour la conservation des fourrages, ce sont des substances polychlorées, liposolubles, et s'accumulent dans les graisses de réserve. Lors de la fonte des graisses, les substances emmagasinées sont brusquement remises en circulation, et des manifestations d'intoxication peuvent apparaître (Thieulin et al., 1966 ; Beroza et Bowman, 1966).



VI.2.3 Radio-éléments

Provenant surtout des retombées consécutives aux explosions atomiques mais aussi à l'emploi de plus en plus fréquent de ces isotopes (**Madelmont et Michon, 1964**). Certains, comme l'iode, ont une durée de vie suffisamment courte pour ne pas constituer un danger grave pour le consommateur (**Laug et al., 1963**). Certains sont indiscutablement dangereux en raison de la longue durée de vie et des possibilités de stockage dans le corps tels le Strontium (**Michon, 1963**).

VI.2.4 Mycotoxines

Se développant sur les productions végétales, elles peuvent passer dans le lait. Le cas a été observé avec les aflatoxines contaminant l'arachide (**Boutibonnes et Jacquet, 1969**). Le danger concerne plus les organismes en croissance tels les enfants (**Calvet et al., 1966**).

VI.2.5 Métaux

Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé : le sélénium, l'arsenic, le plomb et le mercure (**Vanier, 2005**).



**PARTIE
EXPERIMENTALE**

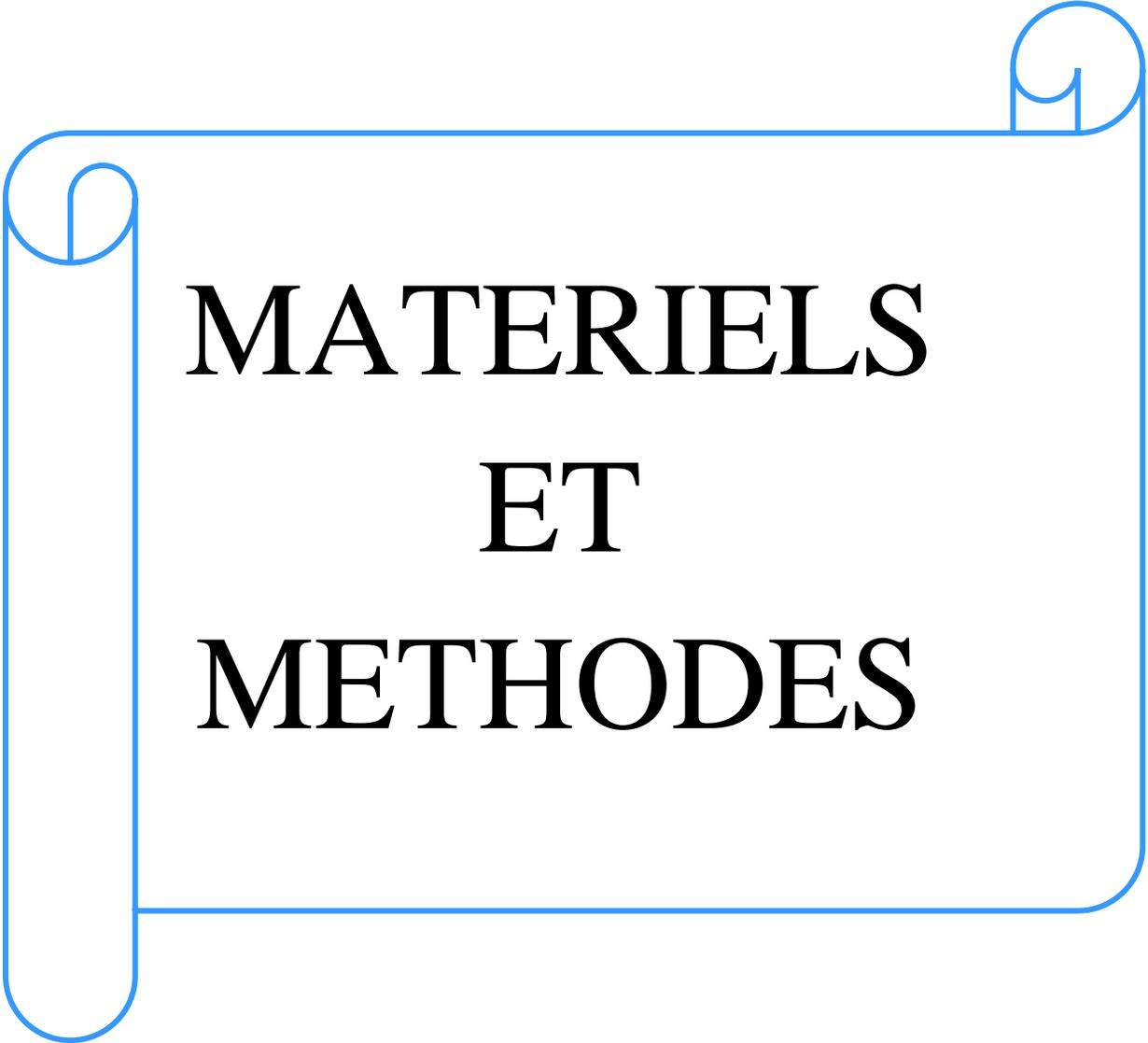


OBJECTIFS

Les objectifs de notre étude sont les suivants :

1. En premier lieu, contribuer à l'évaluation de la qualité physicochimique du lait cru livré à la laiterie DANONE DJURDJURA ALGERIE (DDA) et apprécier sa conformité vis-à-vis des normes établies par l'entreprise.
2. Le second objectif consiste à apprécier la qualité bactériologique, par l'étude de la contamination du lait cru, et ce par le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale. Ces micro-organismes constituent des indicateurs d'hygiène.
3. La recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait cru est notre troisième et dernier objectif.

Les résultats de l'ensemble de ces paramètres permettent de statuer sur l'aptitude du lait livré à être transformé ou livré à consommation.



**MATERIELS
ET
METHODES**



Chapitre I. Matériels

I.1 Présentation de l'organisme d'accueil

I.1.1 Groupe Danone

Les origines du groupe DANONE remontent à l'année 1966, lors de la fusion de deux sociétés verrières françaises, glace de Boussois et verrières Souchon NEWESEL « BSN ».

En 1973, le groupe « BSN » et Gervais DANONE réalisent un chiffre d'affaire très important dans les produits laitiers et les pâtes, et devient le premier groupe alimentaire français.

En 1989, le groupe « BSN » était le troisième groupe agroalimentaire européen et le premier en France, en Italie et en Espagne.

En 1990 le groupe a adopté une stratégie de consolidation des positions acquises, il a acquis Volvic en France afin de renforcer sa position dans les activités d'eau en bouteille.

A partir de 1997, il a engagé un programme de recentrage sur trois mesures (produits laitiers frais, boissons et biscuits, snacks céréaliers) qui représentent un chiffre d'affaire de 77%.

En octobre 2001, le leader mondial DANONE a conclu un partenariat avec la laiterie DJURDJURA pour former le groupe Danone Djurdjura Algérie (DDA).

Le fondateur du groupe Antoine Riboud est mort en 2002, succédé par son fils Frank.

Danone Djurdjura SPA a réalisé en 2005 un chiffre d'affaires d'un peu plus de 60 millions d'euros, en distribuant principalement les marques DANAÛ, Petit Gervais aux Fruits, ACTIVIA, DANETTE et FRUIX.

En 2006, Danone Djurdjura Algérie représente 40% du marché Algérien et signe un protocole d'accord pour porter à 95% le total de ses intérêts.



I.1.2 Situation géographique

Danone Djurdjura Algérien SPA est implantée dans une zone industrielle « Teharacht » véritable carrefour économique de Béjaia, l'entreprise est située à :

- 02 Km d'une grande agglomération (Akbou).
- 60 Km du chef-lieu de la région Bejaia, pôle économique important en Algérie dotée d'un port à fort trafic et un aéroport international.
- Et à 170 Km à l'ouest de la capitale Alger.

Dans la même région, on trouve d'autres acteurs économiques importants tels que : Candia, Soummam, Ifri etc.

I.1.3 Gamme de produits de la laiterie DDA

L'Unité Danone Djurdjura Algérie produit 350 à 400 tonnes/jour.

Ses différents produits sont :

- Yaourt ferme traditionnel ;
- Seven bénéfiques ;
- Mini prix ;
- Bio activia aromatisé ;
- Bio activia aux fruits ;
- Crème dessert (DANETTE) ;
- Yaourt à boire (Danino) ;
- Jus (Danao) ;
- Petit Gervais nature ;
- Petit Gervais aux fruits ;
- Nouveau brassé créamix.



I.1.4 Présentation des laboratoires

L'unité DDA possède trois laboratoires :

✓ Laboratoire de collecte

Comme son nom l'indique, la section collecte s'occupe de la récupération du lait en provenance de différents centres d'élevages des 4 coins de l'Algérie. Sa principale fonction est de vérifier la qualité du lait collecté et sa conformité aux normes établies par Danone. Voici ses tâches :

- Analyses physico-chimiques
- Contrôle de la qualité du lait
- Supervision des opérations de transport du lait.

✓ Laboratoire de process

C'est un laboratoire équipé de plusieurs instruments de mesures pour effectuer toutes sortes de tests pour le contrôle des produits :

- Analyses de différents types d'échantillons (lait, yaourt, jus ...).
- Contrôle de la conformité des produits et libération des produits.

✚ Laboratoire d'analyses physico-chimiques

Il effectue les analyses physico-chimiques suivantes : extrait sec total, teneur en matière grasse, taux de protéines, viscosité, pH, poids, le brix pour le taux de sucre des jus lactés, la DLC etc.

✚ Laboratoire d'analyses microbiologiques

Il réalise toutes les analyses microbiologiques qui portent essentiellement sur la recherche et le dénombrement des flores et des germes pathogènes nocifs pour la santé de l'homme les plus représentatives : Flore aérobie mésophile totale, coliformes totaux et thermotolérants, levures, moisissures et clostridium.



I.2 Matériels de laboratoire

Afin de réaliser cette étude, nous avons utilisé le matériel suivant (Tableau n° 09, Tableau n° 10) :

Tableau n° 9 : Matériels pour analyses physico-chimiques (Tableau personnel)

Appareillage	Instruments et Verrerie de laboratoire
pH- mètre Mettler Toledo	Louche
Bain marie	Thermomètres
Réfrigérateur	Burettes
Cryoscope Advanced Instruments Model 4250	Béchers
Appareil Delvo-test	Flacons
Appareil Beta star	Seringues
	Solution de phénolphtaléine à 1%
Appareil Milko scan FT120	Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0,1N
	Alcool à 68° ; à 74° et à 80°

Tableau n° 10 : Matériels pour analyses microbiologiques (Tableau personnel)

Appareillage	Verrerie et instruments de laboratoire	Milieux de culture
Balance de précision	Flacons stériles	Tryptone sel (TS)
Vortex	Micropipettes (1ml)	
Autoclave	Embouts plastiques stériles	
Incubateurs réglés à une température de 30 °C	Boîtes de pétri stériles	Plate Count Agar (PCA)
Bain marie	Tubes à essai à vis	
Hotte	Portoir	
Plaque chauffante		



Chapitre II. Méthodes

II.1 Analyses physico-chimiques

II.1.1 Collecte du lait

La collecte se fait dans plusieurs wilayas de l'Algérie répartie par quatre région : « Centre », « Est 1 », « Est 2 » et « Ouest » (Tableau n° 11)

Tableau n° 11 : Répartition des wilayas des zones de collecte (Tableau personnel)

Centre	EST 1	EST 2	Ouest
✚ Béjaïa	✚ Batna	✚ Constantine	✚ Aïn Defla
✚ Bouira	✚ Bordj bou Arreridj	✚ Skikda	✚ Tiaret
✚ Blida	✚ Oum El Bouaghi	✚ Annaba	✚ Relizane
✚ Jijel	✚ Sétif	✚ Khenchela	✚ Aïn Témouchent
✚ Tizi Ouzou	✚ Ghardaïa		✚ Médéa
			✚ Chlef
			✚ Oran
			✚ Saïda

Avant de collecter le lait, le chauffeur réalise deux tests libératoires :

- Test de stabilité à l'alcool à 74° : il permet de déterminer la stabilité des protéines à la chaleur.
- Test de la densité : indique s'il y a eu mouillage du lait ou pas.

II.1.2 Réception

Chaque jour, le lait cru est ramené au site dans des camions citernes contenant 4 à 5 compartiments de capacité différente.

Avant de dépoter le lait, le chauffeur présente au responsable de la réception un bon de livraison dans lequel il est mentionné : le numéro du bon, le numéro de la citerne, le numéro du chauffeur, l'heure d'arrivée et le litrage annoncé.



II.1.3 Température

A cette étape, l'agent de réseau qui travaille dans le laboratoire de la collecte, va mesurer la température du lait dans le camion et vérifie l'état des filtres qui se trouvent dans les vannes de remplissage de la citerne.

II.1.4 Echantillonnage

Les prélèvements sont effectués sur le lait bien mélangé, parfaitement homogénéisé dans des flacons de 60 ml à partir de chaque compartiment de la citerne afin d'effectuer les analyses physico-chimiques (ces échantillons sont prélevés de chaque camion, à l'aide d'une louche d'inox bien nettoyée avec de l'eau chaude puis remplir des flacons en mentionnant le code du camion et le numéro de chaque cuve).

148 prélèvements de lait cru de 60 ml chacun ont été effectués à partir des citernes livrées à la laiterie « DANONE DJURDJURA ALGERIE » de Teharacht Akbou Béjaia pendant la période de stage de 15 jours (du 5 août au 20 août 2018).

II.1.5 Examen organoleptique

Le technicien du laboratoire de collecte effectue un examen visuel du lait cru de chaque cuve de chaque camion arrivé à la laiterie pour détecter toute modification des caractères organoleptiques : couleur, aspect, consistance et odeur.

II.1.6 Test de stabilité à l'alcool

✓ Principe

Le test de stabilité à l'alcool nous renseigne sur l'aptitude du lait à subir un traitement thermique. Quand le lait est acidifié, ses protéines sont instables, si on ajoute à un certain volume de ce lait un même volume d'alcool à 80° et à 68°, ce dernier coagule, si le lait est frais il ne coagule pas avec l'ajout de l'alcool à 68° mais coagule avec l'alcool à 80°, parce que la protéine du lait est dégradée avec l'alcool à 80°.

✓ Mode opératoire

- Dans un premier bécher sec, introduire 2 ml de lait et 2 ml d'alcool à 68°, puis bien mélanger.
- Dans un deuxième bécher sec, introduire 2 ml de lait et 2 ml d'alcool à 80°, puis bien mélanger.



✓ Expression des résultats

L'observation de la coagulation du lait à l'alcool à 68°, implique l'instabilité du lait et donc son rejet, car il ne pourra pas supporter les températures nécessaires à l'élimination des germes (Pasteurisation). Mais lorsque l'on ajoute l'alcool à 80° le lait coagule même s'il est frais (**Figure n° 07**).

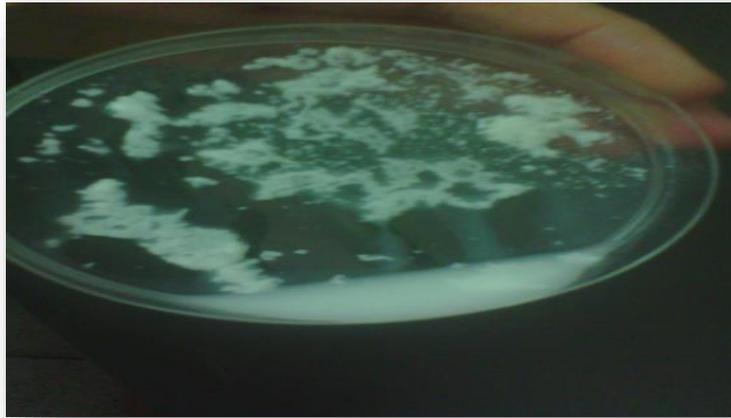


Figure n° 7 : Coagulation de lait suite à l'ajout d'alcool à 80° (photo personnelle)

L'observation de l'état du lait après l'ajout d'alcool à 68°, et l'absence de floculation signifie la stabilité du lait, il est ainsi considéré comme frais (**Figure n° 08**).

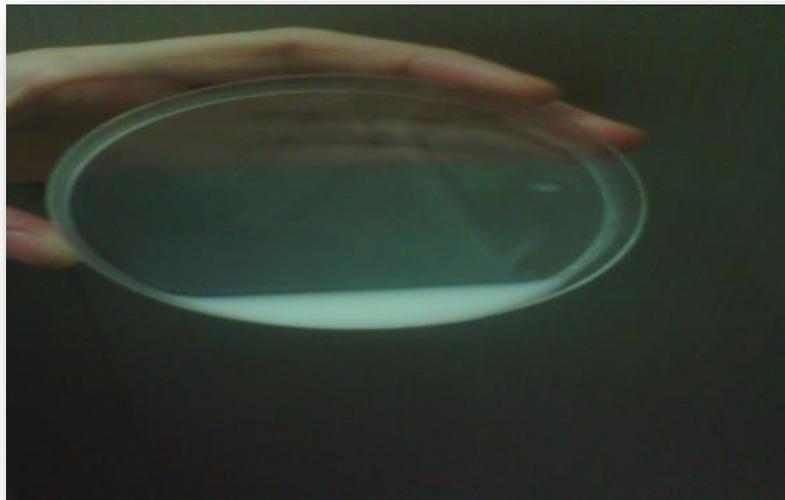


Figure n° 8 : Lait frais après l'ajout d'alcool à 68° (photo personnelle)

II.1.7 Détermination de l'acidité titrable

✓ Principe

L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car, elle permet d'apprécier la quantité d'acide lactique produite par les bactéries.

La teneur en acide lactique du lait dépend de sa fraîcheur. Elle augmente avec le temps ; elle s'exprime conventionnellement en degré Dornic. Un degré Dornic (1°D) correspond à 0,1g d'acide lactique par litre du lait. Le lait doit avoir un degré Dornic inférieure à 18°D.

✓ Mode opératoire

- Introduire 10 ml de lait cru dans un bécher.
- Ajouter quatre gouttes de phénophtaléine (solution à 1%).
- Titrer avec la solution d'hydroxyde de sodium N/9 jusqu'au début du virage au rose. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration persiste pendant une dizaine de seconde.
- Noter le volume de NaOH utilisé pour le titrage.

✓ Expression des résultats

L'acidité exprimée en degré Dornic est donnée par la relation suivante :

$$\text{Acidité (D}^\circ\text{)} = V \times 10$$

V : la chute de burette ou volume de la soude.

II.1.8 Recherche du mouillage

✓ Principe

Le mouillage entraîne l'abaissement des teneurs en éléments constitutifs du lait et par conséquent, une diminution de la matière sèche, de la constante moléculaire du lait et une élévation du point de congélation. Il modifie donc les constantes physico-chimiques du lait.

En se basant sur les valeurs minimales des laits normaux, il est possible d'évaluer la proportion d'eau ajoutée.



✓ Mode de calcul

Il existe plusieurs modes de calcul qui permettent de déterminer la proportion du mouillage, c'est-à-dire le pourcentage d'eau éventuellement additionné au lait (à partir du point de congélation, de la constante moléculaire simplifiée réelle (C.M.S.R) ou constante moléculaire du lait (C.M.L) et de la matière sèche non grasse).

Le mouillage est calculé automatiquement par des logiciels connectés aux appareils.

II.1.9 Détermination du point de congélation

✓ Principe

Le point de congélation du lait est mesuré avec un appareil automatique. Cette analyse sert à vérifier qu'il n'y a pas eu un ajout d'eau. Le lait normal a un point de congélation de $-0,520^{\circ}\text{C}$. Plus on ajoute de l'eau au lait plus celui-ci se rapproche de 0°C . Il est utilisé comme indicateur de mouillage du lait, on le mesure à l'aide d'un appareil appelé cryoscope.

✓ Mode opératoire

- Mettre le cryoscope en marche.
- La sonde remonte, appuyer sur touche « START » et le dispositif redescend et l'essai à vide est effectué.
- Après le refroidissement l'affichage indique « Appareil prêt » et la sonde remonte.
- Remplir le tube du cryoscope avec du lait tout en respectant les limites du remplissage indiquées en trait noir sur le tube (2 à 2,5 ml).
- Placer le tube dans le support au-dessous de la sonde et appuyer sur START.
- La sonde s'immerge dans le tube et le refroidissement commence et le résultat s'affiche.

✓ Expression des résultats

Le résultat s'affiche sur l'écran du cryoscope avec la valeur en $^{\circ}\text{C}$ (**Figure n° 09**).



Figure n° 9 : Cryoscope (photo personnelle)

II.1.10 Test d'antibiotiques

Le dépistage des résidus d'antibiotiques est effectué pour chaque déchargement de lait à l'arrivée à l'usine avec un test au BETA STAR puis confirmé au besoin par le DELVOTEST.

↳ Principe de l'appareil Beta Star

Il s'agit d'un test rapide (5 min) qui permet de détecter simultanément, en une seule opération la présence des résidus de Bêtalactamines et Tétracyclines dans un échantillon de lait cru, l'appareil est étalonné à une température de 47,4°C (**Figure n° 10**).

Le résultat s'affiche sur des bandelettes qui comportent trois lignes superposées : celle du milieu est la ligne de contrôle (témoin), celle en-dessous est spécifique des résidus de Bêtalactamines et celle au-dessus est spécifique des résidus de Tétracyclines.

✓ Mode opératoire

- Brancher l'appareil et attendre l'affichage d'une $T^{\circ} = 47 \pm 1$.
- Bien mélanger l'échantillon du lait à analyser pour avoir une bonne homogénéité.
- Prendre une ampoule BETA STAR et enlever le couvercle.
- Prélever avec la pipette jetable 0,2 ml de lait et l'injecter dans l'ampoule.
- Agiter l'ampoule BETA STAR pour mélanger le lait et le réactif jusqu'à obtention d'une solution homogène.
- Placer l'ampoule dans l'incubateur et appuyer sur reset.
- Un premier compte à rebours de 2 min est lancé.



- Une fois les deux minutes écoulées, un message END s'affichera sur l'écran, appuyer une deuxième fois sur reset pour arrêter l'alarme.
- Prendre une bandelette et la mettre dans l'ampoule puis déclencher le deuxième compte à rebours de 3 min.
- Une fois le temps écoulé retirer les bandelettes et interpréter selon l'intensité des lignes test.



Figure n° 10 : BETA STAR pour test d'antibiotique (photo personnelle)

✓ **Expression des résultats**

Il faut comparer l'intensité de la couleur des deux lignes test par rapport à la ligne centrale. 03 cas de figure peuvent se présenter :

1^{er} cas : Les lignes test et la ligne de contrôle sont foncées, le test est considéré comme négatif (**Figure n° 11**).

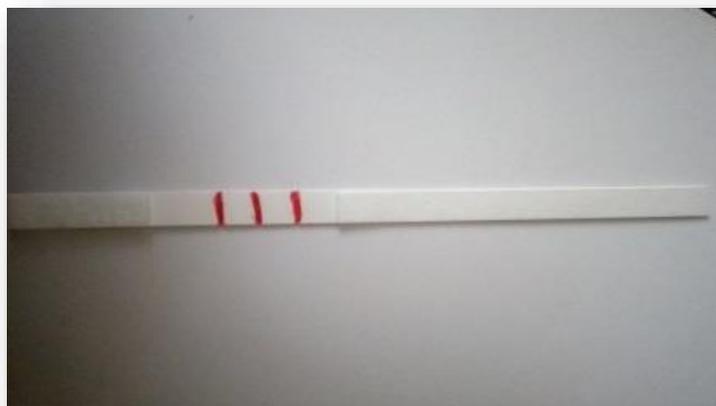


Figure n° 11 : Bande de test d'antibiotique négatif (photo personnelle)



2^{ème} cas : La couleur de la première ligne test est invisible contrairement aux 2 autres qui restent visibles, le test est considéré comme positif (**Figure n° 12**).



Figure n° 12 : Bande de test d'antibiotique positif (01) (photo personnelle)

3^{ème} cas : La dernière ligne test et la première ligne test sont toutes les 2 invisibles, seule celle du test de contrôle reste visible, le test est considéré comme hautement positif (**Figure n° 13**).



Figure n° 13 : Bande de test d'antibiotique positif (02) (photo personnelle)

En cas :

- ✘ De résultats positifs au test BETA STAR.
- ✘ De résultats douteux.

Une deuxième analyse doit être effectuée par DELVOTEST pour confirmer ou infirmer la présence de résidus d'antibiotiques. Lorsque le test au BETASTAR est négatif, le lait est considéré comme ne contenant pas de résidus d'antibiotiques, il n'est pas nécessaire d'effectuer un test au DELVOTEST.



↳ Principe de L'appareil DELVOTEST

Le test sur Delvotest n'est effectué qu'en cas de test positif sur Beta-star, c'est un test microbiologique et il comprend des agents inhibiteurs (antibiotique, désinfectant, assainisseur, ...). C'est un test qui n'est pas relativement rapide, il dure environ 03 heures (**Figure n° 14**).

En présence de substance nutritive et à une température de 64°C *bacillus stearotherophilus* présent dans la gélose en nombre standardisé germe, ces derniers se multiplient et acidifient le milieu qui vire du mauve au jaune (**Figure n° 15**).

La présence d'antibiotiques inhibe le processus de multiplication, empêchant ainsi l'acidification du milieu qui reste de couleur mauve (**Figure n° 16**).

✓ Mode opératoire

Injecter l'échantillon du lait dans l'ampoule, puis placer l'ampoule dans l'incubateur préchauffé à 64°C \pm 0,5°C, après 03 heures, retirer l'ampoule de l'incubateur et lire les résultats immédiatement.

✓ Expression des résultats



Figure n° 14 : DELVOTEST pour test d'antibiotique (photo personnelle)



Figure n° 15 : Coloration jaune :
test négatif (photo personnelle)



Figure n° 16 : Coloration violette :
test positif (photo personnelle)

II.1.11 Détermination du potentiel d'hydrogène « pH »

✓ Principe

Le pH donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité du milieu, il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogènes libres (H^+) contenue dans une solution : $pH = -\text{Log}[H_3O^+]$. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 ; 7 étant le pH de neutralité. Une solution avec une grande concentration d'ions d'hydrogène est considérée comme acide et une solution avec une faible quantité d'ions d'hydrogène est considérée comme basique ou alcaline. Pour mesurer le pH, on utilise un pH-mètre, une électrode, et des solutions tampons de pH 4 et 7.

✓ Mode opératoire

- Avant d'effectuer la mesure, il faut étalonner d'abord le pH- mètre, avec une solution de pH = 7 puis avec une solution de pH = 4.
- Après avoir rincé l'électrode avec de l'eau distillée, une fois étalonné, le pH-mètre peut être utilisé pour la mesure du pH des échantillons à 20°C.
- Pour mesurer, il suffit de plonger les sondes du pH mètre dans l'échantillon du lait cru, l'obtention de l'équilibre est parfois lente mais il est important d'attendre le temps suffisant pour que la valeur mesurée soit stable.

✓ Expression des résultats

- Une fois l'appareil stabilisé à une valeur fixe, on note cette valeur affichée sur l'écran du pH-mètre (**Figure n° 17**).



Figure n° 17 : Mesure de pH du lait cru (Photo personnelle)

II.1.12 L'appareil de Milko scan FT120

✓ Principe

Milko scan FT120 (Foss Electric, Type 71200) (**Figure n° 18**) est un spectrophotomètre à FTIR (Fourier Transformed Infrared Spectroscopy) automatique de grande capacité. Conçu pour le contrôle de la production et du produit semi-fini, les analyses sont faciles à réaliser, rapides et ont un faible risque d'erreur de la part de l'opérateur. L'analyse est effectuée grâce à une unité de mesure et un ordinateur qui contrôle le fonctionnement.

✓ Mode opératoire

- Calibrée selon les méthodes de référence, la sonde de FT 120.
- Placée le flacon qui contient l'échantillon à analyser (lait cru) après avoir chauffé l'échantillon à 40°C dans un bain marie et bien agité.
- Cliquer sur la touche « démarrer » de l'ordinateur, l'appareil absorbe en deux (02) fois 5 ml du produit,
- Les résultats s'affichent sur l'écran de l'ordinateur.

✓ Expression des résultats

La lecture sur FT120 effectuée après l'absorption de l'échantillon, les rayonnements infrarouges vont pénétrer la cuvette contenant le produit absorbé pour donner la moyenne de deux (02) absorptions qui va s'afficher sur l'écran de l'ordinateur, les résultats du taux de matière grasse, du taux de protéines et du taux d'extrait sec.



Figure n° 18 : Milko scan FT 120 (photo personnelle)

↪ **Taux de matière grasse**

La teneur en matière grasse du lait varie entre 2,8 et 4,2 %.

↪ **Taux de protéines**

La teneur en matière azotée du lait varie entre 2,8 et 3,6 %.

↪ **Taux d'extrait sec total**

Le taux en extrait sec total du lait varie entre 10,50 et 13 %.

II.1.13 Détermination de la densité

✓ Principe

C'est le rapport entre la masse volumique du lait et celle d'un même volume d'eau, elle dépend de la teneur en matière sèche et en matière grasse. Elle est donnée par la relation suivante :

$$d = \frac{\rho(\text{lait})}{\rho(\text{eau})}$$

ρ : est la masse volumique

d : la densité

✓ Mode opératoire

- Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou des bulles d'air.
- Plonger doucement le thermo- lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.



- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.

✓ **Expression du résultat**

La lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque du thermo- lactodensimètre, tout en effectuant en même temps la lecture de la température.



II.2 Analyses microbiologiques

Le but des analyses microbiologiques est de dénombrer les germes qui permettent de juger de l'état de fraîcheur et/ou de l'hygiène générale du lait cru (Flore mésophile aérobie totale). Les échantillons à prélever sont gardés à l'état réfrigéré en tout temps jusqu'à leur analyse.

II.2.1 Echantillonnage et prélèvements

Au total 58 échantillons de lait ont fait l'objet de l'étude bactériologique. 38 prélèvements de lait cru ont été effectués dans des exploitations agricoles (fermes) et 20 prélèvements à partir des camions citernes réceptionnés à la laiterie.

Les prélèvements issus des fermes ont été récoltés par le chauffeur du camion-citerne dans des flacons stériles de 60 ml qui contiennent un conservateur, portant le nom et le prénom de l'éleveur puis ils sont transportés dans une enceinte réfrigérée.

Les prélèvements provenant des camions citernes ont été effectués par l'agent de réception du lait à l'aide d'une louche désinfectée et mis dans des flacons stériles de 60 ml avec un conservateur, portant le numéro de chaque cuve et camion.

Ces échantillons sont destinés aux analyses microbiologiques afin de dénombrer la flore mésophile aérobie totale pour avoir une estimation sur les conditions d'hygiène appliquées dans les élevages ainsi que de l'hygiène de la traite.

II.2.2 Préparation des dilutions

La nature du diluant utilisé est importante. Il faut choisir un liquide assurant une parfaite dispersion des bactéries et qui ne soit pas inhibiteur pour elles. Dans nos analyses le diluant utilisé est la solution Tryptone Sel (TS). La technique consiste à répartir 9 ml de TS dans des tubes à essai de 25 ml. Dans des conditions aseptiques, prélever soigneusement 1 ml de lait, l'introduire dans le tube à essai de 10^{-1} qui contient 9 ml de TS puis homogénéiser à l'aide d'un Vortex. Au moyen d'une autre pipette jetable stérile, 1 ml de la dilution 10^{-1} est prélevé aseptiquement et transporté dans un second tube contenant 9 ml de TS, le contenu est agité soigneusement, on obtient alors une dilution 10^{-2} , on procède de la même façon pour obtenir les dilutions 10^{-3} , jusqu'au 10^{-6} (**Figure n° 19**).

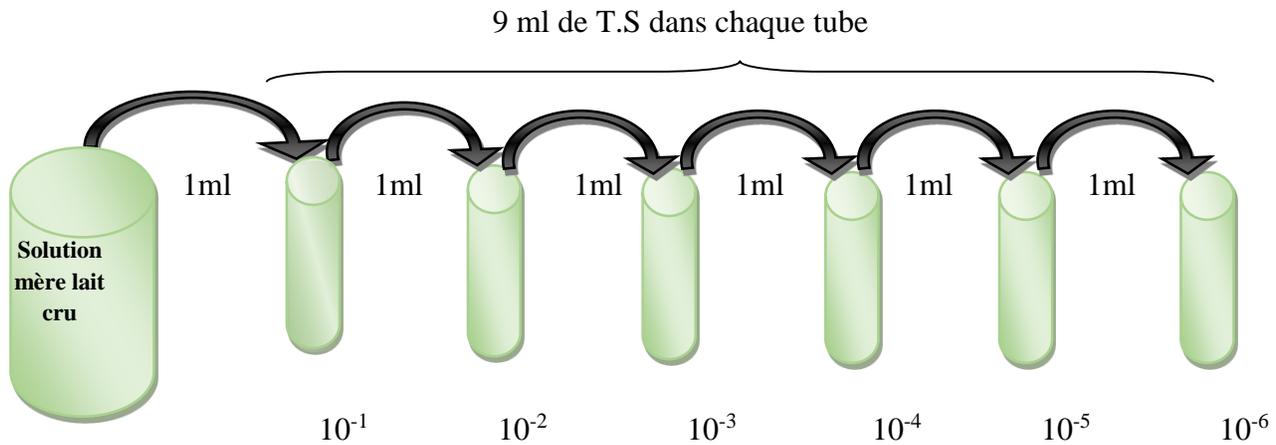


Figure n° 19 : Préparation des dilutions décimales du lait cru (schéma personnel)

II.2.3 Dénombrement de la flore totale

La flore totale est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux germes banaux de contamination. Son dénombrement reflète la qualité microbiologique générale du lait cru et permet de suivre son évolution au cours de sa transformation. Ainsi, le nombre de germes totaux peut donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du lait.

✓ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales 10^{-5} et 10^{-6} , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri stérile préparée à cet usage et numérotée auparavant.
- Verser ensuite 12 à 15 ml de gélose PCA maintenue en surfusion à $45\text{ °C} \pm 1$.
- Et préparer un témoin pour TS, un autre témoin pour PCA.
- Réaliser ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier sur la paillasse (**Figure n° 20**).

✓ Incubation

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30 °C pendant 72 h.

✓ Lecture

Les colonies développées en masse se présentent sous forme lenticulaire de couleur blanche.

Le dénombrement consiste à compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- ✚ Boîtes contenant entre 15 et 300 colonies :

Le nombre de germe est calculé selon la formule suivante (**Norme ISO 7218 :1996**) :



$$N = \frac{\sum \text{colonies}}{V \text{ml} \times (n_1 + 0.1n_2) \times d_1}$$

- ↪ **N** : Nombre d'UFC (Unité formant colonies) par ml de lait cru.
- ↪ $\sum \text{colonies}$: Somme des colonies des boîtes interprétables.
- ↪ **V (ml)** : volume de l'échantillon (1ml).
- ↪ **n₁** : Nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue (1).
- ↪ **n₂** : Nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue (1).

✚ Boîtes contenant moins de 15 colonies (**Norme ISO 7218 :1996**) :

Multiplier toujours le nombre de colonies trouvées par l'inverse de sa dilution,

✚ Boîtes contenant plus de 300 colonies (**Norme ISO 7218 :1996**) :

Le résultat sera exprimé en « plus de 300 * 10⁶ microorganismes par ml du lait cru ».

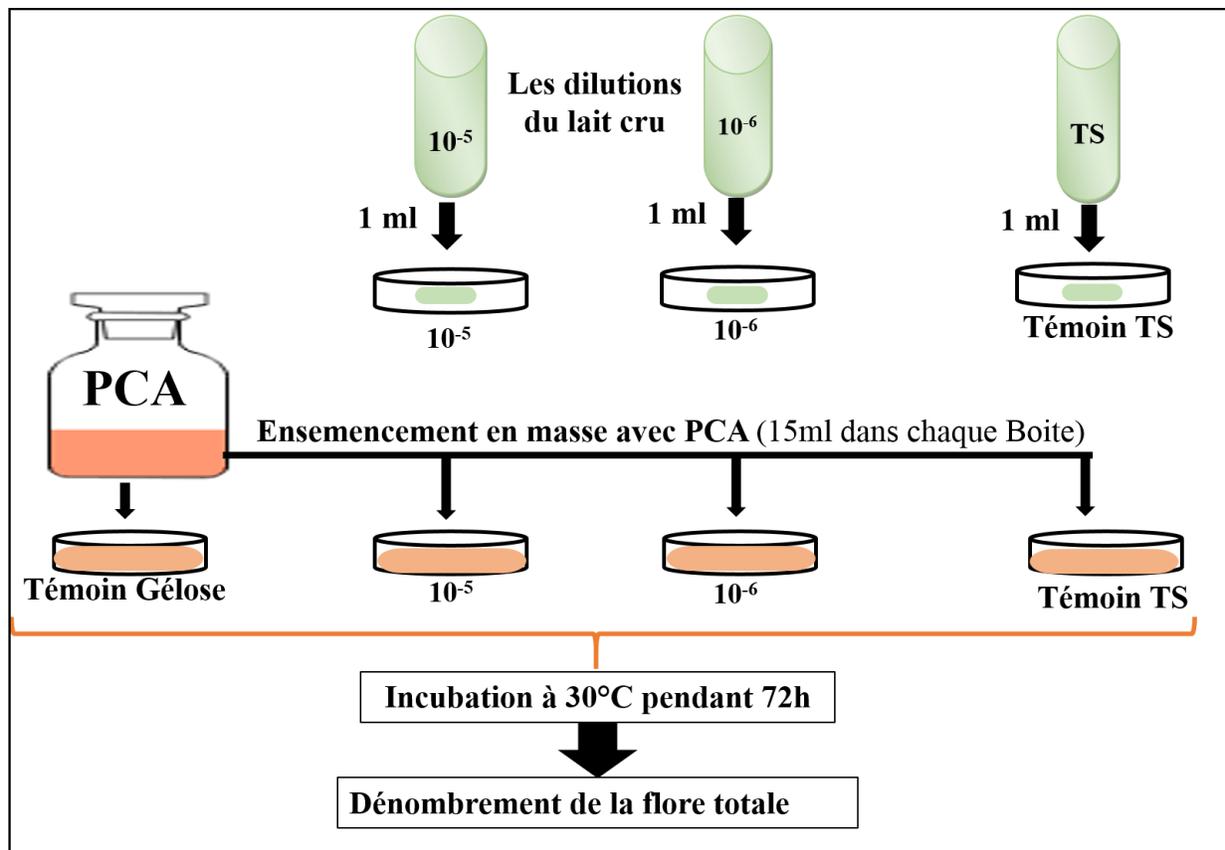


Figure n° 20 : Ensemencement en masse avec PCA (schéma personnel)



**RESULTATS
ET
DISCUSSION**



Chapitre III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Résultats des analyses physico-chimiques

III.1.1 Résultats globaux

148 échantillons de lait cru ont subi des analyses physico-chimiques au niveau des laboratoires de la laiterie DANONE DJURDJURA ALGERIE pendant une quinzaine de jours. Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau N°12 Globalement, les résultats obtenus reflètent une bonne gestion de la qualité du lait livré à la laiterie, ce qui est représenté par la conformité de la majorité des critères étudiés par rapport aux normes de la DDA, sauf pour le cas où toute une cuve a été déclassée comme lait acide suite au test positif à l'alcool à 68°.

Tableau n° 12 : Résultats globaux des analyses physico-chimique du lait cru livré à la laiterie

Région	Observations et valeurs moyennes	Norme "DANONE"
Température (°C)	5,48	2 à 10
Aspect	Liquide Homogène	Liquide Homogène
Consistance	Fluide	Fluide
Couleur	Blanc crémeux	Blanc crémeux
Odeur	Caractéristique	Caractéristique
Test d'alcool positifs à 68°	0,67%	0 %
Test d'alcool positifs à 80°	100%	100 %
Acidité Dornic	17,09	14 à 18
Point de congélation (°C)	-0,516	-0,490 à -0,535
Résidus d'ATB Béta star	Absence d'ATB	Absence d'ATB
Delvo TEST	Absence d'ATB	Absence d'ATB
pH	6,61	6,4 à 6,8
Protéine (%)	3,08	2,8 à 3,8
Matière grasse (%)	3,20	2,8 à 4,2
Extrait sec total (%)	11,71	10,50 à 13



✓ Résultats globaux par région

Sur les quatre zones de collecte « Centre », « Est 1 », « Est 2 » et « Ouest » les résultats obtenus par région sont représentés dans le tableau n° 13 ci-dessous. Ces résultats confirment que majoritairement le lait livré à la laiterie répond aux normes exigées par l'entreprise, sauf pour le seul cas où le lait était acide, celui-ci provenait de la région « Est 1 ».

Tableau n° 13 : Résultats par région des analyses physico-chimique du lait cru livré à la laiterie

Région	Observations et valeurs moyennes « Centre »	Observations et valeurs moyennes « Est 1 »	Observations et valeurs moyennes « Est 2 »	Observations et valeurs moyennes « Ouest »
Nombre d'échantillons	39	36	38	35
Température (°C)	5,75	5,58	5,02	5,57
Aspect	Liquide Homogène	Liquide Homogène	Liquide Homogène	Liquide Homogène
Consistance	Fluide	Fluide	Fluide	Fluide
Couleur	Blanc crémeux	Blanc crémeux	Blanc crémeux	Blanc crémeux
Odeur	Caractéristique	Caractéristique	Caractéristique	Caractéristique
Test positifs à l'alcool à 68°	0%	2,79%	0%	0%
Test positifs à l'alcool à 80°	100%	100%	100%	100%
Acidité Dornic	17,23	17,08	17,08	16,97
Point de congélation (°C)	-0,507	-0,518	-0,521	-0,519
Résidus d'ATB bêta star	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif
Delvo TEST	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif
pH	6,56	6,63	6,62	6,62
Protéine (%)	2,95	3,16	3,08	3,15
Matière grasse (%)	2,97	3,23	3,39	3,20
Extrait sec total (%)	11,40	11,79	11,91	11,74



➤ Résultats par critère

✓ **Température : critère 1**

La prise de température est le premier critère à vérifier, elle fait partie des tests libératoires, réalisée avant même le dépotage.

Les résultats obtenus des températures du lait cru réceptionné à la laiterie rentrent tous dans la fourchette des normes de l'entreprise qui exige d'avoir un lait refroidi à +2°C, elle tolère jusqu'à +10°C, sachant que les valeurs enregistrées tournent autour de +5°C en moyenne pour chaque région ce qui rend ce critère conforme (**Figure n° 21**).

La température du lait est conforme à l'arrêté N° 069 du 27/10/1993 du JORA où le lait doit être conservé immédiatement après la traite à une température inférieure ou égale à 6°C.

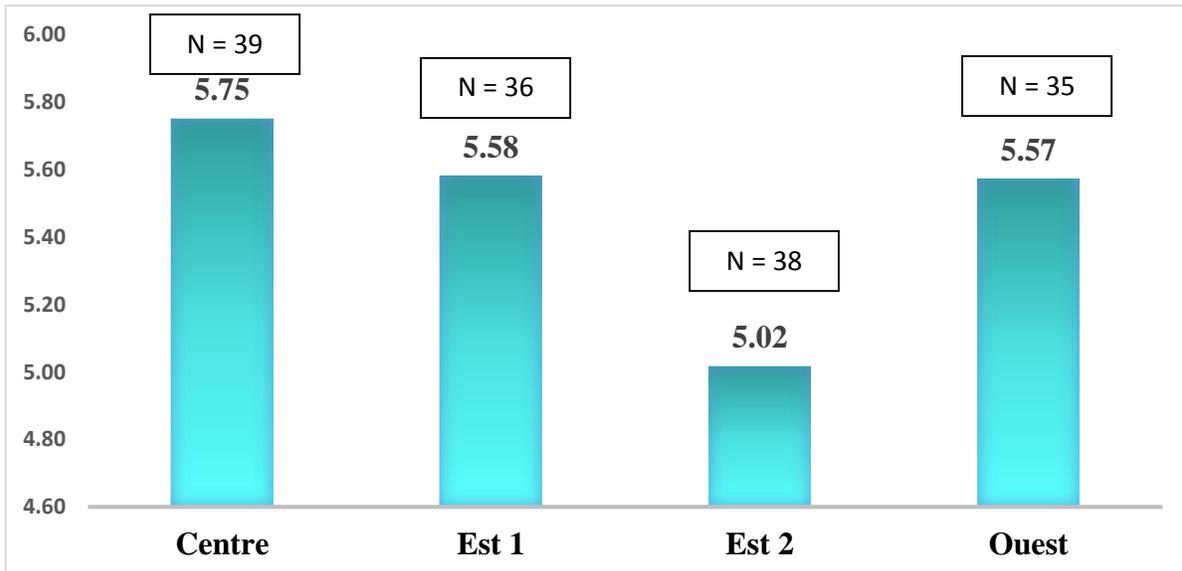


Figure n° 21 : Résultats des températures du lait cru livré à la laiterie

- La température du lait est directement liée aux différents types d'équipements de réfrigération utilisés, l'efficacité des moyens de conservation et la température du lait durant son transport à la laiterie.



✓ **Examen organoleptique : critère 2**

Le deuxième acte que fait le technicien de la collecte est de vérifier l'absence de toute anomalie organoleptique du lait reçu : Aspect, consistance, couleur et odeur. Ce test est également un test libérateur (**Figure n° 22**).

Les résultats obtenus étaient à 100% conformes avec les caractères demandés, à savoir, un lait liquide homogène d'une consistance fluide et d'une couleur blanc crème à odeur caractéristique au lait cru.

L'examen organoleptique révèle des résultats conformes à l'**arrêté N° 069 du 27/10/1993 du JORA** où le lait ne doit pas être coloré, malpropre ou malodorant.

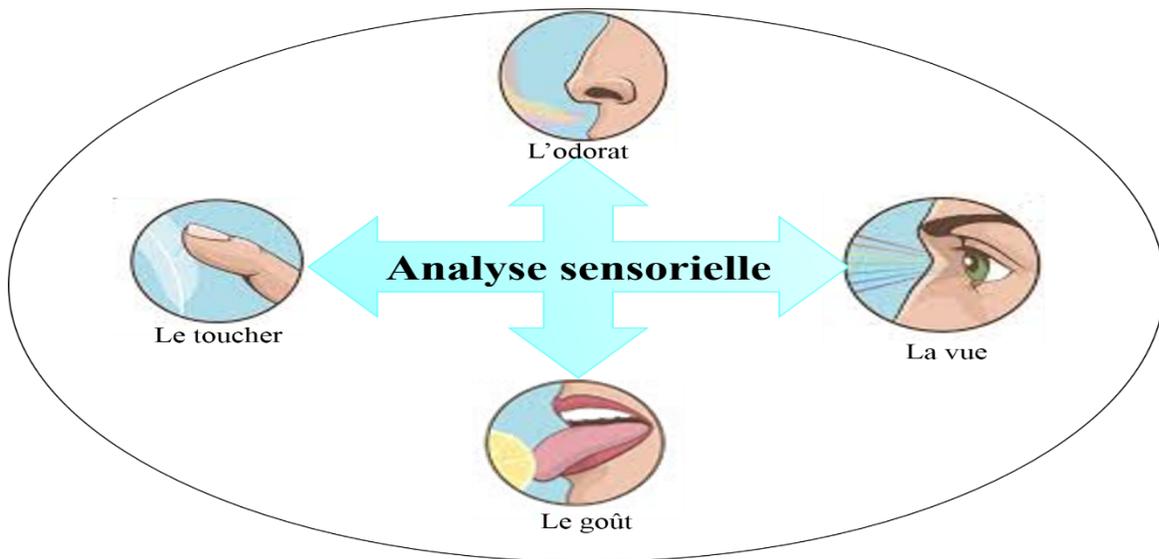


Figure n° 22 : Principales analyses sensorielles réalisées (schéma personnel)

- Le lait livré à la laiterie répond totalement aux exigences de l'entreprise en matière de caractères organoleptiques, ceci serait dû à la bonne conduite des élevages des vaches laitières au niveau des fermes, au bon suivi des exploitations réalisées par les zootechniciens appartenant à la DDA, ainsi qu'à la bonne conservation du lait avant et pendant la livraison.



✓ **Test à l'alcool : critère 3**

Mis à part un seul test qui s'est avéré positif (coagulation), tous les autres tests obtenus par le test à l'alcool étaient conformes (**Figure n°23**).

✚ **Test à l'alcool à 68° :**

Selon l'arrêté N° 069 du 27/10/1993 du JORA le lait doit être stable à l'ébullition, cela peut être vérifié par le test à l'alcool à 68°, ainsi, la majorité des résultats obtenus étaient conformes à cette norme.

↳ **Régions « Centre », « Est 2 » et « Ouest » :**

Il est constaté que le lait des régions « Centre », « Est 2 » et « Ouest » étaient négatifs au test d'alcool à 68°, autrement dit, conformes aux normes de la DDA.

↳ **Région « Est 1 » :**

Dans la région « Est 1 », un pourcentage de 2,79% des échantillons testés, était positif à ce test ce qui représente une cuve de lait acide sur les 36 reçues de cette région. Ceci pourrait être dû à un lait non frais ou mal refroidi dans les fermes ou dans les centres de collecte.

✚ **Test à l'alcool à 80° :**

Les résultats du test à l'alcool à 80° étaient positifs pour tous les prélèvements des quatre régions étudiées, ce qui est conforme aux normes de la DDA.

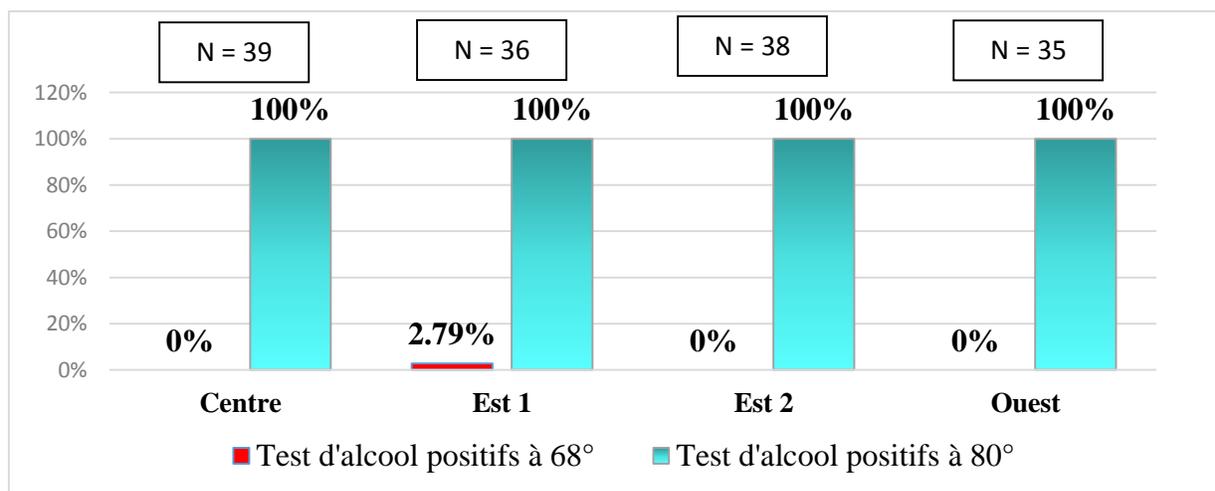


Figure n° 23 : Résultats des tests à l'alcool dans les quatre régions

Selon **Pierre (1985)** dans un lait dont le pH est modifié par addition de soude ou d'acide, il existe une relation entre la stabilité à l'éthanol et la teneur en calcium soluble.



- **Détermination de l'acidité Dornic : critère 4**

La moyenne de l'acidité des 184 échantillons du lait cru livré à la laiterie est de 17,09 °D (**Tableau 11**). Les moyennes par région se répartissent de la façon suivante : 17,23 °D pour la région « Centre », 17,08 °D pour les régions « Est 1 » et « Est 2 » et une acidité de 16,97 °D pour la région « Ouest » (**Figure n° 24**). Les normes de l'entreprise en matière d'acidité titrable du lait cru sont comprises entre 14 et 18 D°, ainsi il est constaté que le lait analysé est conforme. Ces acidités titrables sont conformes aussi à l'**arrêté N° 069 du 27/10/1993 du JORA** qui fixe une acidité en grammes d'acide lactique par litre maximum de 1,8g/l donc 18°D. Ainsi qu'à la norme **AFNOR (1985)**, fixée entre 16-18°D.

Ces résultats sont proches de la valeur enregistrée par **Labioui et al, (2009)** au Maroc, qui enregistre une moyenne de 16,75°D.

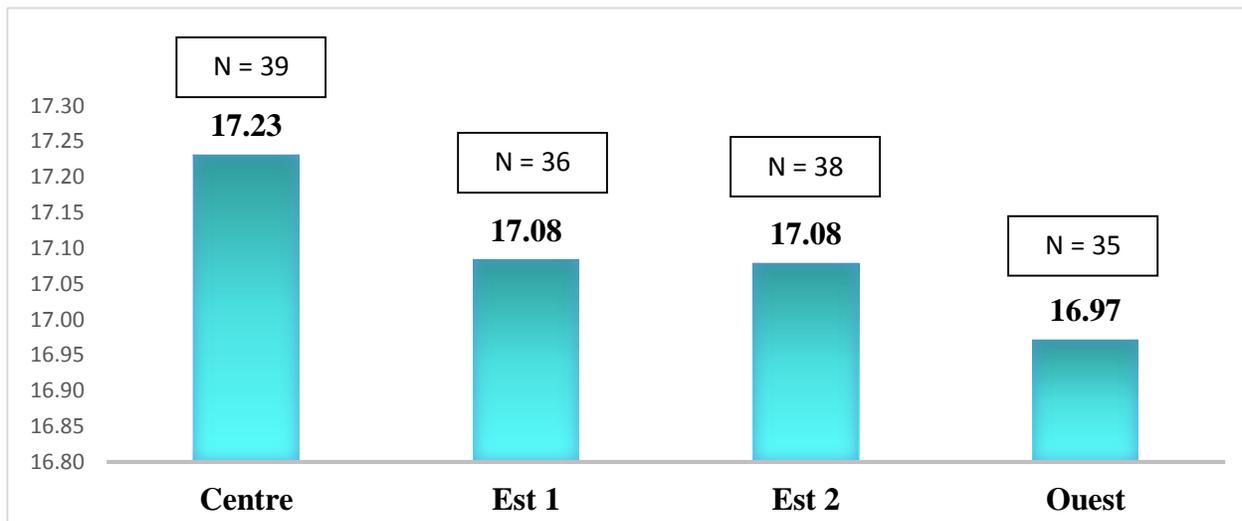


Figure n° 24 : Résultats de l'acidité Dornic dans les quatre régions

- Bien que le lait soit conforme d'après les valeurs obtenues de l'acidité titrable, il reste néanmoins dans la moyenne des résultats dans la zone de tolérance et non pas dans la zone cible des normes de la laiterie.
- Le test de l'acidité titrable est un test également libératoire.
- L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries ou les éventuelles fraudes (**Joffin et Joffin, 1999**).



✓ **Détermination du point de congélation : critère 5**

Les résultats des valeurs de points de congélation des laits provenant des régions sont conformes aux normes de la DDA (-0,535 à -0,490°C) (**Figure n° 25**).

Selon **Luquet (1985)** la température de congélation du lait varie entre (-0,51) et (-0,55) °C, ainsi les résultats obtenus sont conformes à ces valeurs.

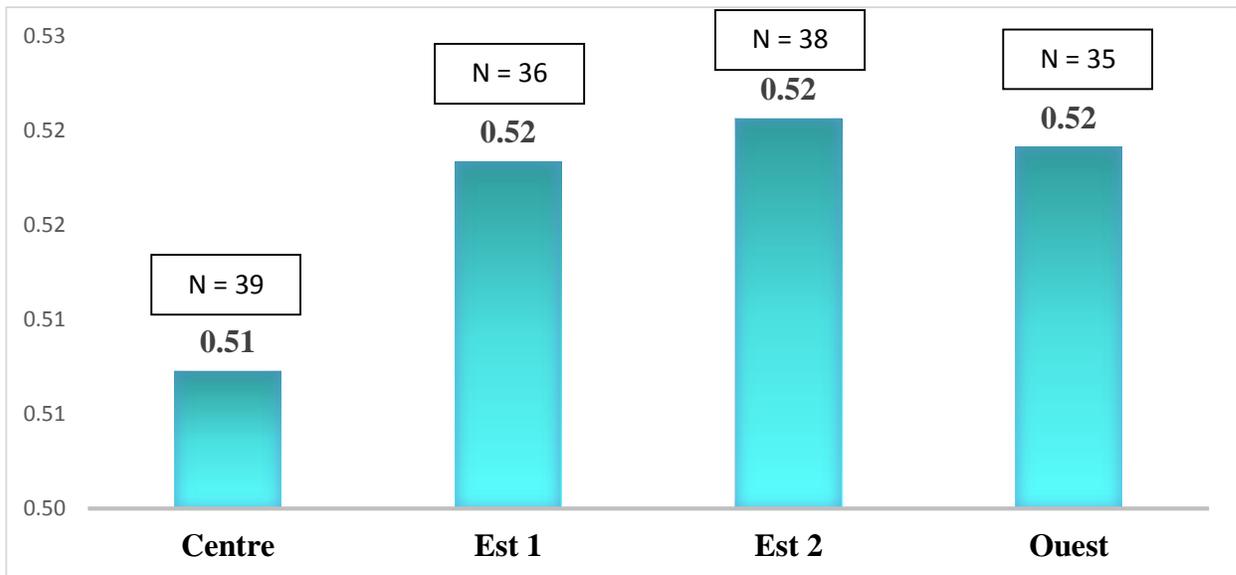


Figure n° 25 : Résultats des points de congélation du lait cru livré à la laiterie

- D'après **anonyme** l'analyse de la variabilité individuelle du point de congélation authentique du lait, évaluée à partir de prélèvements réalisés directement sur les vaches, montre qu'il n'est pas exclu qu'un lait de troupeau puisse présenter un point de congélation supérieur à - 0,520°C sans apport d'eau étrangère. Le point de congélation originel du lait de vache se situe normalement en moyenne à -0,520°C. Une élévation de 0,005°C correspond à environ 1% d'eau étrangère (exemple en lait de vache : un résultat à - 0,510°C = 1,16% de mouillage) (**Anonyme 04**). Ainsi, les valeurs moyennes obtenues des laits livrés à la DDA sont conformes.
- Les facteurs de risque pouvant influencer ces valeurs sont :
 - ☞ Les facteurs relatifs à la conduite des vaches laitières tels que :
 - Niveau de production faible
 - Niveau de matière utile (MG, MP) faible
 - Numération cellulaire élevée
 - Ration déficitaire en sels minéraux



- Sous-alimentation chronique
- Forte absorption d'eau avant la traite

☞ La machine à traire :

- Défaut de purge en fin de la traite
- Pousse à l'eau en fin de la traite
- Erreur de manœuvre de vanne
- Défaut de conception de l'installation de la traite

☞ Le tank :

- Défaut de lavage (vidange)
- Défaut de réfrigération

Le point de congélation du lait dépend de la température de l'échantillon analysé, et cette température peut être modifiée au cours du transport, et peut être dû au temps qui sépare le moment de l'arrivée du lait et les manipulations réalisées plus tard.

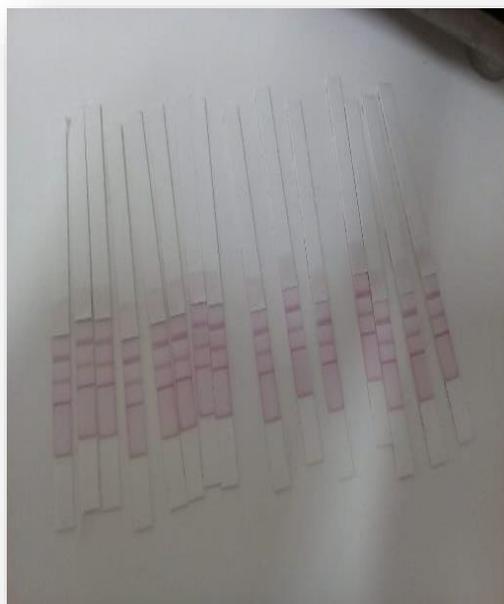
- Le mouillage élève et rapproche le point de congélation du 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles de l'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leur quantité entraînent un changement du point de congélation (**Jacques, 1998**).

✓ **Test des résidus d'antibiotiques : critère 6**

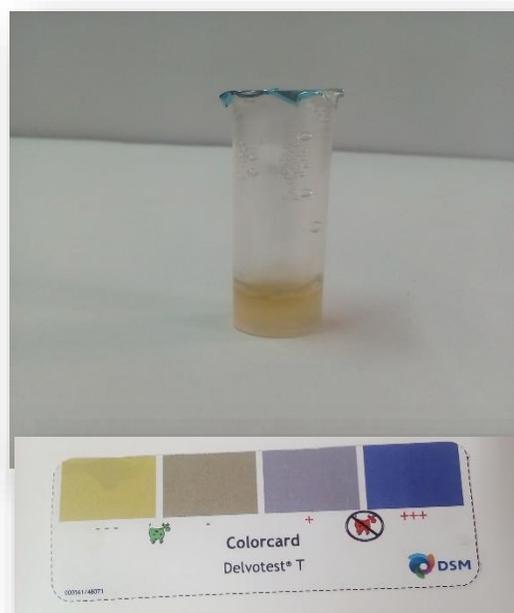
Tous les résultats obtenus des tests de résidus d'antibiotiques (100 %) sont négatifs (**Figure n° 26**), ils sont donc conformes aux exigences de la laiterie.

La détection des inhibiteurs de croissance de la flore microbienne du lait par la méthode du BETA STAR et du DELVOTEST n'a révélé aucune présence de résidus d'antibiotiques dans l'ensemble des échantillons de lait cru analysés.

Selon l'**arrêté N° 069 du 27/10/1993 du JORA** le lait ne doit pas contenir des résidus antibiotiques, ainsi les résultats obtenus sont conformes à cette norme.



BETA-STAR



DELVOTEST

Figure n° 26 : Résultats négatifs aux tests de résidus d'antibiotiques « BETA-STAR » et « DELVOTEST » (photos personnelles)

- Ces résultats montrent que les laits analysés ne proviennent pas d'animaux traités par les antibiotiques.
- Lorsque les teneurs révélées se montrent particulièrement élevées, cela entraîne la saisie pure et simple de ces laits. D'autre part cela permet aux enquêteurs, à partir de laits de mélange, la possibilité de « remonter à la source » et de retrouver le ou les fournisseurs responsables qui peuvent alors être sanctionnés conformément aux textes réglementaires (**Billon, 1979**).



✓ **Détermination du pH : critère 7**

Les valeurs de pH des échantillons analysés sont comprises entre 6,56 et 6,63 (**Figure n° 27**), avec une moyenne globale de 6,61. Les valeurs moyennes par région sont de 6,56 pour la région « Centre » ; 6,63 pour la région « Est 1 » ; et 6,62 pour les régions « Est 2 » et « Ouest ». Ces résultats sont conformes aux normes de l'entreprise qui fixe les valeurs de pH comprises entre 6,4 et 6,8.

Selon **Luquet (1985)** le pH du lait varie entre 6,5 et 6,7 ce qui correspond aux résultats obtenus au cours de notre étude.

Selon **Alais (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 dû à un stockage inadéquat (**Diao, 2000**).

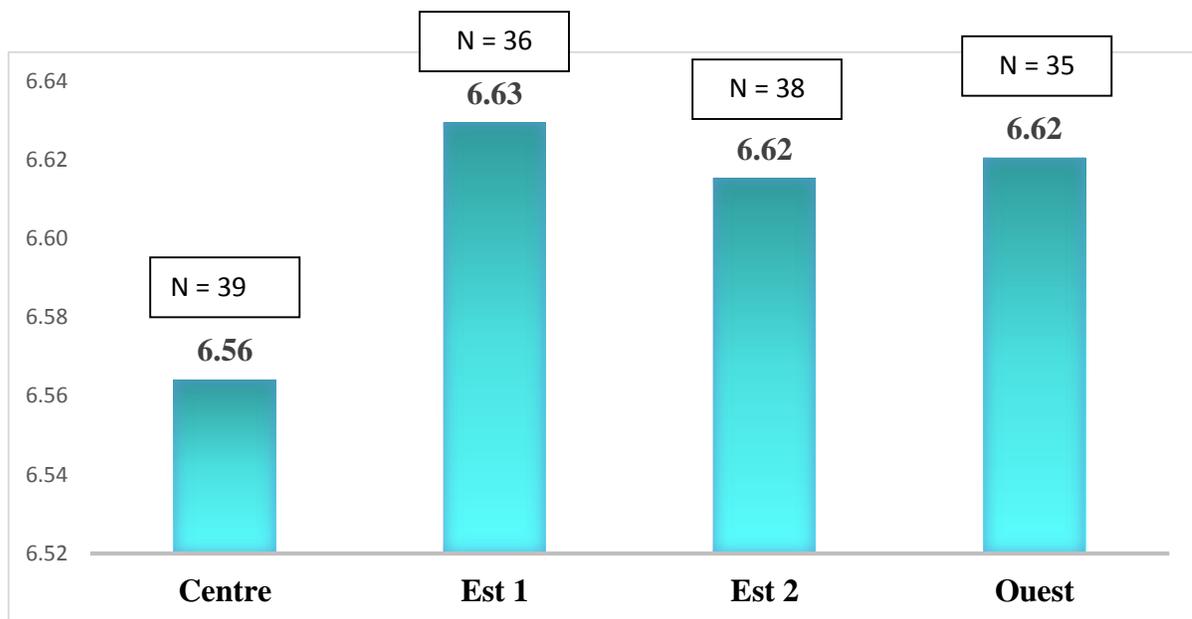


Figure n° 27 : Résultats des analyses de pH du lait cru livré à la laiterie

- Les résultats obtenus montrent que le lait livré à la laiterie est un lait frais (absence de prolifération bactérienne), bien stocké et livré dans les conditions appropriées.
- Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique, de la manutention du lait.



✓ **Détermination du taux de matière grasse : critère 8**

La teneur en matière grasse varie entre 2,97 et 3,39 %. Selon ces résultats, (**Figure n° 28**), on constate que les taux de matière grasse des différents échantillons analysés sont dans l'intervalle des normes exigées par la DDA (2,8 à 4,2 %). Mais la moyenne de ces résultats (3,20%) n'atteint pas le seuil de 34 g/l au minimum (3,4%) recommandé par l'arrêté N° 069 du 27/10/1993 du JORA.

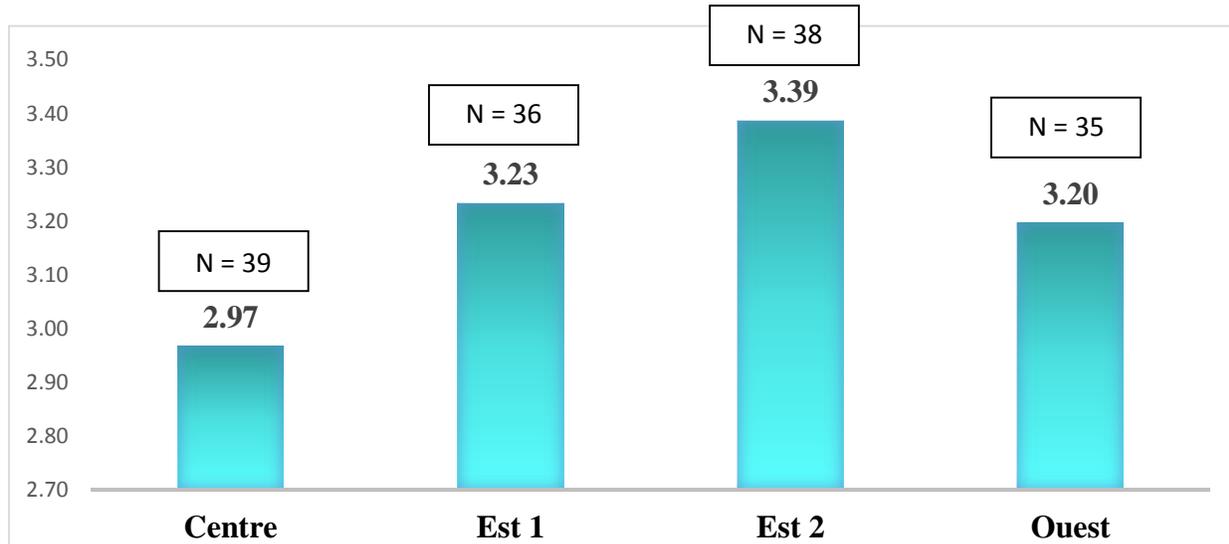


Figure n° 28 : Taux de matière grasse dans le lait cru livré à la laiterie

Selon **Lederer (1983)**, un lait de très bonne qualité contient 40g/l (4%) de matière grasse, dans notre étude, la teneur moyenne en matière grasse calculée est de 3,20%, ce qui représente une qualité moyenne.

Différents facteurs endogènes et exogènes peuvent être à l'origine de la richesse du lait en matières grasses. Selon **Luquet, (1985)** la variation de la composition du lait en MG est fonction de nombreux facteurs parmi lesquels :

- La race bovine exploitée
- Les conditions d'élevage
- Le stade de lactation : la teneur en MG diminue pendant les premières semaines qui suivent le vêlage, se stabilise pendant un à deux mois, remonte lentement puis plus rapidement à partir du cinquième, sixième mois.
- L'alimentation : stratégie d'alimentation beaucoup plus basée sur les concentrés
- La traite

A noter que l'unité DDA paie le lait aux éleveurs en fonction de leur teneur en matière grasse.



✓ Détermination de l'extrait sec total : critère 9

Les résultats obtenus (**Figure n° 29**) sont conformes aux normes (10,50 à 13%) établies par l'entreprise, de plus, ils rentrent tous dans la zone cible de la laiterie.

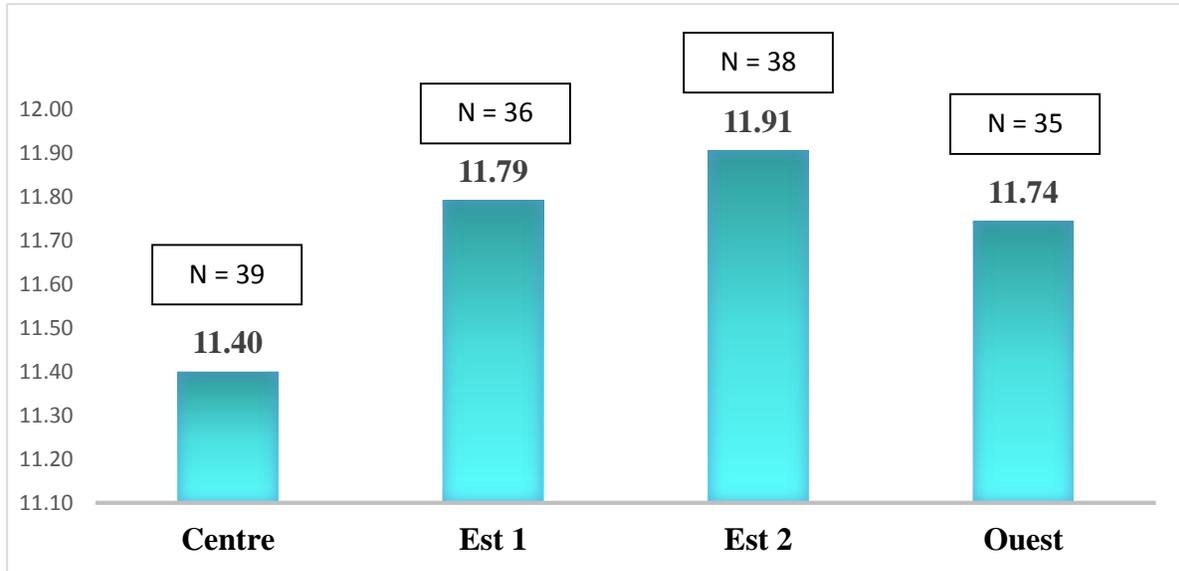


Figure n° 29 : Résultats des tests des taux d'extrait sec total du lait livré à la laiterie

- D'après **Ramet (1985)** l'extrait sec total du lait de vache varie entre 125 et 130 g/l (12,5-13%), les résultats obtenus à DDA sont inférieurs à ces valeurs. Ces résultats pourraient être dus à un déséquilibre dans l'alimentation des vaches puisque les éléments constitutifs du lait sont d'une provenance alimentaire. En conclusion les laits des quatre régions sont d'une qualité moyenne en ce qui concerne l'EST.
- La norme de la DDA en extrait sec total tolère jusqu'à 10,50% parce qu'ils corrigent le manque par addition de poudre de lait pendant la préparation des yaourts.
- Les échantillons apparaissent plus riches en matières sèches, selon **Diao (2000)**, cette augmentation ne traduit pas une aptitude de la vache à synthétiser plus de matière sèche, mais une concentration de matière fabriquée dans une quantité moindre de lait.



✓ **Détermination du taux de protéines : critère 10**

Selon ces résultats (**Figure n° 30**), on constate que le taux de protéines des différents échantillons analysés est dans l'intervalle des normes fixées par la DDA (2,8 à 3,6 %).

Selon **Amiot (2002)** la teneur en protéines du lait est comprise entre 2,9 et 5% avec une moyenne de 3,2%, ce qui est presque similaire à la moyenne des résultats obtenus (3,1%)

Selon **Ramet (1985)** la teneur en protéines du lait est comprise entre 33 et 36g/l (3,3-3,6%) ce qui est conforme aux résultats obtenus.

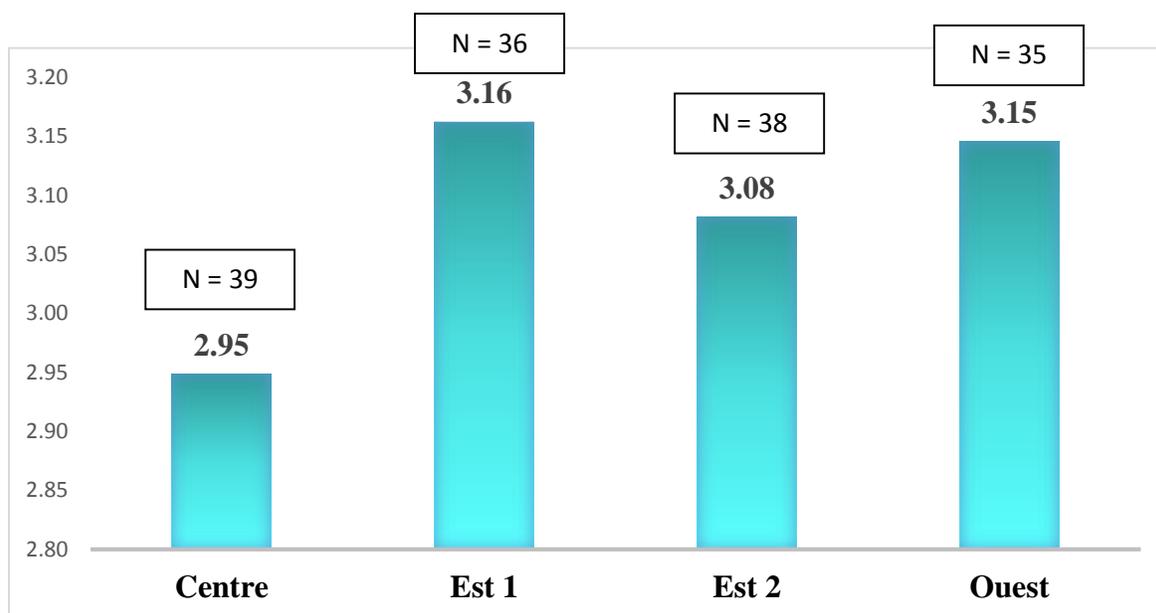


Figure n° 30 : Résultats des tests des taux de protéines dans le lait cru livré à la laiterie

- Le taux de protéines (TP) varie essentiellement en fonction de la race, la génétique et l'alimentation des vaches.
- Le taux de protéines est une caractéristique importante du lait. Le TP conditionne la valeur marchande du lait. Plus le TP est élevé et plus le lait est payé cher aux producteurs.



III.2 Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques des laits crus analysés sont exprimés en UFC/ml. Ils représentent la flore aérobie mésophile totale dénombrée.

↳ **Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT)**

La **figure n° 31** montre l'aspect des colonies de la FAMT sur milieu PCA.



Figure n° 31 : Aspect d'une colonie de la FAMT (photo personnelle)

Les résultats des dénombrements de la flore aérobie mésophile totale des différents échantillons sont représentés dans la **figure n° 32**.

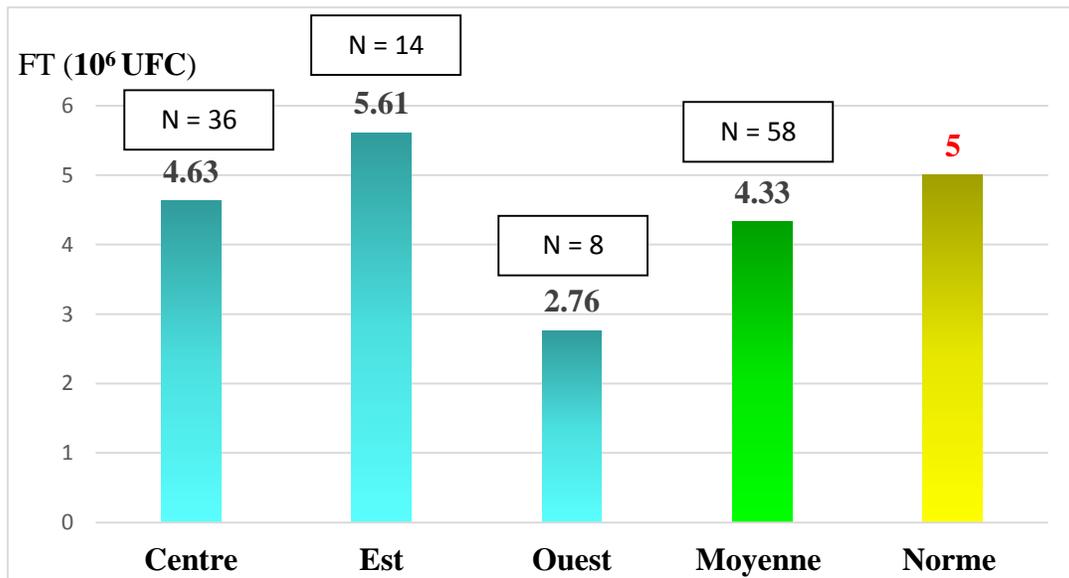


Figure n° 32 : Résultats des dénombrements de la flore aérobie mésophile totale du lait cru



Les échantillons prélevés présentent une charge de la flore aérobie mésophile totale qui varie de $2,76 \cdot 10^6$ UFC/ml dans lait cru provenant de la région « Ouest » ; $4,63 \cdot 10^6$ UFC/ml dans celui de la région « Centre » et $5,61 \cdot 10^6$ UFC/ml dans les échantillons dérivant de la région « Est », pour une moyenne de $4,33 \cdot 10^6$ UFC/ml entre les trois régions étudiées.

Ces échantillons de lait seraient qualifiés de mauvaise qualité si on se référait aux normes Algériennes qui fixent le seuil de contamination à $3 \cdot 10^6$ UFC/ml (**J.O.R.A, 2017**). Ceci serait probablement lié à des facteurs d'élevage au sein des exploitations, notamment à :

- L'état sanitaire de l'animal ;
- Au non-respect des mesures d'hygiène à savoir le nettoyage des mains, de la mamelle, le matériel de traite et l'ambiance (air, sol et murs) ;
- Au non-respect des températures de conservation à la ferme et au cours de transport.

Selon **Faye et Loiseau (2002)**, le lait cru est produit par l'animal sain, dont la traite effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène, donne normalement un lait peu contaminé contenant une flore globale de 10^3 à 10^5 UFC/ml.

En moyenne les résultats obtenus pour la FAMT des laits analysés restent toujours inférieurs à la norme fixée par la DDA à $5 \cdot 10^6$. Mais le taux de contamination du lait de la région « Est » dépasse la norme de l'entreprise. A noter que l'unité DDA accorde des primes aux éleveurs en fonction de la qualité bactériologique du lait cru.

La norme fixée par la DDA en terme de qualité microbiologique du lait cru (FAMT) est de $5 \cdot 10^6$ UFC/ml, ce qui est supérieur à la norme algérienne ($3 \cdot 10^6$ UFC/ml). Cela peut être justifié par les traitements thermiques et chimiques que subit le lait ainsi qu'à l'ensemble des contrôles bactériologiques rigoureux effectués à plusieurs phases de la production, qui ont comme but d'avoir un produit final conforme.

Nos résultats révèlent que 100% (58/58) des échantillons analysés étaient contaminés par la FAMT. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Hamiroune et al. (2016)** qui ont enregistré un taux de contamination dans les fermes des laits crus individuels (par vache) de 78,9 % et de 96,2 % dans les cuves. Ces mêmes auteurs estiment que le lait est de plus en plus contaminé au fur et à mesure de son passage dans les différents équipements de traite.

Kaouache, (2010) dans un travail réalisé sur 70 échantillons de lait cru de vaches appartenant à deux régions de l'Est Algérien, Constantine et Mila, a enregistré des valeurs de dénombrement de la



FAMT comprises entre $1,3 \cdot 10^4$ et $8,1 \cdot 10^4$ UFC/ ml, avec une moyenne de $4,0 \cdot 10^4$ UFC/ ml pour la région de Constantine, alors que la région de Mila a enregistré une moyenne de $4,5 \cdot 10^4$ UFC/ ml. Les valeurs enregistrées par **Kaouache (2010)** à l'Est du pays sont inférieures à celles que nous avons enregistrées.

Les résultats obtenus dépassent aussi les normes citées par **Ercolini *et al.* (2009)** estimées à $5 \cdot 10^3 - 6 \cdot 10^5$ UFC/ml.

L'augmentation du taux de la flore aérobie mésophile totale peut provoquer des modifications néfastes du lait cru qui peuvent expliquer, en partie, les difficultés rencontrées dans les processus de fabrication, les anomalies de maturation des fromages ou de conservation des produits laitiers en général.



CONCLUSION

L'objectif de notre travail consiste à évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru livré à la laiterie Danone Djurdjura Algérie provenant des quatre régions de l'Algérie.

Les analyses physico-chimiques du lait collecté dans les fermes et les centres de collecte ont montré que la majorité des résultats sont conformes aux normes de la DDA. Ce lait présente globalement une composition satisfaisante, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriments de base (protéines, matières grasses et matières sèches).

Tous les échantillons analysés sont exempts de résidus d'antibiotiques. Ce qui est un bon indicateur sanitaire, car le lait destiné à la consommation ou à la transformation industrielle ne doit contenir aucune trace d'antibiotique.

Les résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) indiquent qu'il y'a une variabilité de qualité du lait cru, dont certaines valeurs de la flore dépassent les normes recommandées. Cette étude a ainsi permis de mettre en évidence le manque de respect des règles d'hygiène et concepts d'élevage et de nettoyage traduisant une charge élevée en bactéries indésirables ce qui pourrait influencer la qualité du lait.

Afin d'améliorer la qualité du lait, il serait souhaitable d'améliorer les conditions de traite, réfrigération sur place, hygiène des locaux et alimentation des animaux, et améliorer leurs conditions d'élevage pour espérer aboutir à des résultats satisfaisants, donc un lait riche et sain. Ceci ne serait que bénéfique pour la santé et la sécurité du consommateur en premier lieu et pour l'économie du pays en deuxième lieu.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« A »

- **Adrian J.** Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL – INRA, Paris, 1987, 113-119.
- **Adrian J.** Valeur alimentaire du lait. Paris 1972 : Ed la maison Rustique.
- **Akerma K.** La vache laitière, Ed : ISBN, 2012, pp 64-65.
- **Alais C.** Science du lait : principes et techniques laitiers. 4ème éd, Paris : édition SEPAIC, 1984, 814 p.
- **Alais C.** : Sciences du lait. Principes des techniques laitières. 3ème édition, Edition Sepaic, Paris, 1975, pp : 1-60.
- **Amariglio S.** Contrôle de la qualité des produits laitiers, analyses physiques et chimiques (1986)., AFNOR, ITSV. 3ème Edition -Paris.
- **Amiot J., Lapointe-Vignola C.** Science et technologie du lait : transformation du lait, 2002. Presses intl polytechnique, Québec. 600.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. et Turgeon H.** 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. 2002, p 3-25-29, 01-73(600 pages).
- **Anne P.** Etude bactériologique en vue de fixation du prix du lait de brebis dans le bassin de Roquefort, 1991. *Thèse de doc vet. Eco vet Alfort*, Paris.
- **Anonyme 2017** : Production de lait (Elevage laitier)
<http://dico-du-lait.fr/p/production-de-lait/>
- **Anonyme 02** : Lactose, Molécule, Lait, Sucre
<http://www.canstockphoto.fr/lactose-mol%C3%A9cule-lait-sucre-13032762.html>
- **Anonyme 03** : Techno-Science.net, chaleur massique
<https://www.techno-science.net/definition/3324.html>
- **Anonyme 04** : FIDOCL CONCEIL ELEVAGE
<http://www.fidocl.fr/content/zoom-sur-la-cryoscopie>



Références bibliographiques

- **Anonyme, 1909**, Congrès international pour la répression des fraudes alimentaires et pharmaceutiques Paris). (1909). *Deuxième Congrès international pour la répression des fraudes, Paris, 17-24 octobre 1909. : Délégation française. Travaux préparatoires de la troisième section, matières premières de la droguerie. --Huiles essentielles et matières aromatiques. --Produits chimique. --Eaux minérales. --Glace alimentaire*. Genève, [etc.] : Société universelle de la Croix-blanche de Genève.

« B »

- **Barillet F., Boichard D.** Studies on dairy production of milked ewes. I. estimates of genetic parameters for total milk composition and yield, 1987. *Genet. Sel Evol.*, 19, 459-474.
- **Beroza M., Bowman MC.** Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures, 1996. *J. Assos, Off. Agric. Chem.*, 49, 1007-12.
- **Billon J. et Seng Huor TAO**, Détection des antibiotiques dans le lait, Identification et dosage par la méthode électrophorétique, *Le Lait*, INRA Editions, 1979, 59 (587), pp.361-375.
- **Bocquier F., Guitard JP.** Estimation de la capacité d'ingestion et des phénomènes de substitution fourrage/ concentré chez les brebis Lacaune conduites en lots : compilation des données obtenues sur des rations à base d'ensilage, 1997. *Renc. Rech. Ruminants*, 4, 75-78.
- **Bourgeois CM., Mescle M. et Zucca JF.** Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed : Tec et Doc. Paris. Lavoisier, 1996. PP 139 -290. ISBN : 208520-451.0.
- **Boutibonnes P., Jacquet J.** Sur la fréquence de l'aflatoxine des aspergillus dans les aliments, 1969. *Soc. Biol.*193, 1119-24.
- **Brisabois A., Lafarge V., Brouillard A., de Buyser ML., Collette C., Garin-Bastuji B. et Thorel MF.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : Situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 16 (1). 1997, pp: 452-471.
- **Broutain C., Diédhiou Y., Dieng D., François M. et Niculescu N.** « Maîtrise de la qualité dans la transformation laitière : Guide de bonnes pratiques d'hygiène et de transformation artisanale des produits laitiers au Sénégal » Ministère de l'élevage, Atelier national, Sénégal, Nov. 2005, pp.105.

« C »

- **Caghanier B.** Moisissures des aliments peu hydratés collection Sciences et techniques agroalimentaires. Lavoisier Tec et Doc,1998, pp : 39.



Références bibliographiques

- **Calvet et al.** Note préliminaire sur les effets expérimentaux de l'aflatoxine chez les bovins tropicaux, 1966. Rev. Elev.méd. vét. Pays trop. 19, 545-65
- **Cheftel J. S. et Cheftel H.** Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol 1. Edition : Lavoisier, Paris. 1986, pp : 43.
- **Chilliard Y. et Lamberet G.** La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variations, signification pratique. Le lait 64. 1984, pp : 544-578.
- **Claude Michel J., Pouliot M., Richard J. et Vallerand C.,** Lait de consommation In : VIGNOLA C. L., Science et technologie du lait-transformation du lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN : 2002, 298 (600 pages).
- **Cnera.** Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981, 1981, Paris.
- **Codex Alimentarius,** 1999, Lait et produits laitiers Deuxième édition NORME GÉNÉRALE CODEX POUR L'UTILISATION DE TERMES DE LAITERIE CODEX STAN 206-1999.
- **Coubronne C.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières étude dans deux élevages, école vetalfort, 1980, Paris.
- **Crapelet C. et Thibier M.** La vache laitière reproduction Génétique Alimentation Habitat Grandes maladies. Edition Vigot Paris. 1973, pp : 114-116.

« D »

- **Debry G.** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 2001, p 21 (566 pages).
- **Deforges J., Derens E., Rosset R. et Serrand M.** Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec et Doc, Paris. 1999, 108p.
- **Diao M, 2000.** La qualité du lait et produits laitiers. Institut Sénégalais de recherches Agricoles. Edition : GRET/ ENDA-ERAF Dakar. pp. 1-7.
- **Dieng M.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 2001, p 15. p 91
- **Dudez P.** Transformation des produits laitiers frais à la ferme. Ed: Educ agri, Dio, 2002. PP237.
- **Dudouet C.** La production des bovins allaitants. 2eme édition. Edition France agricole, 2004, 383p.
- **Dumoulin E., Peretz G.** Qualité bactériologique du lait cru de chèvre en France, 1993. Le lait 73 (5-6) 475 -483



Références bibliographiques

« E »

- **Eck A.** Le lait et l'industrie laitière. Ed : Presse Universitaire de France. 1975, 126 P.
- **Enjalbert F.** Alimentation et composition du lait de vache. Point vét, 1993, 25 (156) : 769-778
- **Ercolini D., R. F.** (2009). Molecular identification of mesophilic and psychotrophic bacteria from raw cow's milk. *food microbiol*, 26, pp. 228-231.
- **Essalhi M.** Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait. Mémoire d'ingénieur. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat. 2002, P 104

« F »

- **FAO.** 1985. <http://www.fao.org/docrep/003/x6550f/x6550f03.htm>
- **FAO.** 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine Collection FAO : Alimentation et nutrition Rome FAO, 1995, N° 28,271 p.
- **FAO.** 2004. Guide de bonnes pratiques en élevage laitier. Rome, 32 p.
- **FAO.** 2010 Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Lait de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>
- **FAO/OMS.** 1970 comité mixte d'expert de l'hygiène du lait. 3^{ème} rapport. Genève.
- **Faye B et Loiseau G.,** 2002. Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Edition : CIRAD-FAO, Montpellier, France, pp : 1-5.
- **Filipovitch.** (S.d.). Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. *International Dairy Journal*. 1954, pp :333-334.
- **Fredot E.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 2005, pp (10-14, 396) 397 pages.
- **FREVEL Hj.** Les moisissures dans les ensilages et le lait cru, 1985. *Milchwissenschaft*. Kempten. Allemagne, vol 40 no 3. pp. 129-132

« G »

- **Gaucher I.** Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits : de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT, 2007, thèse INRA / Agro campus Sci. Tech. Lait et œuf. Agro campus Rennes
- **Gosta.** Lait long conservation. In manuel de transformation du lait. Edition : Tétrapacks Processing Systems A.B, Sweden. 1995, 442p.
- **Got R.** les enzymes du lait, ann nutr alim, 1997, 25 : A291- A311



Références bibliographiques

- **Goursaud J.** "Composition et propriétés physico-chimiques du lait". Dans : "lait et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre" (Luquet F.M) Tome (1) : les laits de la mamelle à la laiterie, 1985, P15, P 3-4. P164, p171, p174.
- **Guiraud J. et Galzy P.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Édition l'usine. 1980, p 119.
- **Guiraud JP.** Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod. Paris. 2003, pp : 136-139.
- **Guiraud J.P.** Microbiologie des principaux produits alimentaires, Microbiologie alimentaire. Ed Dunod, Paris. 1998, p399 p615
- **Guy FI.** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. 2006, pp : 17.

« H »

- **Hamiroune M., Berber A. et Boubekeur S.** Évaluation de la qualité bactériologique du lait cru bovin à divers stades de la chaîne de production laitière dans des fermes en Algérie. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 2016.
- **Harding F. et Marschall KR.** Terminology for milk protein fractions. International dairy federation bull., 1998 ; 329 ; 30-31.
- **Heuchel V. et Marly J.** Origines, diagnostic et moyens de maîtrise de la contamination du lait de vache par les salmonelles, 2001. Institut de l'élevage, Paris, France.
- **Heuchel V., Chatelin YM., Breau S., Sobolewski F., Blancard N., Baraton Y. et Ayerbe A.** Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. Renc. Tech. Ruminant n°10. 2003, pp : 223-226.

« J »

- **J.O.R.A :** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. p. 16 (N° JORA : 069 du 27-10-1993).
- **J.O.R.A.** N° 35. (1998). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.
- **J.O.R.A.** (2001) Bulletin officiel n° 4862 du 9 Chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la production et de la commercialisation du lait et produits laitiers.
- **J.O.R.A.** N° 39 (2017) Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers. Page 13.



Références bibliographiques

- **Jacquet J.** Les antibiotiques dans le lait et les produits laitiers. Econ, méd, anim. 1969, pp : 10-13-17.
- **Jacques. M.,** 1998. Initiation à la physicochimie du lait. Guides technologiques des IAA. Ed Tech & Doc Lavoisier. Paris. PP (13-199).
- **Jakob E., Winkler H., Schaeren W., Amrein R. et Geinoz M.** La qualité du lait cru un défi permanent. Edition Agroscope Liebefeld-Posieux forum n°78 f. 2011, pp :5- 17.
- **Jay JM.** Taxonomy, role, and significance of microorganisms in food. Dans Modern Food Microbiology, Aspen Publishers, Gaithersburg MD. 2000, pp :13.
- **Jean Christian M.** Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques, 2001, Paris <http://www.gret.org>.
- **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G.** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 2007, p17 (456 pages).
- **Jeantet R. et Coll T.** Les produits laitiers. Tec et doc : 2008, Lavoisier.
- **Jeunet R. et Grappin R.** Note sur la relation entre l'indice de la réfraction de la matière grasse du lait et la précision des dosages de matière grasse par l'appareil Milko- tester, 1970. Le lait 50 (499-500) 654-657.
- **Jimnez R. et Brillon G.** Application de la membrane du globule gras du lait comme ingrédient : perspectives actuelles et futures, 2008. Dairy Sci, technol, 88,5-18.
- **Joffin C et Joffin JN.,** 1999. Microbiologie alimentaire. Collection biologie et technique. 5^{ème} édition, p 11.

« K »

- **Kaouache S.,** Evaluation et taxonomie numérique de la flore *Listeria* spp. Dans un environnement d'élevage bovin. Page 33. 2010.

« L »

- **Labioui H., L. E.** (2009). *Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus.* Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148. pp: 7-16.
- **Lamontagne Michel Claud P., Champagne J., Reitz A., Sylvain M., Nancy G., Marysel Julie J. et Ismail F.** Microbiologie du lait. Science et technologie de lait École polytechnique de Montréal, 2002.



Références bibliographiques

- **Larpent J.P.** Lait et produits laitiers non fermentés. Dans microbiologie alimentaire. Tome1 : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 1990, pp201-215.
- **Larpent.** Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, In : la vache laitière. 231- 246, ed INRA publications, 1990, route de St- cyr, 78000, Versailles.
- **Laug E., Mikalis A.** Total diet study: strontium-90 and caesium-137 content. Off. Agric. Chem. 1963, 46, 749-67.
- **Lederer J.** Le lait ; encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire. Tom2, 2^{eme} édition. Paris, 1983.p 132.
- **Lee Cs. et Wooding Fbpet Kemp P.** Identification, properties and differential counts of cell populations using microscopy of dry secretions, colostrum and milk from normal. 1980, 257p.
- **Lemaitre M.** sur la présence de pénicilline dans les laits de grand mélange, 1963, Acad. Agric ; 49, 654-63.
- **Leroy.** Le producteur du lait « guide du contrôle laitier et beurrier agrude » 1965.
- **Leseur R. et Melik N.** Lait de consommation In Luquee F.M, Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 1999, p 5 (637 pages).
- **Leveau J. Y. et Bouix M.** Microbiologie industrielle. Les microorganismes d'intérêt industriel. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. 1993, pp : 170-171.
- **Leyral G. et Vierling E.** Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. 2007, 87p.
- **Linden G.** les enzymes in CEPIL. LE lait matière première de l'industrie laitière, CEPIL-INRA, paris, 1987, 121-127.
- **Liu Y.** Contribution à l'étude des relations entre numérations cellulaires et bactériologie des laits de quartiers en cas d'infection subclinique chez la vache, mémoire de maitre ES sciences vétérinaires, Alfort, 1988.
- **Lorient D.** Influences des traitements technologiques sur les propriétés nutritionnelles. In « Lait, nutrition et santé ». Ed : Tec et Doc, 2001 Lavoisier – Paris.
- **Lovett J.** Listeria monocytogenes. In Foodborne, bacterial pathogens (M.P. Doyle, Edit.). Marcel Dekker Inc., New York, 1989, pp : 288-310.
- **Luquet F.M.** Lait et produits laitiers – vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laiterie. Tech. Et Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris. 1985, pp. 582-584.



Références bibliographiques

« M »

- **Madelmont C., Michon G.** la pollution radioactive du lait consommé dans l'agglomération parisienne, 1964. *Le lait*, 44, 19-27.
- **Mahieu H., Jaouen J. C., Luquet G. M. et Mouillet L.** Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *Le lait* 57. 1977, pp 565-568.
- **MAPA 1997 :** Ministère de l'agriculture et de la pêche et l'alimentation ; de la république française, 1997 : avenant n°2 au cahier des charges concernant le mode de production biologique du lait et des produits laitiers de l'espèce bovine.
- **Martin M.** Technologie des laits de consommation. Ed : ENILAIT. Canada Direction Développement Technique. 135P, 2000.
- **Mathieu J.** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 1999, p 3-190 (220 pages).
- **Meryer C.H. et Denis J.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition CIRAD, 1999, pp. 74-84.
- **Miariglio.** Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques AFNOR, ITSV, 3ème éd, 1986, 1030 p.
- **Michell M.** Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre, laboratoire des résidus médicamenteux division des services de laboratoire, université de Guelph, Brenda Narris-programme de salubrité des produit laitiers/ MAAARO. 2005.
- **Michon G.** Organisation d'un contrôle de la pollution radioactive du lait, 1963. *Bull, acad, vét,* 36, 283-5.
- **Morand- Fehr P. et Tran G.** La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale, 2001. *INRA prod, anim.* 14(5) : 285-302.
- **Morel I., Wyss U. et Collomb M.** Influence de la composition botanique de l'herbe ou du foin sur la composition du lait, 2006. *Revue Suisse Agric.* 38 (1) : 9- 15.
- **Morel I.** Enquêtes sur la présence d'antibiotiques dans le lait de trois zones de production, 1962. *lait*, 42, 593-601.

« P »

- **Paccalin J. et Galantier M.** Valeur nutritionnelle du lait et des produits laitiers. In : les produits laitiers vaches, brebis, chèvre. Edition. Tec et Doc Lavoisier. Paris. 1986, pp : 93-124.



Références bibliographiques

- **Pierre A.** Etude de la stabilité du lait à l'alcool. Solubilité du phosphate et du calcium du lait en présence d'alcool. Le Lait, INRA Editions, 1985, 65 (649_650), pp.201-212.
- **Pougheon S. et Goursaud J.** Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques. In : lait nutrition et santé. Ed. Tec et Doc. Lavoisier Paris. 2001, pp : 4-41. : p 6(566 pages).
- **Prescott Lm., Harley J. et Klein D.A.** Microbiologie 2ème édition. De Boeck, paris, 2010, p. 979.

« R »

- **Ramet J. P.** La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen, Etude FAO production et sante animales, M-26 ISBN 92-5-202169-8 48, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, FAO 1985
- **Remons B. et Journet M.** Effet de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait In : le lait, matière première de l'industrie laitière. INRA publications, Versailles. 1987, 171-185
- **Renner E.** Micronutrients in milk and milk-based food products. London, Elsevier Applied Science. 1989, London.
- **Richard J. et Housu C.** Nature de la flore microbienne dominante et sous-dominante des laits crus très pollués. Le Lait, INRA Editions, 1983, 63 (625_626), pp.148-170.
- **Richard J.** La flore microbienne du lait cru. In le lait matière première de l'industrie laitière. Ed : CEPIL. 1987.

« S »

- **Seelinger H.P.R. et Jones D.** Listeria. In Bergey's Manual of systematic bacteriology, Vol. 2 (P.H.A. Sneath, Edit.). Williams &Wilkins, Baltimore, 1986, pp : 1235-1245.
- **Siboukeur O.** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation, 2008. Thèse de doctorat d'état. Inst Nat, agro, Alger.
- **Siousarran V.** L'hygiène du lait cru en zones urbaine et périurbaine de Niamey, Niger, DEA Rapport de stage, U. Montpellier II, CIRAD-EMVT, oct.2003, pp.66.
- **Strahm W. et Ebrahard P.** Technologies du lait prête à la consommation, 2010, 2ème Ed ALP frum, n 28, 2010, pp 7.

« T »

- **Tapernoux A. et Vuillaume R.** Viscosité du lait de vache, 1934. Le lait 14 (135) 449- 456.
- **Thapon J.L.** Science et technologie du lait, Agro campus-Rennes, France : 2005, p 14(77 pages).

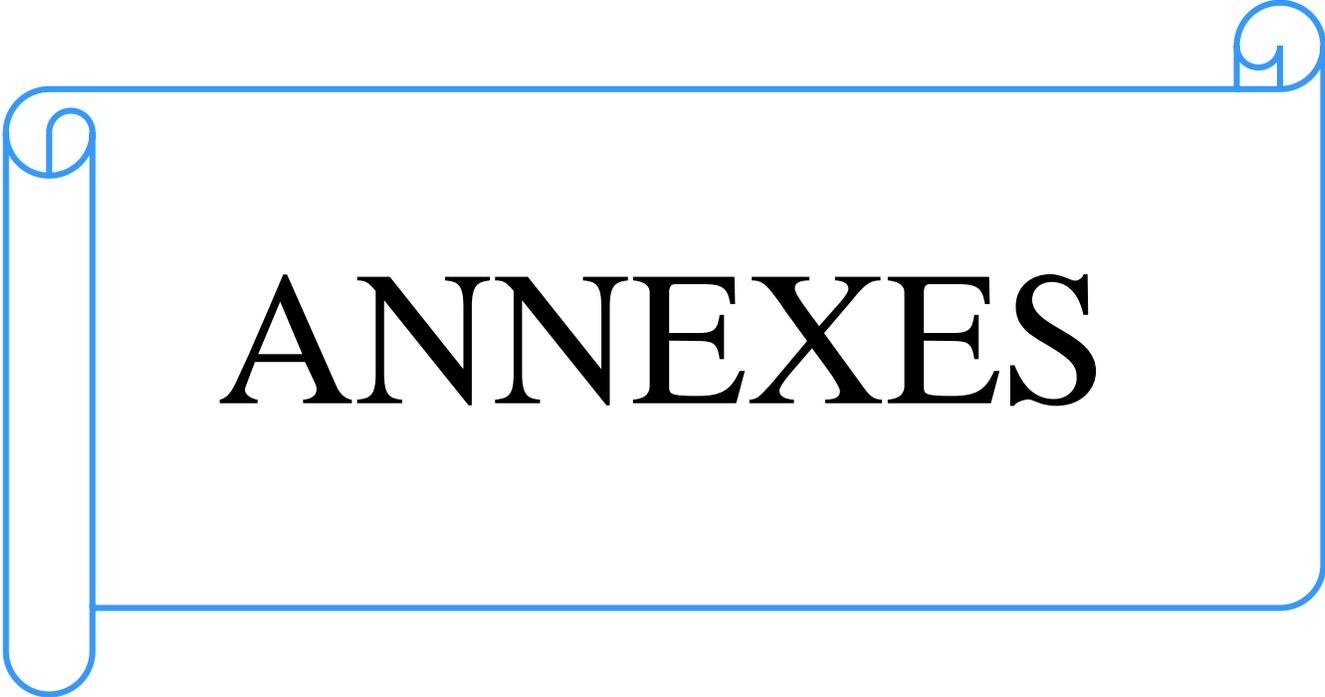


Références bibliographiques

- **Thieulin G. et Vuillaume R.** 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 : 1967, p71-73(388 pages).

« V »

- **Vanier P.** Le lait au fil du temps, usages culinaires, conservation, écologie et environnement. 2005, pp : 65.
- **Veisseyre R.** Technologie du lait. Constituants, récolte, traitement et transformation du lait. Ed. Maison rustique. 1979, Paris. 714 pages.
- **Vierling E.** Aliments et boissons filières et produits, Collection biosciences. Edition. Dion. 1998, Paris. 270p.
- **Vignola C. L.** Science et Technologie du Lait : Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechniques, Canada. 2002, 2^{ème} Edition, 600 page



ANNEXES



Annexe 01 : La composition de PCA

✚ Gélose PCA (Plant Count Agar)

- Tryptone.....5g
- Extrait autolytique de levure.....2.5g
- Glucose.....1g
- Agar bactériologique.....12g

Préparation :

Dissoudre 20.5g dans un litre d'eau distillée ; autoclaver pendant 15 min à 121°C ; pH=7

Annexe 02 : Composition de TS

✚ Bouillon TRYPTONE- SEL (g)

- Tryptone.....1.0 (g)
- Chlorure de Sodium.....8.5 (g)

Préparation

Dissoudre 9.5g dans 1L d'eau purifié porté à ébullition en agitant jusqu'à dissolution complète, autoclave à 120°C pdt 15 minutes ; pH 7.0 ± 0.2 à 25°C

Annexe 03 : Critères microbiologiques du lait cru

8 Chaoual 1438 2 juillet 2017		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39		13	
ANNEXE I					
Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires					
I- 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



Annexe 04 : Définition du lait cru

Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. p. 16
(N° JORA : 069 du 27-10-1993)

SECTION 1

LE LAIT

Art. 2. - La dénomination «lait» est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.

Art. 3. - Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum.

Art. 4. - La dénomination «lait» sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache.

Tout lait provenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination «lait», suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

Art. 5. - Le lait destiné à la consommation ou à la fabrication d'un produit laitier, doit provenir de femelles laitières en parfait état sanitaire.



Annexe 05 : Spécifications du lait

Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au
18 août 1993 relatif aux spécifications et à la
présentation de certains laits de consommation. p. 16
(N° JORA : 069 du 27-10-1993)

SECTION II

SPECIFICATION DU LAIT

Art. 6. - Le lait ne doit pas :

- être coloré, malpropre ou malodorant;
- provenir d'une traite opérée moins de sept (07) jours après le part;
- provenir d'animaux atteints de maladies contagieuses ou de mammite;
- contenir notamment des résidus antiseptiques, antibiotiques et pesticides;
- coaguler à l'ébullition;
- provenir d'une traite incomplète;
- subir un écrémage même partiel.

En outre, le lait ne doit pas subir :

* de soustraction ou de substitution de ses composants nutritifs;

* de traitements, autres que le filtrage ou les procédés thermiques d'assainissement susceptibles de modifier la composition physique ou chimique, sauf lorsque ces traitements sont autorisés.



Annexe 06 : Classifications et spécifications du lait cru

Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au
18 août 1993 relatif aux spécifications et à la
présentation de certains laits de consommation. p. 16
(N° JORA : 069 du 27-10-1993)

SECTION III

CLASSIFICATION ET SPECIFICATIONS DES LAITS

Art. 7. - Les laits sont classés, en fonction du nombre de germes totaux, en trois (3) catégories:

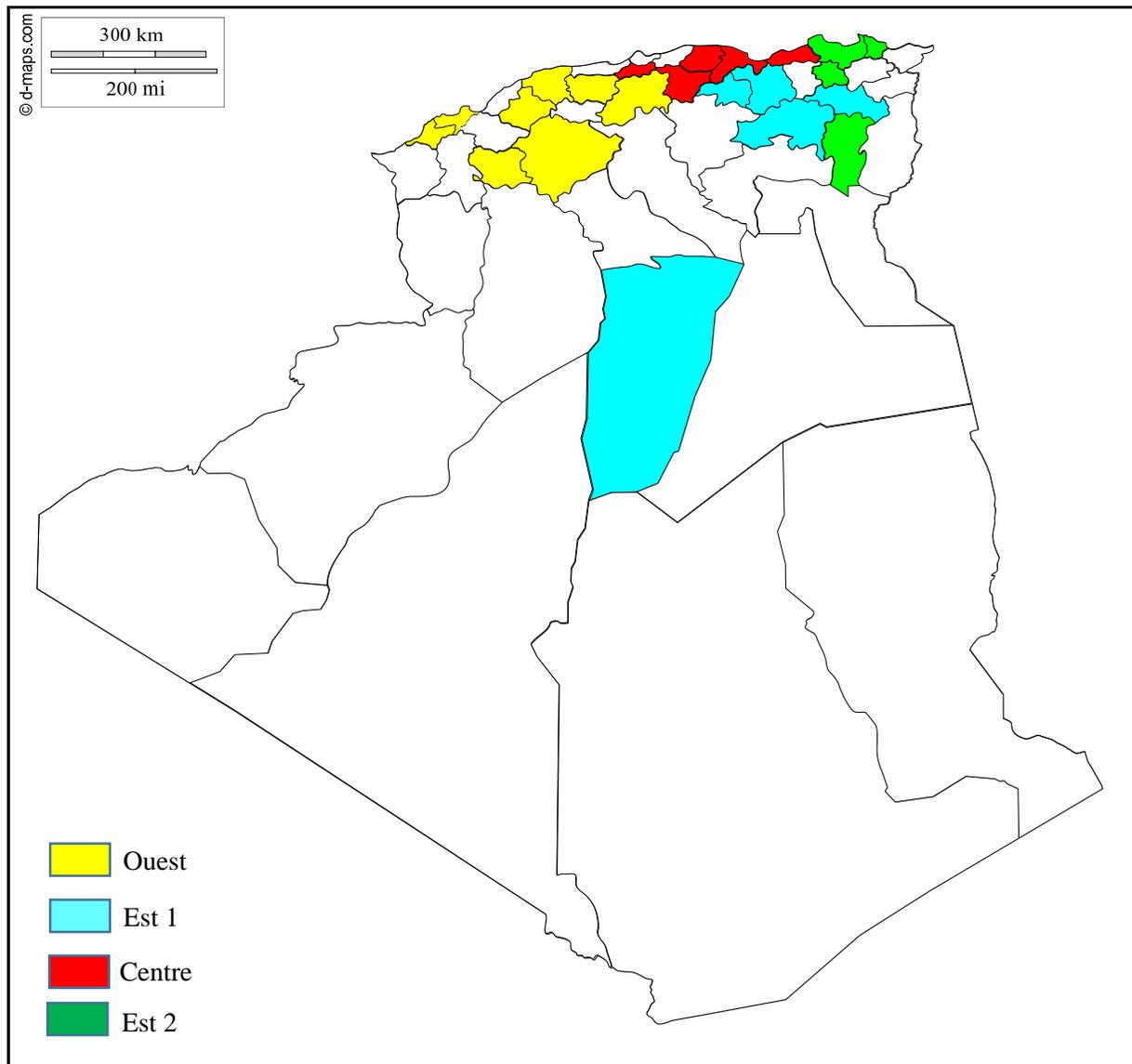
- Catégorie A: moins de 100.000 germes totaux par millilitre;
- Catégorie B: de 100.000 à 500.000 germes totaux par millilitre;
- Catégorie C: plus de 500.000 à 2.000.000 de germes totaux par millilitre.

Art. 8. - Le lait doit répondre aux spécifications suivantes:

- * germes totaux maximum deux (02) millions;
- * salmonelle absence;
- * stabilité à l'ébullition stable;
- * acidité en grammes d'acide lactique par litre maximum 1,8;
- * densité 1030 - 1034;
- * matière grasse.. 34 grammes par litre au minimum.



Annexe n°08 : Les quatre zones de collecte du lait de DDA





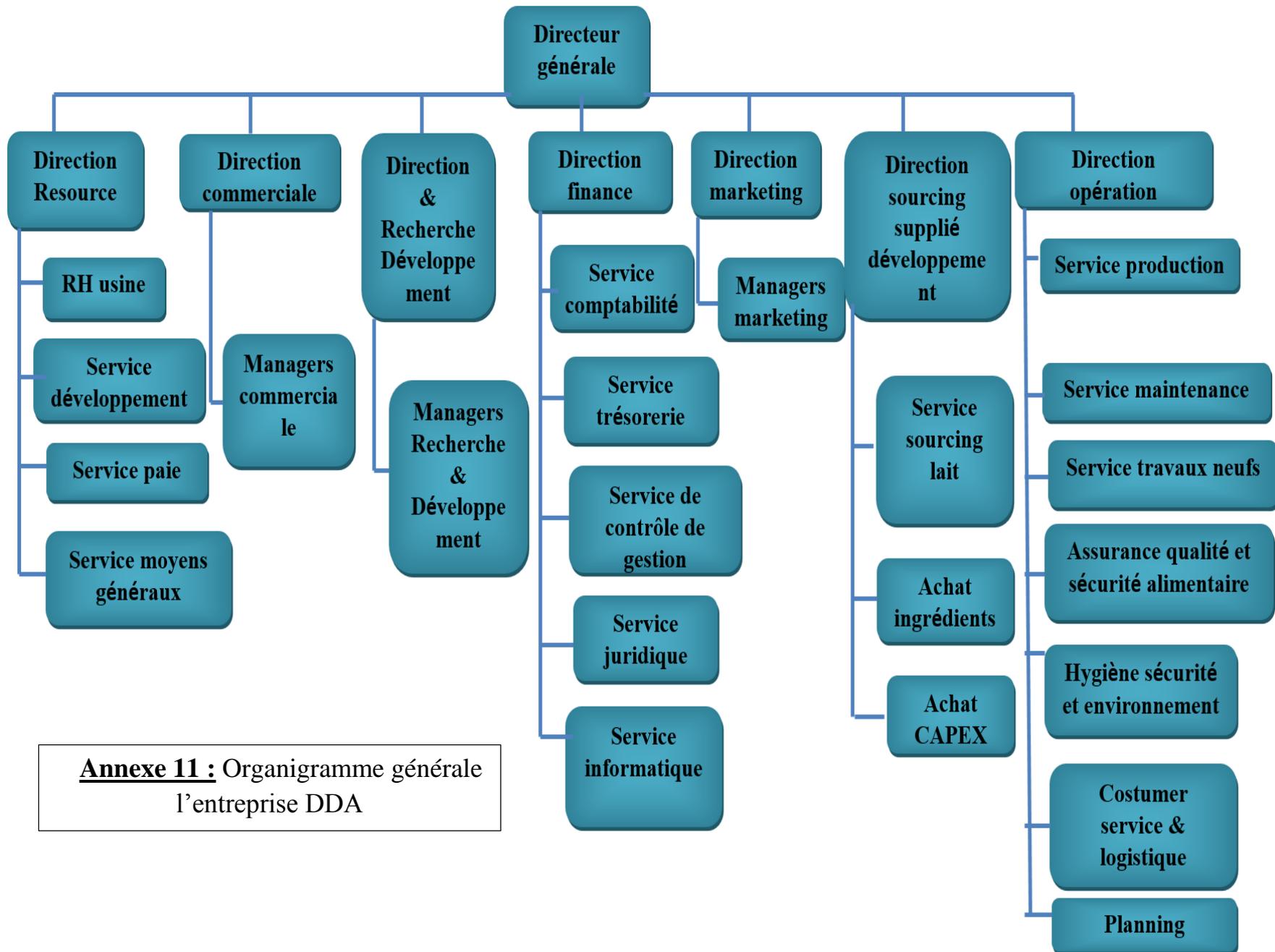
Annexe 09 : Fiche de suivi camion mensuel

Danone Djurdjura Algérie		Direction SSD <i>Qualité collecte.</i>			Copie :	
		Fiche de suivi camion mensuel Archivage obligatoire.				
Technicien qualité collecte :			Consigne transmise à :		heure :	
Camion codé		Cuve 1	Cuve 2	Cuve 3	Cuve 4	Cuve 5
	T°					
Test alcool	68°					
	72°					
	80°					
Acidité Dornic						
pH						
ATB	Beta Star					
	Lancement Delvo a					
	Résultats					
Prot						
MG						
EST						
CRYO						
Observation						
Echantillon automatique	Prot					
	MG					
	delvo					
Heure lancement:		Etat:		Lecture:		
Camion code		Cuve 1	Cuve 2	Cuve 3	Cuve 4	Cuve 5
	T°					
Test alcool	68°					
	72°					
	80°					
Acidité Dornic						
pH						
ATB	Beta Star					
	Lancement Delvo a					
	Résultats					
Prot						
MG						
EST						
CRYO						
Observation						
Echantillon automatique	Prot					
	MG					
	delvo					
Heure lancement:		Etat:		Lecture:		



Annexe 10 : Plan de contrôle Lait Cru

Danone Djurdjura Algérie		Assurance Qualité & Sécurité Des Aliments - Laboratoire Qualité		Code: INS-LAB-30 Date de Création : 28/03/2011 mise à jour : 18/09/2017 Version : 01	
Danone Djurdjura Algérie		Plan de Contrôle Lait Crû			
Critères		Recommandations Danone Djurdjura Algérie			
Température (°C)		Valeur Cible	Valeur de tolérance	Valeur de rejet	
Aspect	2 - 6 °C		6 - 10°C	> 10°C	
Consistance	Liquide homogène			Présence D'impuretés visqueux	
Couleur	Fluide			Autre	
Odeur	Blanc crémeux			Autre	
Test d'alcool	Caractéristique			Positif à 68°	
Acidité Dornic (°D)	Négatif (Absence de floccules) à 68°			Négatif à 80°	
% Mouillage	Positif (Présence de floccules) à 80°				
Point de congélation °C	15-17 °D		14 - 18 °D	< 14 °D	
Résidu Antibiotique	0-1,92		1,93 - 5,77	> 5,77	
	< (-0,52%) (-0,510)		(-0,535) - (-0,490)	> (-0,490) < (-0,535)	
	Absence			Présence	
pH	6,6 - 6,7		6,4 - 6,8	< 6,4	
Densité	1,032 - 1,033		1,031-1,035	< 1,031	
Matière Azotée m/m	3,1 - 3,3		2,8 - 3,6	< 2,8	
Matière grasse m/m	3,5 - 3,7		2,8 - 4,2	< 2,8	
Extrait sec total %	13-12		10,50 - 13	< 10,50	
FLORE TOTALE	< 5 000 000 ufc/ml			> 5 000 000 ufc/ml	
CCS	400000 C3/ml			> 400000 C3/ml	
FT eau de rinçage camion	< 50			> 50	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	
				Méthode	
				Thermomètre sonde au niveau cuve camion	
				Visuelle	
				Test d'alcool	
				Tétration	
				Cryoscope	
				Beta Star /Delvo test	
				pH mètre	
				FT120/ Densimètre	
				FT 120	
				Analyse microbiologique	
				Compteur de Cellules somatiques	
				Analyse microbiologique	



Annexe 11 : Organigramme générale l'entreprise DDA

RÉSUMÉ

L'étude réalisée concerne un suivi et un contrôle du lait cru collecté par la laiterie Danone Djurdjura Algérien provenant de plusieurs régions. Nous avons jugé utile d'entamer ce sujet dans la mesure où le lait est fondamentalement nécessaire dans la vie quotidienne de l'être humain. Pour ce faire notre étude a pour objectif de mettre en évidence la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru. Les résultats physico-chimiques obtenus sont en général conformes aux normes de l'entreprise. Du point de vue bactériologique ce lait présente une qualité généralement acceptable.

Mots clés : lait cru, qualité physico-chimique, qualité microbiologique.

ABSTRACT

The study carried out relates to a follow-up and a control of raw milk collected by the dairy factory of Danone Djurdjura Algerian coming from several regions. We considered to be useful to start this subject insofar as milk is basically necessary in the daily life of the human being. With this intention our study aims to highlight the physicochemical and microbiological quality of raw milk. The physicochemical results obtained match in general with in-house standards. bacteriologically this milk presents an acceptable general quality.

Key words: raw milk, physicochemical quality, microbiological quality.

ملخص

تتعلق الدراسة التي اجريناها بمتابعة ومراقبة الحليب الطازج المجمع من طرف ملبنة دانون جرجرة الجزائرية من عدة مناطق. لقد رأينا ان من المفيد ان نتطرق لهذا الموضوع قياسا لكون الحليب اساسا ضروري في الحياة اليومية للإنسان. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد النوعية الفيزيائية-الكيميائية والمكروبيولوجية للحليب الطازج. وتتفق النتائج الفيزيائية-الكيميائية المحققة عموما مع معايير الشركة. يعتبر هذا الحليب مقبولا بصفة عامة من حيث البكتيريا.

الكلمات الرئيسية: الحليب الطازج، النوعية الكيميائية-الفيزيائية، النوعية المكروبيولوجية.

